

Министерство спорта Российской Федерации
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ФИЗИЧЕСКОЙ
КУЛЬТУРЫ, СПОРТА, МОЛОДЕЖИ И ТУРИЗМА (ГЦОЛИФК)



**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
БИОХИМИИ И БИОЭНЕРГЕТИКИ
СПОРТА XXI ВЕКА
2017**

Москва, 10 – 26 апреля 2017 г.



Министерство спорта Российской Федерации
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ФИЗИЧЕСКОЙ
КУЛЬТУРЫ, СПОРТА, МОЛОДЕЖИ И ТУРИЗМА (ГЦОЛИФК)

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
БИОХИМИИ И БИОЭНЕРГЕТИКИ
СПОРТА XXI ВЕКА**

**Материалы Всероссийской научно-практической с международным
участием интернет-конференции**

(10-26 апреля 2017 г.)

Москва - 2017

УДК

ББК

Актуальные проблемы биохимии и биоэнергетики спорта XXI века: материалы Всероссийской научно-практической с международным участием интернет-конференции (Москва, 10-26 апреля 2017 г.) /под общ. ред. Р.В. Тамбовцевой, В.Н. Черемисинова, С.Н. Литвиненко, И.А. Никулиной, О.С. Жумаева, Е.В. Плетневой. – Москва: Изд-во РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), 2017. - ...с.

ISBN

Конференция для ведущих специалистов России в области биохимии и биоэнергетики спорта. В материалах представлены статьи в области важнейших направлений исследования биохимии и биоэнергетики мышечной деятельности (физическая работоспособность и биоэнергетика мышечной деятельности детей школьного возраста, спортсменов, проблемы биохимического контроля в процессе занятий физической культурой и спортом, биохимия мышц и мышечного сокращения, медико-биологические аспекты адаптации под влиянием систематической тренировки, медико-биологические аспекты занятий физическими упражнениями и спортом с лицами разного возраста и пола, проблемы питания спортсменов, биохимические проблемы применения эргогенных средств в спортивном питании, медико-биологические аспекты спортивной тренировки и сохранения здоровья спортсменов). Материалы сборника отражают современное состояние соответствующих научных направлений и предназначены для студентов и преподавателей университетов, медицинских, педагогических и физкультурных учебных заведений, специалистов в области биохимии, биоэнергетики мышечной деятельности, питания спортсменов и эргогенных средств в спорте.

Материалы публикуются в авторской редакции

ISBN

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Министерство спорта Российской Федерации

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Тамбовцева Ритта Викторовна, д.б.н., профессор – заведующая кафедрой биохимии и биоэнергетики спорта им. Н.И. Волкова, заведующая лабораторией спортивной работоспособности и функциональной диагностики НИИ Спорта.

Черемисинов Виталий Николаевич, к.б.н., профессор кафедры биохимии и биоэнергетики спорта им. Н.И. Волкова.

Литвиненко Светлана Николаевна, к.б.н, д.п.н, доцент кафедры биохимии и биоэнергетики спорта им. Н.И. Волкова.

Никулина Ирина Александровна – старший преподаватель кафедры биохимии и биоэнергетики спорта им. Н.И. Волкова.

Жумаев Олег Сергеевич – заведующий лабораторией биоэнергетики мышечной деятельности.

Плетнева Елена Викторовна – заведующая методическим отделом, м.н.с. НИИ спорта.

СОДЕРЖАНИЕ

НАПРАВЛЕНИЕ 1. ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И БИОЭНЕРГЕТИКА МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Бувашкин О.Е., Комлев М.А., Зуев К.В., Рохлин А.В.

Физическая работоспособность и двигательная подготовленность учащихся различных соматотипов.....14

Васильева Р.М., Войтенко Ю.Л., Колесов А.Д., Шакина Е.Е.

Методические подходы к исследованию центрального кровообращения и реакции гемодинамики на физическую нагрузку юных спортсменов – пловцов 13-14 лет.....18

Воробьев В.Ф.

Особенности взаимодействия функциональных систем организма при переходе через анаэробный порог.....28

Левушкин С.П., Бувашкин О.Е.

Использование информационных технологий для проведения мониторинга физического здоровья школьников.....33

Орел В.Р., Тамбовцева Р.В., Филинова Н.В., Резвушкин С.В.

Сосудистая нагрузка сердца и центральная гемодинамика у школьников до 12 лет в покое и после мышечной работы.....39

Прусов П.К.

Показатели биоимпеданса и их взаимосвязь с физическим развитием и работоспособностью у юных спортсменов.....50

Тамбовцева Р.В.

Групповые и индивидуальные характеристики энергообеспечения мышечной деятельности мальчиков младшего школьноговозраста.....58

НАПРАВЛЕНИЕ 2. ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И БИОЭНЕРГЕТИКА МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СПОРТА.

Аксенов А.Г., Литвиненко С.Н.

Изучение аэробных показателей фехтовальщиков-юношей 18-19 лет до и после тренировки.....73

Давыдов А.П., Медведев В.Г.

Дискриминативные показатели целевой точности хоккеистов.....77

Давыдов А.П., Медведев В.Г.

Взаимосвязь быстроты приема шайбы в хоккее с двигательными способностями спортсмена.....83

Захарьева Н.Н., Яшкина Е.Н.

Прогностическое значение регрессионных моделей в тренировочном процессе гимнасток высокой квалификации.....91

Киселев В.А., Черемисинов В.Н.

Направленность тренировочных средств боксера.....104

Корякина Ю.В., Нопин С.В., Блинов В.А.

Определение физической работоспособности аэробных возможностей хоккеистов с помощью специализированного максимального аэробного теста на льду.....113

Кылосов А.А.

Оценка возможностей мышечной и сердечнососудистой систем спортсменов юношей и девушек 15-16 лет, специализирующихся в лыжных гонках.....121

Логинова Т.П., Гарнов И.О.

Динамика показателей энергообмена в динамике тренировочного процесса в велоэргометрическом тесте до отказа у лыжников.....125

Люднина А.Ю., Логинова Т.П., Варламова Н.Г.

Оценка энергообмена и скорости окисления жиров у лыжников – гонщиков в состоянии покоя и при физической нагрузке «до отказа».....128

Медведев В.Г., Дышаков А.С.

Показатели результативности в BMX-RACE.....132

Медведев В.Г., Дышаков А.С.

Эффективность техники стартового действия в BMX-RACE.....137

Мороз Е.А., Шкуматов Л.М., Шантарович В.В.

Стабильность доли анаэробного гликолиза в энергообеспечении мышечной деятельности у байдарочников высокой квалификации на подготовительном этапе.....145

НАПРАВЛЕНИЕ 3. ПРОБЛЕМЫ БИОХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ПРОЦЕССЕ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ

Жигур В.Ш., Сергеева К.В., Сухарева Н.Ю., Литвиненко С.Н.

Портативные устройства для биохимического мониторинга в практической работе фитнес-тренера.....149

Тамбовцева Р.В., Никулина И.А., Плетнева Е.В.

Учет осцилляций кинетической кривой накопления и устранения молочной кислоты при напряженной мышечной деятельности в практике биохимического контроля.....156

НАПРАВЛЕНИЕ 4. БИОХИМИЯ МЫШЦ И МЫШЕЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ

Tkachenko N., Nosar V., Kurhaluk N.

Responses of mitochondrial respiratory function in the skeletal muscles to hindlimb unloading in rats.....162

Сонькин В.Д.

Физиологический смысл разобщенного тканевого дыхания при мышечной работе.....173

Чекунов М.К., Клевер-Чекунова О.А., Чекунова Е.М.

Генетически обусловленная необходимость тренировок, направленных на гипертрофию медленносокращающихся мышечных волокон.....177

НАПРАВЛЕНИЕ 5. МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ

Александрова В.А., Тамбовцева Р.В., Орел В.Р.

Изменения показателей центральной гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца при восстановлении после выполнения танцевальных программ.....181

Гарнов И.О., Чалышева А.А., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Патолицина Н.Н., Бойко Е.Р.

Мониторинг психофизиологического состояния и уровня лактата у лыжников-гонщиков в соревновательный период.....188

Калистратова Е.А., Литвиненко С.Н.

Оценка физической нагрузки участников экскурсионного мероприятия.....192

Литвиненко С.Н., Войнов В.Б.

Показатели оксигенации крови и суточного мониторинга ЭКГ в процессе высокогорного восхождения.....197

Мещеряков А.В., Разумовский Е.А., Эпов О.Г., Катанский С.А., Сарсания С.К.

К вопросу о медико-биологических основах адаптации человека к специфическим условиям среды.....202

Козлов А.В., Сонькин В.Д., Якушкин А.В., Торкаев С.П.

Метод исследования активности подкожных термогенных структур при действии стимулов разной модальности.....208

Лобанов Г.П., Гладенкова В.П., Монсумов Н.

Адаптация студентов-первокурсников к обучению в вузе средствами физической культуры.....228

Лундин А.А., Фирсова Е.А.

Дробно-рациональная аппроксимация показателей центральной гемодинамики для их оценки и прогноза.....233

Митрофанов А.А., Литвиненко С.Н.

Биохимический мониторинг показателей насыщения крови кислородом в процессе аэробной интервальной тренировки в плавании и беге.....240

Орел В.Р., Попов Г.И.

Селективные взаимосвязи между показателями центральной гемодинамики и сосудистыми сопротивлениями при магнитной стимуляции мышц бедер.....246

Михалюк Е.Л.

Изменения на ЭКГ у легкоатлетов-спринтеров одной квалификации, но различающихся по полу.....254

Орел В.Р., Смоленский А.В.

Артериальное давление и неинвазивные оценки модельных величин сосудистых сопротивлений (норма, мышечная работа, гипертоническая болезнь).....262

Орел В.Р., Тамбовцева Р.В.

Зависимость сердечного ритма от вариабельности сосудистой нагрузки и сократимости сердца у спортсменов.....274

Орел В.Р., Тамбовцева Р.В.

Взаимосвязи показателей сократимости и сосудистой нагрузки сердца с частотой сердечных сокращений и PWC_{170} у спортсменов.....280

Паршукова О.И., Ладохина А.А., Логинова Т.П., Варламова Н.Г., Гарнов И.О., Бойко Е.Р.

Роль оксида азота в регуляции сердечно-сосудистой системы высококвалифицированных лыжников-гонщиков при нагрузке максимальной мощности.....292

Попова Е.В., Симонова О.И., Махалин А.В., Бovyкин С.С., Матвеева Д.А.

Анализ скорости восстановительных процессов сердечно-сосудистой системы у спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта.....296

Симонова О.И., Попова Е.В., Махалин А.В.

Производительность сердца в условиях динамической физической нагрузки.....304

Тамбовцева Р.В., Никулина И.А.

Динамика метаболитов углеводного, липидного и белкового обмена при выполнении животными физической нагрузки.....309

НАПРАВЛЕНИЕ 6. МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ И СПОРТОМ С ЛИЦАМИ РАЗНОГО ВОЗРАСТА И ПОЛА

Аппак Г.А., Комиссарова Е.Н.

Взаимосвязь морфологических и функциональных признаков телосложения девушек 17-18 лет, как основа их физического воспитания.....314

Бугаевский К.А.

Изучение особенностей ряда антропометрических значений и морфологических показателей в соматотипах у волейболисток.....322

Загорская А.В., Тамбовцева Р.В.

Сравнение индивидуальных характеристик пальцевой дерматоглифики и конституциональных типов у спортсменок в художественной гимнастике и парно-групповой спортивной акробатике.....327

Карасев А.В.

Физическое состояние студентов как важнейший фактор подготовки трудовых и мобилизационных резервов.....332

Панасюк Т.В., Максимова М.Н., Мальцев А.Е.

Формирование телосложения под влиянием синхронного плавания и эпохальные изменения этого процесса.....343

Харисова Э.З.

Сравнительный анализ морфологических особенностей у юношей 17-20 лет с разной спортивной квалификацией.....348

НАПРАВЛЕНИЕ 7. ПРОБЛЕМЫ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ РАЗНОГО ВОЗРАСТА И ПОЛА

Есева Т.И., Бойко Е.Р.

Расчет ценности и анализ рациона для спортсменов.....352

Хайчиева Э.В., Касьяненко А.Н.

Актуальные проблемы питания юных спортсменов.....357

НАПРАВЛЕНИЕ 8. БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭРГОГЕННЫХ СРЕДСТВ В СПОРТИВНОМ ПИТАНИИ

Сергеева К.В., Мирошников А.Б.

Новый взгляд на полиненасыщенные жирные кислоты. Фокус на омега-3...361

НАПРАВЛЕНИЕ 9. МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ И СОХРАНЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ СПОРТСМЕНОВ

Бугаевский К.А.

Исследование особенностей менструального цикла и ряда репродуктивных показателей у волейболисток.....373

Жигур В.Ш., Тамбовцева Р.В.

Психофизиологическая подготовка к соревнованиям женщин разного соматотипа, занимающихся в категории фитнес-бикини.....378

Ибрагимова Т.В.

Роль биологической обратной связи в психологической подготовке спортсменов.....384

Мещеряков А.В., Свиридов Б.А.

Сон и тепловое воздействие в восстановлении работоспособности.....388

Мещеряков А.В., Разумовский Е.А., Жевнеров В.А., Сандин А.А.

Радиационный гормезис и степень его воздействия на организм.....393

Родина М.В., Комиссарова Е.Н.

Занятия оздоровительным фитнесом для женщин второго зрелого возраста в зависимости от типа конституции и нозологии.....397

Сидоров Е.П.

Активные рефлексогенные зоны, вызывающие повышение артериального давления у мужчин.....402

НАПРАВЛЕНИЕ 10. ЭРГОГЕНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В СПОРТЕ

Бахарева А.А.

Физические средства восстановления в сочетании с биокорректором в учебно-тренировочном процессе студенток-гимнасток.....407

Гарнов И.О., Кучин А.В., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Бойко Е.Р.

Коррекция физической работоспособности лыжников-гонщиков с помощью фитоскипидарных ванн.....413

Киселев В.А., Черемисинов В.Н.

Нетрадиционные средства повышения специальной работоспособности боксеров.....417

Красуцкий А.Г., Черемисинов В.Н.

Использование адаптогенов в фитнес-клубах.....422

Красуцкий А.Г., Черемисинов В.Н.

Использование экстракта левзеи для повышения эффективности тренировочного процесса у занимающихся в фитнес-клубе.....427

Сечин Д.И., Тамбовцева Р.В.

Спортивная прикладность ноотропных средств.....433

Сечин Д.И., Тамбовцева Р.В.

Повышение умственной работоспособности у спортсменов при помощи нейропептида «семакс 0,1%».....443

Сечин Д.И., Тамбовцева Р.В.

Оптимизация темпа движений руками при помощи нейропептида «семакс 0,1%» у спортсменов.....453

Сибгатуллин А.Р., Сиваков В.И.

Биоэнергетика, улучшающая восстановительный процесс спортсменов в учебно-тренировочной и в соревновательной деятельности.....462

Сиваков В.И., Сибгатуллин А.Р.

Биоэнергетика в повышении функционального состояния спортсменов в учебно-тренировочной и соревновательной деятельности.....465

Сошников Н.Н., Тамбовцева Р.В.

Опыт проведения восстановительного комплекса в домашних условиях у лыжников-гонщиков в соревновательный период.....468

Тамбовцева Р.В., Луговой А.

Эффективность влияния разгрузочно-диетической терапии на антропометрические, психические и функциональные показатели спортсменов высокой квалификации.....472

Шурыгин Г.А.

Использование эргогенических средств для восстановления работоспособности легкоатлетов в гидричном цикле тренировки.....479

Южикова О.С., Павлова С.Ю., Менлембетов А.Р.

Влияние дыхательной гимнастики на функциональное состояние студентов.....486

***ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И БИОЭНЕРГЕТИКА
МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА***

**ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ДВИГАТЕЛЬНАЯ
ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ УЧАЩИХСЯ РАЗЛИЧНЫХ СОМАТОТИПОВ**

Бувашкин О.Е., Комлев М.А., Зуев К.В., Рохлин А.В.

*Российский государственный университет физической
культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), г. Москва*

komlev92@list.ru

Аннотация. В работе представлены результаты исследования возрастной динамики физической работоспособности и двигательной подготовленности учащихся начальной школы различных типов телосложения. Выявлено, что вне зависимости от типа телосложения наибольшее увеличение физической работоспособности приходится на возраст 8 лет (у мальчиков) и 7 лет (у девочек). Динамика изменений показателей физической подготовленности представляет собой закономерный процесс – увеличение с возрастом.

Ключевые слова: физическая работоспособность, двигательная подготовленность, типы телосложения, возрастные изменения.

**PHYSICAL WORKING CAPACITY AND MOTIVE READINESS AMONG
SCHOOLCHILDREN OF VARIOUS SOMATIC TYPES**

Buvashkin O. E., Komlev M. A., Zuev K. V., Rokhlin A.V.

The Russian State University of Physical Culture, Sports,

Youth and Tourism (GTSOLIFK), MOSCOW

Abstract. This work presents the results of research of age dynamics of physical working capacity and motive readiness among elementary schoolchildren of various constitution types. It has been revealed that the greatest increase in physical working capacity is at the age of 8 years (boys) and 7 years (girls) regardless of constitution type. Dynamics of changes of indicators of physical readiness represents natural process – increase with age.

Keywords: physical working capacity, motive readiness, constitution types, age changes.

Введение.Одной из глобальных проблем современного российского общества является состояние уровня здоровья и физических возможностей подрастающего поколения. Многочисленные исследования, особенно в последние десятилетия показали, что морфологические особенности человека во многом определяют физическую работоспособность, реактивность организма на физические упражнения, оказывают влияние на проявление силы, скорости, выносливости, восстановление после больших физических и психических напряжений, развитие основных физических качеств, адаптацию к различным факторам внешней среды (Левушкин С.П., Сонькин В.Д., 2009; Блинков С.Н., Левушкин С.П., 2010, 2014; Мещеряков А.В., Левушкин С.П., 2011, 2015, Тамбовцева Р.В., 2010, 2011, 2014).

Методы исследования.Нами выполнено исследование целью, которого явилось изучение возрастной динамики физической работоспособности и физической подготовленности учащихся 7-9 лет разных типов телосложения, относящихся к основной группе здоровья и занимающихся физической культурой по общей программе. Всего обследовано 79 человек (49 мальчиков и 30 девочек).

Определение типов конституции производили по методике Б.А. Никитюка, С.С. Дарской (1975) с учетом объединения астенического и торакального типов телосложения в один – астено-торакальный (Зайцева В.В., 1995, Левушкин С.П., 2006), так как астенический и торакальный типы являются в действительности членами одной совокупности, характеризующейся наибольшими значениями коэффициента эктоморфии (Heath В.Н., Carter L., 1967). На основе внешних признаков и значения коэффициента эктоморфии учащиеся были отнесены к мышечному, астено-торакальному и дигестивному типам телосложения.

Одним из показателей функционального состояния кардиореспираторной системы, в частности сердца, является величина физической работоспособности. Наиболее распространенной и доступной функциональной пробой для определения физической работоспособности является тест PWC₁₇₀. Моделирование физической работоспособности проводилось нами на велоэргометре: мощность нагрузки первоначально устанавливалась из расчета 1 ватт на 1 кг веса тела, а затем ступенчато увеличивалось до предела индивидуальных возможностей. Общеизвестно, что физическая работоспособность с возрастом постепенно повышается. Анализ данного показателя в начальный период школьного обучения позволил обнаружить у обследуемых ряд особенностей. Так, у мальчиков происходит рост величины

физической работоспособности к 8 годам, а затем снижается к 9 годам; у девочек снижение физической работоспособности начинается в 8 лет, достигая максимума к 9 годам. Суммарно оценивая характер прироста показателя работоспособности, следует отметить, что наибольшее его увеличение выявлено у мальчиков в возрасте 8 лет, у девочек – в возрасте 7 лет. Такие особенности изменения физической работоспособности у учащихся можно связать с негативной тенденцией адаптации детского организма к учебному процессу в школе, что обусловлено переходом на новые формы обучения.

Результаты и осуждение. Здоровье – это не только отсутствие болезней, но и определенный уровень физической подготовленности и функционального состояния организма. Основным критерием здоровья человека следует считать его энергопотенциал, т.е. возможность потреблять энергию из окружающей среды, накапливать ее и мобилизовать для обеспечения физиологических функций. Чем больше организм может накопить энергии, а также чем эффективнее ее расходовать, тем выше уровень здоровья человека. Так как доля аэробной (с участием кислорода) энергопродукции является преобладающей в общей сумме энергетического обмена, то именно максимальная величина аэробных возможностей организма является основным критерием физического здоровья и жизнеспособности. Из физиологии известно, что основным показателем аэробных возможностей организма является величина потребляемого кислорода в единицу времени. Соответственно, чем выше показатель максимального потребления кислорода (МПК), тем большим уровнем здоровья обладает человек. Из таблицы видно, что у мальчиков с возрастом происходит снижение данного показателя, тогда как у девочек в возрасте от 7 до 9 лет наблюдается обратная картина – увеличение МПК. Нами изучена зависимость между уровнем физической работоспособности (определенной по тесту PWC_{170}) и величиной МПК. Несмотря на общепринятое представление о параллельном изменении МПК и PWC_{170} нами было выявлено отсутствие четкого совпадения динамики изменения PWC_{170} и аэробной производительности.

Выводы

1. Велоэргометрическое тестирование выявило особенности физической работоспособности учащихся 7-9 лет и позволило составить более полное представление об изменениях физической работоспособности детей младшего школьного возраста.
2. Было выявлено, что наибольшая величина показателей аэробной работоспособности наблюдается у 8- и 7-летних детей (мальчиков и девочек

- соответственно), что свидетельствует о повышении функционального совершенствования детского организма в этом возрасте.
3. В ходе проведенного соматотипирования были выявлены три типа морфофункциональной конституции: мышечный, астено-торакальный и дигестивный.
 4. Динамика изменений показателей физической подготовленности представляет собой закономерный процесс – увеличение с возрастом.
 5. Как и в предыдущие десятилетия сохраняются половые различия в отношении показателей физической подготовленности, которые у девочек были ниже по сравнению с мальчиками.
 6. Установлено, что показатели физической работоспособности и двигательной подготовленности младших школьников существенно не отличается от среднестатистических данных по исследуемым показателям (Левушкин С.П., 2006).

Библиография

1. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И.В. Аулик. – М.: Медицина, 1990. – 192 с.
2. Блинков С.Н. Влияние двигательных режимов различной направленности на физическую работоспособность девочек 10-17 лет разных типов телосложения / С.Н. Блинков, С.П. Левушкин // Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. - № 3(18). – 2010. – С. 41-44.
3. Блинков, С.Н. Сравнительный анализ возрастных изменений отдельных показателей центральной гемодинамики городских и сельских школьников 7-17 лет Ульяновской области / С.Н. Блинков, С.П. Левушкин // Научно-теоретический журнал «Ученые записки». – 2014. – №11(118). – С. 42-48.
4. Зайцева В.В. Методология индивидуального подхода в оздоровительной физической культуре на основе современных информационных технологий / В.В. Зайцева: Автореф. дис. ... доктора пед. наук. – М. – 1995. – 47 с.
5. Левушкин С.П. Физическая подготовка школьников 7-17 лет, имеющих разные морфофункциональные типы / С.П. Левушкин. – Ульяновск: УИПК ПРО, 2006. – 232 с.
6. Левушкин С.П. Проблема оптимизации физического состояния школьников средствами физического воспитания / С.П. Левушкин, В.Д. Сонькин // Физиология человека. – Т. 35. – № 1. – 2009. – С. 67–74.
7. Мещеряков А.В. Физическая подготовка студентов специальной медицинской группы разных типов телосложения: монография / А.В.

Мещеряков, С.П. Левушкин, С.Б. Бондарь. – Ульяновск: УВАУ ГА(И), 2011. - 140 с.

8. Мещеряков, А.В. Тип телосложения как возможный маркер заболеваний и особенностей организации двигательной активности студентов / А.В. Мещеряков, С.П. Левушкин // Спортивная медицина: наука и практика. – 2015. – №1. – С. 61-67.

9. Никитюк Б.А. Современное состояние учения о конституции детей и подростков / Б.А. Никитюк, С.С. Дарская // Оценка типов конституции детей и подростков. – М., 1975. – С. 13 – 29.

10. Тамбовцева Р.В. Возрастные изменения типов телосложения школьников // Ж. Новые исследования. – 2010. - №1. – с.84-90

11. Тамбовцева Р.В. Общие и частные закономерности возрастного развития энергообеспечения мышечной деятельности // Ж. Новые исследования. – 2011. - №2. – с.73-83

12. Тамбовцева Р.В., Взаимосвязь аэробной и анаэробной производительности с ростом костной, мышечной и жировой тканей у школьников от 7 до 17 лет // Вестник спортивной науки. – 2011. - №5. – с.29-34.

13. Тамбовцева Р.В. Биохимические особенности онтогенетического развития энергообеспечения мышечной деятельности // ж. Новые исследования. – 2014. - №1. – с.67-74.

10. Heath V.H., Carter L. A modified somatotype method // Am. J. Phys. Anthropol. – 1967. – V. 27. – P. 57 – 74.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ ЦЕНТРАЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ И РЕАКЦИИ ГЕМОДИНАМИКИ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ – ПЛОВЦОВ 13-14 ЛЕТ

Васильева Р.М.¹ – к. б. н., ст. научный сотрудник.

Войтенко Ю.Л.² – к. п. н., доцент.

Колесов А.Д.² – к. б. н., доцент.

Шакина Е.Е.² – доцент.

¹ *ФГБНУ «Институт возрастной физиологии» Российской академии образования, Россия, Москва.*

² ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма», Россия, Москва.

w.rm@yandex.ru

Аннотация. Определяли реакции центральной гемодинамики на велоэргометрические нагрузки у мальчиков и девочек 13-14 лет, систематически занимающихся спортом. У детей регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС). Ударный объем крови (УОК) и минутный объем крови (МОК) определяли методом тетраполярной реоплетизмографии по Kubicek W.G. Выявлены принципиальные различия в динамике изменения УО и МОК у мальчиков и девочек. Такие различия в пубертатный период определяются разными темпами полового созревания и особенностями формирования у них аэробных механизмов мышечной деятельности.

Ключевые слова: физическая нагрузка, центральная гемодинамика, кровообращение, юные спортсмены.

METHODICAL APPROACHES TO THE STUDY OF CENTRAL CIRCULATION AND THE RESPONSE OF HEMODYNAMICS TO THE PHYSICAL EXERCISE OF YOUNG ATHLETES – SWIMMERS 13-14 YEARS OLD

Vasilyeva R.M. – C. of B. S., Senior Researcher.

Voitenko Yu.L.² – C. of B. S., Associate Professor.

Kolesov A.D.² – C. of B. S., Associate Professor.

Shakina E.Ye.² – Associate Professor.

¹ FGBNU «Institute of Developmental Physiology», RAO, Moscow.

² FGBNU VPO «Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism», Moscow.

Abstract. This study was conducted to determine cardiovascular responses to cycle ergometer exercise in boys and girls 13-14 years old, who are regularly engaged in sports. Stroke volume and minute volume of blood circulation were measured with the help of W.G.Kubicek's plethysmography. Differences in the stroke volume and minute volume of blood circulation in boys and girls are revealed. Such differences result from different speed of sexual maturation and specific formation of aerobic muscle activity.

Keywords: physical exercise, central hemodynamics, blood circulation, young athletes.

Введение. При адаптации организма к мышечной деятельности необходимый уровень кровоснабжения работающих мышц, доставку к ним кислорода и выведение продуктов метаболизма обеспечивает повышение минутного объема крови (МОК). Обнаружено, что с увеличением мощности работы МОК возрастает, причем его повышение в зависимости от нагрузки носит линейный характер. Величину МОК при работе наряду с ЧСС определяет подъем ударного объема (УО) сердца. Закономерности изменения УО при физических нагрузках у детей и подростков до настоящего времени остаются недостаточно выясненными. Показано, что УО возрастает по мере увеличения нагрузки вплоть до достижения некоторых максимальных значений, которые определяются характером выполняемой работы и индивидуальными особенностями ребенка [12]. Невозможность значительного увеличения МОК у детей авторы связывают с тем, что УО у них еще не достигает величин взрослого человека из-за меньших размеров сердца и мощности сердечной мышцы. Увеличение МОК у детей при выполнении физических нагрузок происходило за счет более значительного учащения пульса при менее выраженном возрастании УО.

Наиболее действенным средством повышения функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы (ССС) растущего организма, как известно, является тренировка, о чем свидетельствуют результаты исследований юных спортсменов [17]. Установлено, что занятия спортом положительно влияют на развитие системы кровообращения ребенка и ее приспособительные реакции. Происходит улучшение регуляции функций, определяющих адаптацию к физическим нагрузкам, что проявляется в возможности более длительно поддерживать достигнутый рабочий уровень ЧСС, МОК и в ускоренном протекании процессов восстановления [17].

Тем не менее, до настоящего времени испытывается недостаток знаний о функциональных возможностях детского организма и его ССС на разных этапах возрастного развития, особенно в подростковом возрасте. Исследование этих аспектов может иметь важное значение для адекватной организации физического воспитания детей и подростков в условиях общеобразовательной школы и детско-юношеского спорта.

Цель исследования – оценить и проанализировать состояние центральной гемодинамики при мышечной деятельности у юных спортсменов – мальчиков и девочек 13-14 лет.

Материал и методы исследования. При решении задачи было проведено экспериментальное исследование реакций центральной гемодинамики в ответ на стандартную физическую нагрузку у 12 мальчиков (М) и 10 девочек (Д) – спортсменов-пловцов в возрасте 13-14 лет. Испытуемыми занимались в спортивной секции по плаванию при РГУФКСМиТ, и имели 1-2 взрослый спортивный разряд по плаванию.

Параметры физического развития (длину и массу тела) измеряли в лаборатории непосредственно перед началом тестирования. АД определяли в покое и на 1-й и 3-й минутах после нагрузки.

Процедура исследования включала выполнение стандартной велоэргометрической нагрузки, составлявшей в среднем $1,85 \pm 0,25$ Вт/кг на кг веса ребенка (примерно 100 Вт) длительностью 3 мин. и этапом восстановления после физической нагрузки 8-10 мин.

В ходе эксперимента непрерывно регистрировали ЭКГ в I-ом отведении и реокардиограмму грудной клетки, позволяющей измерять текущие значения УО сердца и МОК. Ударный объем сердца определяли с помощью методики тетраполярной импедансной реоплетизмографии в модификации Кубичека [4]. С этой целью для записи был использован компьютерный реограф «Рео-Спектр». Достоинствами этого метода является атравматичность, возможность проведения длительной, непрерывной регистрации УО в динамике.

Для теоретического обоснования применения этого метода был проведен всесторонний анализ современной зарубежной и отечественной литературы по использованию реографии для исследования центральной гемодинамики [10].

Известно, что при изучении УО и МОК при физических нагрузках у детей возникают методические трудности. Большинство известных на сегодняшний день в мире методов позволяет в основном измерять МОК и УО только в покое или спустя какое-то время после работы (ЭхоКГ). Они обладают инвазивностью (прямой метод Фика, метод терморазведения) или громоздки (рентгенокардиография).

Как показал анализ литературы, в последние десятилетия в развитых странах всего мира наблюдается повышенный интерес к инструментальным средствам бескровного неинвазивного исследования насосной функции сердца. В связи с этим, метод реокардиографии (РКГ) повсеместно приобретает все более широкое распространение и завоевывает все большее число сторонников [1]. В настоящее время продолжают теоретические разработки метода. Ведется работа над усовершенствованием и испытанием существующих систем

регистрации РКГ. Создаются все новые поколения импедансных РКГ, проводится их апробация. Одновременно с этим метод широко применяется на практике [6]. Метод РКГ широко используется в медицине: во взрослой и педиатрической кардиологии, в отделениях интенсивной терапии, где есть необходимость длительного динамического наблюдения за состоянием гемодинамики больного [2, 7].

Хорошая переносимость, достаточно высокая точность результатов делает метод полезным и привлекательным в отделениях функциональной диагностики при проведении проб, клинических испытаний и диагностики функционального состояния сердечно-сосудистой системы у взрослых, детей и подростков [3, 5, 9].

РКГ особенно широко востребован и применяется, когда важны относительные изменения показателей ССС. В последнее десятилетие этот метод широко используют при проведении научных физиологических и медико-биологических исследований в лабораторных условиях при тестах с дозированной динамической физической нагрузкой. Отмечаются большие возможности, которые предоставляет РКГ для изучения кровообращения при мышечной деятельности [3].

Неинвазивность метода особенно важна при обследовании детей, поэтому РКГ незаменима при проведении исследований на здоровых детях, например, в детской спортивной физиологии [5, 8]. Многие исследователи оценили надежность грудной импедансной реографии для определения УО и СВ во время велоэргометрических нагрузок у детей и подростков – мальчиков и девочек. Они подчеркивают, что метод РКГ сочетает в себе значительные преимущества: простота эксплуатации и получение надежных результатов. Особенно ценным является то обстоятельство, что этот метод позволяет регистрировать изменения УО от удара к удару. Это дает возможность детально изучать переходные процессы от покоя к работе, подробно анализировать гемодинамику в процессе нагрузки и в раннем восстановительном периоде, а также обстоятельно исследовать механизмы увеличения УО при физической нагрузке [5, 9].

Таким образом, на сегодняшний день существует большое число исследований, которые доказывают, что РКГ является точным, действительно надежным и многообещающим методом для мониторинга относительных изменений гемодинамики во многих клинических ситуациях и при физиологических исследованиях сердечной деятельности.

Результаты исследования. Прежде всего, отметим, что в покое перед работой девочки имели несколько более высокую ЧСС и более низкий УО по сравнению с мальчиками (табл. 1), что согласуется с литературными данными [11, 16]. В состоянии покоя ЧСС составляла у девочек $89,4 \pm 11,85$, а у мальчиков $80,9 \pm 5,99$ уд./мин., а УО – $58,6 \pm 12,61$ мл и $70,6 \pm 7,85$ мл соответственно. Значения ударного индекса (УИ) у девочек были также несколько ниже, чем у мальчиков. Однако величина МОК в покое до работы у мальчиков и девочек различалась незначительно: у мальчиков его значения составляли $5,7 \pm 1,08$, л/мин, у девочек – $5,2 \pm 1,10$, л/мин. Однако из-за большого разброса индивидуальных данных, эти различия оказались не достоверны.

Таблица 1. Показатели физического развития и гемодинамики в покое у спортсменов-пловцов в возрасте 13-14 лет

Показатели	Мальчики		Девочки	
	М	$\pm m$	М	$\pm m$
Рост, см	168,3	5,51	160,35	4,95
Вес, кг	54,5	4,27	48,55	5,69
ИМТ	19,2	0,73	18,85	1,46
САД, мм.рт.ст.	118,8	6,22	111,4	7,43
ДАД, мм.рт.ст.	75,4	5,08	70,7	8,37
ЧСС, уд./мин.	80,9	5,99	89,4	11,85
УОК, мл	70,6	7,85	58,6	12,61
МОК, л/мин.	5,7	1,08	5,2	1,10
УИ, мл/(м*м)	47,0	7,86	39,9	9,76
Нагрузка, Вт/кг	1,85	0,14	1,85	0,37
Стаж	5,43	1,18	6,7	1,62
Разряд	1,50	0,50	1,4	0,49

В процессе физической нагрузки все показатели достаточно резко повышаются. С первых секунд вхождения в работу как у мальчиков, так и у девочек наблюдалось увеличение всех параметров кровообращения, динамику которых можно подробно, в деталях проследить с помощью метода РКГ (табл. 2).

К концу первой минуты ЧСС увеличивается как у М, так и у Д в среднем на 53,3% – 55,8%, а к 1,5 – 2 мин. работы выходит на свои максимальные для этой нагрузки значения и далее, до конца работы, находится на уровне $132,4 \pm 9,0$ уд./мин. у мальчиков и $147,0 \pm 13,3$ уд./мин. у девочек.

Таким образом, ЧСС у М и у Д увеличивается в работе по отношению покою почти в равной степени. Поэтому весь период работы, как и в покое, ЧСС у Д примерно на 10 уд./мин. превышает этот показатель у М. К концу третьей минуты перед окончанием работы эти различия у М и Д еще немного увеличиваются.

Прирост УО в работе по сравнению с покоем у мальчиков был меньше, чем у девочек: в среднем он составлял у мальчиков 11,8%, а у девочек – 32,6%. В результате, несмотря на то, что в покое у Д фиксировали более низкий УО, весь период работы УО имел у М и Д одинаковые значения.

МОК при работе по сравнению с покоем прирастал у Д намного больше, чем у М (на 117,6%-138,9% и 76,3%-68,7% соответственно). В результате оказалось, что на 2-3 минуте работы величина МОК у Д была выше, чем у М. В этот период у Д его величины составляли 11,15 – 11,97 л/мин., у М – $9,90 - 9,47 \pm 2,8$ л/мин.

Таблица 2. Изменение показателей гемодинамики у детей 13-14 лет при стандартной физической нагрузке (VELOЭРГОМЕТРИЯ)

		Мальчики (n=12)						Девочки (n=10)					
Время (мин.)		ЧСС (уд./м)		УО (мл)		МОК (л/мин.)		ЧСС (уд./м)		УО (мл)		МОК (л/мин.)	
		М	±m	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m
До работы		83,3	5,3	67,4	7,6	5,4	0,9	91,3	9,9	57,1	13,4	5,1	1,2
Работа	0,5	118,6	10,2	66,4	6,7	7,8	0,7	124,8	11,2	61,1	13,3	8,7	1,7
	1	127,6	7,9	72,6	10,2	9,2	1,5	139,9	11,0	66,3	14,2	10,1	2,8
	1,5	132,3	9,0	78,2	9,9	10,3	1,7	142,2	13,3	75,0	11,7	10,6	3,0
	2	132,4	8,2	75,4	10,3	9,9	1,9	147,0	12,5	75,7	13,6	11,1	3,8

	3	120,2	10,1	78,2	9,0	9,5	1,8	147,3	11,4	79,8	13,8	12,0	3,1
Окончание работы													
Восстановление	0,5	106,4	8,8	76,6	11,1	8,1	2,6	131,1	13,5	88,0	14,5	11,0	2,1
	1	101,2	10,6	77,9	11,5	7,9	1,7	121,6	14,5	89,5	13,3	8,9	3,9
	3	86,9	8,7	68,7	10,9	5,9	1,0	103,8	10,3	64,2	13,8	6,3	2,2
	5	83,9	9,7	68,8	10,9	5,7	1,1	97,3	11,5	61,0	14,0	5,7	2,4

Первые 2-3 минуты реституции ЧСС несколько медленнее восстанавливалась у девочек по сравнению с мальчиками. Тем не менее, к 5 минуте ЧСС и УО у тех и у других практически приходили к уровню покоя.

Таким образом, весь период работы у всех детей МОК, отвечающий запросам организма при выполнении нагрузки, поддерживался достаточно рациональным образом – за счет увеличения УО при относительно невысоком приросте ЧСС.

При этом у девочек 13-14 лет в период пубертата изменения УО при работе были более выражены, чем у мальчиков. Как указывают литературные данные, это обусловлено значительным увеличением массы миокарда и толщины стенок левого желудочка, достоверным увеличением конечно-диастолического размера и объема полости левого желудочка, которые отмечаются у девочек в период интенсивного полового созревания [16]. Сердечный выброс менялся у девочек при нагрузке почти с той же закономерностью, что и УО. В 13-14 годам сердечный выброс у девочек превосходил уровень этого показателя у мальчиков во время работы.

Таким образом, оказалось, что, выполняя одинаковую с мальчиками (в пересчете на кг веса тела) нагрузку, девочки проявляли большие сдвиги и большее напряжение со стороны ССС [11].

Как указывают литературные данные, работоспособность детей зависит не только от функциональных возможностей аппарата центрального кровообращения, но и в значительной мере определяется развитием энергетики их скелетных мышц в этот период. Это еще раз подчеркивает ведущую роль метаболизма мышц в регуляции деятельности функциональных систем организма в процессе срочной адаптации к физической нагрузке [15]. Различия

в динамике изменений показателей центрального кровообращения у мальчиков и девочек в пубертатный период определяются разными темпами полового созревания [13] и особенностями формирования у них механизмов аэробного энергообеспечения мышечной деятельности [14, 15].

Выводы

1. Проведено экспериментальное исследование (с участием 20 испытуемых школьников – спортсменов-пловцов в возрасте 13-14 лет) центральной гемодинамики методом тетраполярной реографии до и после стандартной физической нагрузки (велоэргометрия).
2. Выявлены закономерные сдвиги в системе кровообращения подростков при выполнении ими стандартизованных физических нагрузок.
3. Показаны существенные различия – как в ряде параметров, так и в реакциях на физическую нагрузку у мальчиков и девочек – спортсменов 13-14 лет.
4. В ходе исследования обнаружены существенные индивидуальные особенности реакции гемодинамики на физическую нагрузку. При этом показано, что высокая межиндивидуальная вариативность в большей степени выражена у девочек, чем у мальчиков.
5. Полученные данные в перспективе могут быть использованы при выработке персонализированных режимов двигательной активности в процессе физического воспитания и иметь значение для организации спортивной подготовки на этапе детско-юношеского спорта.
6. Дальнейшие работы будут направлены на сбор более объемного материала, который позволит осуществить классификацию и типологизацию индивидуальных реакций испытуемых на внешние воздействия, активирующие энерговегетативные функции организма.
7. Представленный материал может быть полезен для преподавателей физической культуры общеобразовательных школ, медицинских работников, привлеченных к обеспечению врачебного контроля при занятиях физической культурой и спортом детей школьного возраста, а также для работников детско-юношеских спортивных школ.

Библиография

1. Albert N.M. Bioimpedance cardiography measurements of cardiac output and other cardiovascular parameters. Crit Care Nurs Clin North Am. Jun;18(2):195-202
2. Almeida Junior GL, Xavier SS, Garcia MI, Clausell N. Hemodynamic assessment in heart failure: role of physical examination and noninvasive methods. Arq Bras Cardiol. 2012 Jan; 98(1):e15-21.

3. Bogaard HJ, Woltjer HH, van Keimpema AR, et al. Prediction of peak oxygen uptake in men using pulmonary and hemodynamic variables during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Mar; 32(3):701-5.
4. Kubicek W.G., The Minnesota impedance cardiograph theory and applications // *Biomed. End.* 1974. V.9.P.410.
5. Pianosi PT. Measurement of exercise cardiac output by thoracic impedance in healthy children. *Eur J Appl Physiol.* 2004 Aug; 92(4-5):425-30.
6. Shoemaker WC, Wo CC, Chien LC, et al. Evaluation of invasive and noninvasive hemodynamic monitoring in trauma patients. *J Trauma.* 2006 Oct;61(4):844-53.
7. Taylor K, La Rotta G, McCrindle BW, et al. Comparison of cardiac output by thoracic impedance and direct fick in children with congenital heart disease undergoing diagnostic cardiac catheterization. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2011 Oct;25(5):776-9.
8. Turley KR., Wilmore J.H. Cardiovascular responses to treadmill and cycle ergometer exercise in children and adults. . *J. Appl. Physiol.* – 1997 –83 (3): 948-957.
9. Welsman J, Bywater K, Farr C, et al. Reliability of peak VO₂ and maximal cardiac output assessed using thoracic bioimpedance in children. *Eur J Appl Physiol.* 2005 Jun; 94(3):228-34. Epub 2005 May 26.
10. Васильева Р.М. Реография – неинвазивный метод исследования кровообращения у детей и взрослых: успехи и перспективы. // *Физиология человека*, – 2017, – том 43, № 2, – с. 125–136.
11. Васильева Р.М. Функциональные перестройки центральной гемодинамики в процессе полового созревания // *Новые исследования (альманах)*. – 2015. – №2 (43). – С.41 – 55.
12. Карпман В.Л., Любина Б.Г. Динамика кровообращения у спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 135 с.
13. Колесов Д.В., Сельверова Н.Б. Физиолого-педагогические аспекты полового созревания – М.: Педагогика, 1978 – 224 с.
14. Корниенко И.А., Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В., и др. Возрастное развитие скелетных мышц и физической работоспособности // *Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты*. М., 2000. С. 209.
15. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности онтогенезе. М. 2011. – 368 с.
16. Физиология развития ребенка (теоретические и прикладные аспекты) / Под ред. М.М.Безруких и Д.А.Фарбер. – М.: РАО, 2000. – С. 148-150, 217-237.
17. Хрущев С.В. Влияние систематических занятий спортом на сердечно-сосудистую систему юных спортсменов // *Детская спортивная медицина*. М.: Медицина, 1991. С. 128.

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА ПРИ ПЕРЕХОДЕ ЧЕРЕЗ АНАЭРОБНЫЙ ПОРОГ

Воробьев В.Ф., к.б.н., доцент

Череповецкий государственный университет, Россия, г.Череповец

vovofo@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема уточнения концепции анаэробного порога. Проанализированы данные литературных источников и материалы собственных наблюдений. Высказано предположение о необходимости учета при разработке технологий оценки значений анаэробного порога по вентиляционным показателям возрастных, типологических и индивидуальных особенностей взаимодействия функциональных систем организма.

Ключевые слова: анаэробный порог, функциональные системы, индивидуальные особенности.

REORGANIZATION OF INTERACTION OF ORGANISM'S FUNCTIONS UPON TRANSITION THROUGH THE ANAEROBIC THRESHOLD

VorobjovVladislav F.

Cherepovets State University, Cherepovets, Russia

Summary. In article the problem of specification of the concept of an anaerobic threshold is considered. Data of references and materials of characteristic observations are analyzed. It is suggested about need of the account when developing technologies of an assessment of values of an anaerobic threshold for ventilating indexes of age, typological and specific features of interaction of organism's functions.

Keywords: anaerobic threshold, systems of functions, specific features.

Введение. Концепция Р. Маргария о трех источниках и, соответственно, трех составных частях (мощность, емкость и экономичность) энергетического обеспечения оказалась очень продуктивной. Особенности их взаимодействия у лиц различного пола, возраста и спортивной специализации в разных зонах мощности изучалась на протяжении последних десятилетий.

Выявлена зависимость максимальной мощности физической работы различного характера энергообеспечения с уровнем реакции кардиореспираторной системы в условиях стандартных тестирующих нагрузок малой и средней аэробной мощности [9]. Показано возможность определения анаэробного порога по данным легочной вентиляции и вариативности

кардиоинтервалов [10]. Выведена математическая формула, позволяющая определить порог анаэробного обмена, приняв за основу положение о линейной зависимости между нагрузкой с одной стороны и ЧСС, и ПАНО с другой стороны [3]. Используются различные методы для определения порогов, ограничивающих разные зоны мощности. В исследовании [12] анаэробный порог определяли автоматически по данным газоанализатора (метод V-наклона по Биверу) или (в случае явно неадекватной оценки) вручную по графику отклонения легочной вентиляции от ЧСС.

Тем не менее, гипотеза лактатного порога, к которому привязывают вентиляционный порог, подвергается критике в связи с множеством противоречий и неточностью неинвазивных методов определения величины анаэробного порога [5]. Точка респираторной компенсации, по которой можно определить вентиляционный порог, хотя и лежит в области анаэробного лактатного порога, но ей не идентична [8]. В. Киндерман, изучавший на протяжении многих десятилетий энергетику мышечной деятельности, указывает, что большинство пороговых моделей не нашли достаточного подтверждения. Такая разноречивость трактовок неизбежна в интенсивно развивающейся научной области. Накопление фактического материала с неизбежностью приводит к уточнению исходных положений и формулировке новых задач исследования.

По нашему мнению, перспективно осмысление приведенных фактов на основе концептуального подхода радикального конструктивизма [7]. В рамках этого эпистемологического подхода термины не имеют самодостаточного значения, а лишь являются конструктами. Ключевым термином является пригодность. В этой связи важно выяснить, насколько предлагаемые модели пригодны в возрастном и конституциональном аспекте. Показаны закономерные изменения характера энергообеспечения мышечной деятельности у детей и подростков, отличающихся своим телосложением. Построение единых моделей, осложняется однозначно не предсказуемым влиянием спортивной специализации или гиподинамии. Так, нами не выявлено преобладание анаэробной энергетики в беговых тестах у эурисомных школьников [6]. Отсюда целью нашего исследования явилась оценка перспективности конституционального подхода в развитии концепции анаэробных порогов.

Методы и организация исследования. Двадцать мальчиков 10 – 11 лет, отнесённых к основной группе по состоянию здоровья, выполняли работу ступенчато возрастающей мощности на велоэргометре KE-11. Регистрация УОК осуществлялась с помощью реографа РПГ2-02 по общепринятой методике в модификации В.М. Король. Определение процентного содержания кислорода и углекислого газа в выдыхаемом воздухе определяли с помощью интерферометра «Цейс». Регистрировались частота и объём дыхания, частота сердечных сокращений, процентное содержание кислорода и углекислого газа в

выдыхаемом воздухе. Определяли корреляционные связи при нагрузках ниже и выше индивидуального анаэробного порога между параметрами функциональных систем: дыхательной системы – ЧД, МОД, параметрами сердечно-сосудистой системы — ЧСС, УО, комплексных показателей, отражающих изменения сердечно-сосудистой и дыхательной систем, — кислородного пульса, гемодинамического эквивалента и энергетических параметров — величины потребления кислорода, дыхательного коэффициента.

Результаты исследования и их обсуждение. Нами выявлено 3 типа модификации связей в ответ на закономерные изменения в характере межсистемных взаимодействий при ступенчато повышающейся нагрузке.

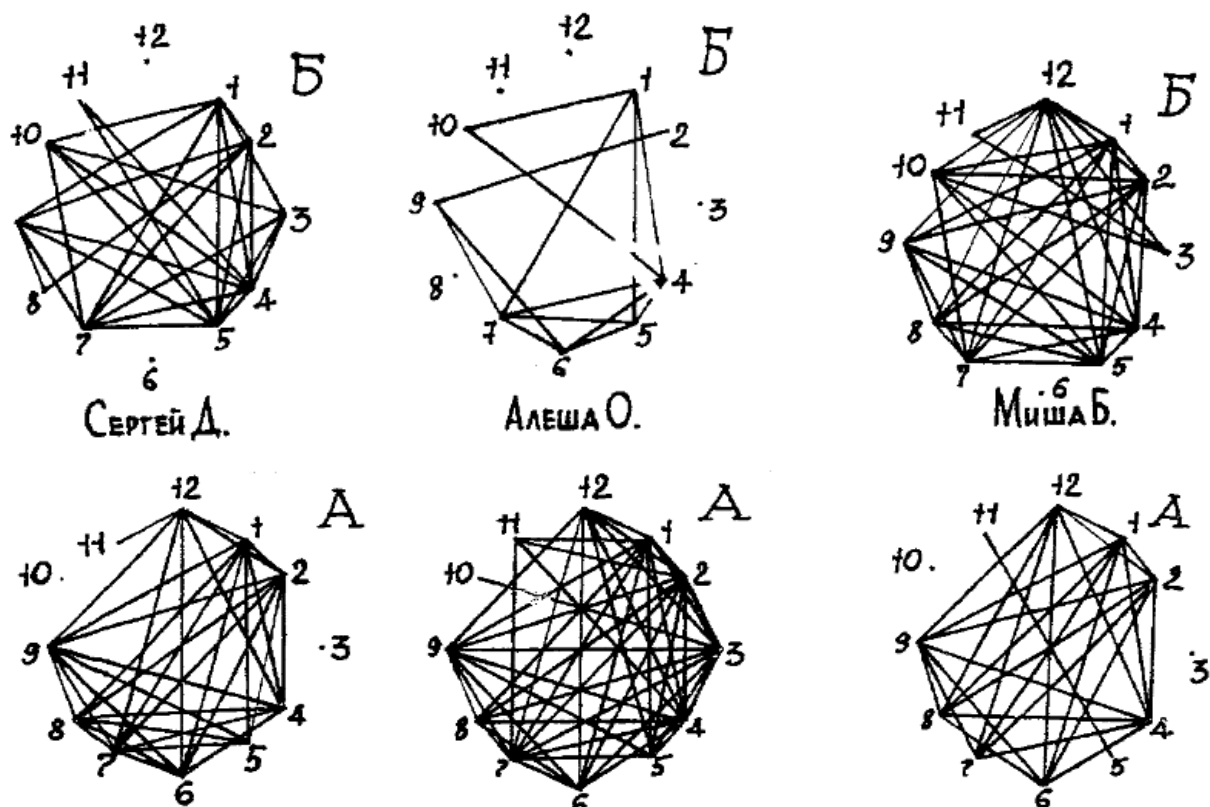


Рис. Изменение характера связей функциональных систем организма при переходе через первый анаэробный порог.

I тип изменений характера связей выявлен у 3 мальчиков. Он, в частности выявлен у Сергея Д, и характеризуется незначительным снижением числа и степени тесноты связей между энергетическим и вегетативными параметрами. У трех мальчиков зарегистрированы выше среднего значения потребления кислорода на уровне первого анаэробного порога и выше среднего значения индивидуального МПК. Перегруппировка и небольшое снижение числа связей может трактоваться как изменение структуры функциональной

системы, направленное на ее устойчивое функционирование в изменившихся условиях. Наличие пластичных связей увеличивает надежность работы функциональной системы. Этот тип изменений числа и степени тесноты связей между вегетативными и энергетическими показателями признаны нами наиболее благоприятными.

II тип изменений между рассматриваемыми параметрами определяется заметным уменьшением количества связей. Он выявлен у 11 мальчиков. На рис. представлен индивидуальный вариант Алеши. У него не выявлена взаимозависимость между минутным объемом кровотока и кислородным пульсом, между частотой дыхания и потреблением кислорода. Отсутствие взаимозависимости между многими показателями сердечно-сосудистой и дыхательной систем указывает на нарушение работы единой функциональной надсистемы. По характеру перегруппировки и снижению числа связей возможно выделение отдельных подтипов. Меньшие рабочие возможности испытуемых, выявленные в ходе обследования, указывают, что такая динамика сопряжения уступает в эффективности первому типу.

III тип модификации связей характеризуется увеличением их числа, причем, несмотря на общее увеличение сопряжения, некоторые параметры не имеют статистически достоверной взаимосвязи ни с одним из рассматриваемых показателей. Такой тип модификации зарегистрирован у Миши Б и других мальчиков, у которых обнаружены средние и ниже среднего значения потребления кислорода на уровне первого анаэробного порога и ниже среднего значения индивидуального МПК. Низкие рабочие возможности детей этой группы позволяют заключить, что такая динамика сопряжения наименее благоприятна для устойчивого выполнения мышечной работы. Увеличение числа и степени тесноты связей снижает возможности постоянной коррекции работы сердечно-сосудистой и дыхательной систем в условиях аэробно-анаэробного перехода.

Предложенная нами трехчленная группировка является наиболее простой и на первых порах достаточно пригодной. Тем не менее, возможна и более дробная группировка. Дело в том, что та же самая концентрация лактата крови может отражать индивидуальную метаболическую ситуацию [8]. Необходимо учитывать и метаболизм лактата в покое. Исходные отличия кислотно-основного состояния и буферной емкости цельной крови спортсменов высокой квалификационной группы ведут к изменению динамики закисления при повышающейся концентрации лактата [1]. Авторы установили также отличия спортсменов и по емкости гидрокарбонатной буферной системы.

Принимая критику концепции лактатного порога, Ю.И. Брель с позиции пригодности отмечает её практическую ценность [5]. Индивидуальные значения анаэробных порогов позволяют оценивать работоспособность и уровень физической подготовки спортсменов. В настоящее время появляются

все больше данных о индивидуальном своеобразии биохимической конституции. В исследовании выполненным под руководством В.Д. Сонькина [2] выявлено большое индивидуальное разнообразие в поддержании температурного гомеостаза, аэробной производительности и уровня лактата в крови.

Выводы

В настоящее время появляются все больше данных об индивидуальных особенностях функционирования организма при различных видах деятельности. Нельзя не согласиться с мнением В.Д. Сонькина, что необходим переход от единой идеализированной обобщенной схемы функционирования организма к изучению индивидуализированных конституционально обусловленных моделях биохимических и физиологических процессов. Наши исследования особенностей взаимодействия функциональных систем организма при переходе через анаэробный порог подтверждают своевременность индивидуального подхода. На первых порах, по нашему мнению, индивидуализация может осуществляться через типологию с выявлением границы пригодности предлагаемых подходов.

Библиография

1. Абрамочкина Н.Д. Кислотно-основные показатели крови спортсменов различных квалификационн / Н. Д. Абрамочкина, В. Б. Соловьев, М. Т. Генгин и др. //Вестник Пензенского государственного университета. 2015. № 4 (12). С. 85-91.
2. Акимов Е.Б., Температурный портрет человека и его связь с аэробной производительностью и уровнем лактата в крови /Е.Б. Акимов, Р.С., Андреев, Ю.Н. Каленов и др. //Физиология человека. 2010. Т. 36. № 4. С. 89-101.
3. Астахов А.В., Матчинова Н.В.Определение индивидуального значения анаэробного порога, как дозатора интенсивности тренировочной нагрузки при выполнении интервальной тренировки для коррекции веса тела //Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. Серия: Педагогика. Психология. Социальная работа. Ювенология. Социокинетика. 2015. Т. 21. № 4. С. 239-240.
4. Астахов, А.В. Усовершенствованная методика экспресс-тестирования анаэробного порога / А.В. Астахов, В.В. Щеголев //Вестник Калужского университета. 2014. № 2 (23). С. 45-46.
5. Брель Ю.И.Взаимодействие и адаптация систем энергообеспечения скелетных мышц при физических нагрузках //Проблемы здоровья и экологии. 2014. № 3 (41). С. 47-53.

6. Воробьев В.Ф. Использование модели Мюллера-Корниенко для оценки энергетики мышечной деятельности у детей лептосомного и эурисомного телосложения //Новые исследования. 2009. № 4 (21). С. 37-47.
7. Воробьев В.Ф. Теоретическое обоснование использования физиологических конструкторов в практике физического воспитания //Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2014. № 2 (108). С. 44-49.
8. Киндерман В. Стандарты спортивной медицины анаэробный порог //Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2009. № 9. С. 54-57.
9. Лысенко Е.Н. Прогнозирование физической работоспособности и реакций кардиореспираторной системы при нагрузках аэробного характера у спортсменов высокого класса //Вестник спортивной науки. 2013. № 4. С. 33-38.
10. Селуянов В.Н. Определение анаэробного порога по данным легочной вентиляции и вариативности кардиоинтервалов /Селуянов В.Н., Калинин Е.М., Пак Г.Д. и др. //Физиология человека. 2011. Т. 37. № 6. С. 106-110.
11. Тамбовцева Р.В. Общие и частные закономерности возрастного развития энергообеспечения мышечной деятельности //Новые исследования. 2011. Т. 1. № 27. С. 73-83.
12. Феофилактос, В.В. Физическая подготовленность и развитие верхних конечностей у лыжников-гонщиков высокой квалификации в различные возрастные периоды /В.В. Феофилактос, Е.Б. Мякинченко, И.А. Артамонова //Вестник спортивной науки. 2015. № 2. С. 12-17.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ШКОЛЬНИКОВ

Левушкин С.П., д.б.н., профессор

Бувашкин О.Е., Комлев М.А.

*Российский государственный университет физической
культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), г. Москва*

levushkinsp@mail.ru

Аннотация. В работе представлено описание компьютерной программы «Мониторинг здоровья школьников», позволяющей проводить мониторинг различных компонентов физического состояния школьников; получать целостное многостороннее представление о функциональном состоянии организма школьников, о симптомах патологических изменений, происходящих в организме; выполнять статистическую обработку полученных данных и

представление в цифровых выражениях и наглядном графическом изображении; на основе анализа полученных данных предлагать индивидуальные рекомендации лечебно-профилактической направленности.

Ключевые слова: информационные технологии, здоровье, мониторинг, школьники.

USE INFORMATION TECHNOLOGIES FOR MONITORING HEALTH OF SCHOOLCHILDREN

Levushkin S.P., Buvashkin O. E., Komlev M. A.
*The Russian State University of Physical Culture, Sports,
Youth and Tourism (GTSOLIFK), Moscow*

Abstract. The computer program "Monitoring Health of Schoolchildren" is reviewed. It allows to carry out monitoring of various components of schoolchildren`s physical condition; to obtain a full picture of schoolchildren`s functional condition, symptoms of the pathological changes happening in an organism; to carry out statistical processing of the obtained data and representation in digital expressions and evident graphic representation; to offer individual recommendations for treatment and prevention based on the analysis of the obtained data.

Keywords: information technologies, health, monitoring, schoolchildren.

Введение. Сохранение и укрепление здоровья подрастающего поколения является важнейшей задачей государства. Однако в последние годы наметилась устойчивая тенденция снижения уровня физического развития и здоровья школьников (Блинков С.Н., 2002; Кучма В.Р., 2002; Левушкин С.П. и соавт., 2005, 2009, 2012 и др.). Оценка состояния и тенденций здоровья современных школьников свидетельствует о серьезном неблагополучии, которое может привести к существенным ограничениям в реализации ими в будущем биологических (воспроизводство) и социальных функций. И в этом случае речь идет уже не просто о состоянии здоровья подрастающего поколения, а о будущем России (М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, 2003).

При решении задач укрепления и сохранения здоровья важную роль играет мониторинг их морфофункционального развития и физического здоровья, который позволяет решать такие важные задачи, как создание баз данных о различных компонентах здоровья, установление факторов, оказывающих на него негативное влияние, разработка, организация и реализация оздоровительных и профилактических мероприятий. Успешному проведению мониторинга морфофункционального развития и здоровья школьников будет способствовать

использование современных компьютерных технологий. Об этом свидетельствуют опыт развитых стран, где информационные технологии и оздоровительные системы развиваются наиболее динамично и вложения в них считаются наиболее эффективными (Зайцева В.В., Сонькин В.Д., 2000).

В связи с этим нами разработаны и внедрена компьютерная программа «Мониторинг здоровья школьников», обеспечивающие оценку и коррекцию физического состояния и функциональных возможностей организма учащихся. Данная программа получила широкое распространение в деятельности ряда школ Ульяновска, Липецка и Москвы. Внедрение этих программ в практику позволило создать компьютерные базы данных, включающие результаты обследований более 30000 школьников нашего региона. Эти данные были использованы нами при разработке стандартов морфофункционального развития и физической подготовленности учащихся (С.П. Левушкин и соавт., 2012, Р.В. Тамбовцева., 2011).

В настоящее время завершена работа над реализацией проекта по созданию компьютерной программы мониторинга и коррекции морфофункционального развития и здоровья школьников, которая состоит из 9 основных разделов: ввода информации («паспортных» данных и результатов обследований; общей информации; вычисления индексов и интегральных показателей; индивидуального и группового мониторинга; индивидуального и группового рейтинга; статистической обработки введенных данных; корректировки нормативов; отчетов; заключений и рекомендаций.

Созданная компьютерная программа представляет собой многопользовательскую систему, работающую по технологии «клиент-сервер». Это позволит выполнять работу с программой (вводить данные мониторинга, осуществлять их систематизацию, анализ и другие функции) одновременно на большом числе персональных компьютеров. Хранение и обработку данных осуществляет SQL сервер (Firebird). Программа создается в среде программирования Delphi.

Краткое содержание основных разделов компьютерной программы

I. *Блок ввода информации* предусматривает ввод «паспортных» данных учащихся и информации о результатах обследования.

К «паспортным» данным относятся дата обследования; фамилия, имя, отчество, пол, дата и место рождения обследуемого; класс, номер школы, где он обучается. Раздел ввода данных обследования предусматривает ввод информации о физическом развитии, двигательной подготовленности, мышечной работоспособности, состоянии кардиореспираторной системы и опорно-двигательного аппарата, заболеваемости и прививок.

II. *Блок общей информации* предусматривает наличие инструкции пользователя компьютерной программой; протоколов обследований; информации о системе общероссийского мониторинга физического развития и физической подготовленности; сведений об организации медицинских осмотров в образовательном учреждении; информации о всех используемых методах обследований; сведений о критериях распределения учащихся на медицинские группы для занятий физической культурой.

III. *Блок вычисления индексов и интегральных показателей* позволяет рассчитать следующие показатели:

- 1) уровень физического здоровья по Г.Л. Апанасенко;
- 2) адаптационный потенциал по Р.М. Баевскому;
- 3) индекс физического состояния;
- 4) расчет индексов (жизненного; весоростового; двойного произведения; Скибинской; Вerveка; Пинье; Эрисмана);
- 5) расчет ударного объема крови;
- 6) расчет максимального потребления кислорода;
- 7) расчет заболеваемости школьников в случаях, в днях на одного ребенка;
- 8) процент часто болеющих детей;
- 9) процент детей с отклонениями в состоянии здоровья, хроническими заболеваниями;
- 10) процент детей, отнесенных по состоянию здоровья к медицинским группам для занятий физической культурой;
- 11) процент детей, отнесенных к разным группам здоровья;
- 12) показатель привитости.

IV. *Блок мониторинга (индивидуального, группового)*

Данный раздел позволяет осуществлять поиск конкретного школьника (или студента) и проследить за изменениями результатов динамических обследований. При реализации группового мониторинга предварительно осуществляется выбор группы по определенному критерию (регион, школа, класс, пол и т.д.) и просматриваются изменения данных обследований, имеющих в базе данных. Результаты мониторинга представляются как в графическом, так и числовом выражении на протяжении всего пребывания школьников (или студентов) в общеобразовательном учреждении.

V. *Блок индивидуального и группового рейтинга*

Данный блок позволяет представить отдельных школьников (или студентов) и группы учащихся в определенной последовательности в зависимости от средней величины качественной оценки данных физической подготовленности, отдельных индексов физического развития и состояния гемодинамических показателей.

VI. Блок статистической обработки

Раздел позволяет выполнять осуществлять статистическую обработку данных с определением средней арифметической величины, среднего квадратического отклонения и других статистических параметров, необходимых для научных выкладок.

Предполагается формирование базы данных, которая позволит подвергать статистической обработке введенные результаты обследований крупными статистическими системами статистическими пакетами типа «Statistica» и т.п.

VII. Блок корректировки нормативов

Раздел позволяет корректировать нормативы изучаемых показателей в соответствии с региональными стандартами или критериями оценки, необходимыми для оценивания результатов общероссийского мониторинга.

VIII. Блок отчетов

Позволяет систематизировать исследуемых школьников в зависимости от образовательного учреждения, где они обучаются, от возраста, пола, наличия отклонений в состоянии сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, степени развития гемодинамических и физиометрических функций и многих других показателей и осуществлять отчеты о результатах мониторинга по вышеуказанным критериям практически по всем имеющимся в базе данных показателям в виде количественных и процентных величин.

IX. Блок заключений и рекомендаций

Блок позволяет выполнять оценку уровня физического развития, его гармоничности, общей физической подготовленности, мышечной работоспособности, определяет состояние физиометрических и гемодинамических показателей. Для каждого обследуемого школьника компьютерная программа предлагает индивидуальные рекомендации по организации самостоятельных занятий физическими упражнениями с учетом возраста, пола, уровня физической подготовленности, особенностей телосложения. В программе двигательной активности, рассчитанной на восемь недель, учитываются следующие условия: количество физкультурных занятий в

неделю, продолжительность одного занятия, оптимальный пульсовый режим, метод выполнения упражнений, средства физического воспитания. В случае наличия нарушений в состоянии опорно-двигательного аппарата и состоянии сердечно-сосудистой системы предлагает рекомендации лечебно-профилактической направленности.

Таким образом, созданная программа мониторинга позволяет решать следующие задачи:

Выводы

1) осуществлять мониторинг изменений, происходящих в морфофункциональном развитии, физической подготовленности и других показателях здоровья как отдельного обследуемого, так и возрастных, половых и других группах школьников в течение всего периода пребывания в образовательном учреждении;

2) получать целостное многостороннее представление о функциональном состоянии организма школьников и студентов, о симптомах патологических изменений, происходящих в организме, а в ряде случаев и о наличии конкретных заболеваний;

3) оперативно обрабатывать первичную информацию о различных компонентах здоровья и представлять количественную и качественную их оценку;

4) на основе анализа полученных данных предлагать индивидуальные рекомендации лечебно-профилактической направленности;

5) выполнять статистическую обработку полученных данных и представление в цифровых выражениях и наглядном графическом изображении;

6) повысить эффективность медицинских осмотров и двигательного тестирования школьников в образовательных учреждениях.

Библиография

1. Блинков С.Н. Методика реализации индивидуального подхода в физической подготовке школьников-подростков / С.Н. Блинков, С.П. Левушкин // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2002. - № 1. – С. 8-12.

2. Зайцева, В.В. Компьютерные технологии в физическом воспитании / В. В. Зайцева, В. Д. Сонькин // Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты. – М.: Образование от А до Я, 2000. – С. 296-312.

3. Кучма В.Р. Дети в мегаполисе: некоторые гигиенические проблемы / В.Р. Кучма. – М.: Научный центр здоровья детей РАМН, 2002. – 280 с.
4. Левушкин С.П. Динамика физического развития школьников Ульяновска / С.П. Левушкин // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – № 1. – 2005. – С. 56–57.
5. Левушкин С.П. Проблема оптимизации физического состояния школьников средствами физического воспитания / С.П. Левушкин, В.Д. Сонькин // Физиология человека. – Т. 35. – № 1. – 2009. – С. 67–74.
6. Левушкин С.П. Мониторинг физического состояния школьников: монография / С.П. Левушкин, Р.И. Платонова, М.Д. Гуляев, И.И. Готовцев. – М.: Советский спорт, 2012. – 168 с.
7. Методика комплексной оценки и организация системной работы по сохранению и укреплению здоровья школьников. Методические рекомендации / под ред. М.М. Безруких, В.Д. Сонькина. – М.: Издательский дом «Новый учебник», 2003. – 208 с.
8. Тамбовцева Р.В. Физиологические основы развития двигательных качеств // Ж. Новые исследования. 2011. - №1. – с.5-15.

СОСУДИСТАЯ НАГРУЗКА СЕРДЦА И ЦЕНТРАЛЬНАЯ ГЕМОДИНАМИКА У ШКОЛЬНИКОВ ДО 12 ЛЕТ В ПОКОЕ И ПОСЛЕ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЫ

Орел В.Р., к.б.н., доцент

Тамбовцева Р.В., д.б.н., профессор

Филинова Н.В., к.п.н., доцент

Резвушкин С.В., к.п.н.

*Российский государственный университет физической культуры
молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Россия, Москва*

orel.v2010@yandex.ru; ritta7@mail.ru

Аннотация. В данной научной работе исследовалось динамическое взаимодействие сердца и сосудов в покое и после мышечной работы малой мощности у младших школьников с помощью показателей сосудистой нагрузки сердца (эластическое и периферическое сопротивление), которая определяет

динамику изменений основных показателей кровообращения - частоты сердечных сокращений (ЧСС), систолического артериального давления (САД, Ps), ударного объема крови (УО) и минутного кровотока (МОК). Показано что, увеличение сосудистых сопротивлений у школьников статистически достоверно сопряжено со снижением ударного и минутного объемов крови

Ключевые слова: сосудистые сопротивления, масса тела, ударный объем крови, минутный кровоток, ЧСС

VASCULAR LOADING OF THE HEART AND CENTRAL HEMODYNAMICS OF SCHOOLCHILDREN UNDER 12 YEARS AFTER WHILE AND AFTER MUSCLE WORK

Orel V.R., Ph.D., Associate Professor

Tambovtseva R.V., Doctor of Biological Sciences, Professor

Filinoва N.V., Ph.D., Associate Professor

Rezvoshkin S.V. Ph.D.

Russian State University of Physical Culture of Youth and Tourism (GTSOLIFK), Russia, Moscow

Orel.v2010@yandex.ru; ritta7@mail.ru

Annotation.In this scientific work, the dynamic interaction of the heart and blood vessels at rest and after muscle work of low power in younger schoolchildren was studied using cardiac vascular load indices (elastic and peripheral resistance), which determines the dynamics of changes in the main circulatory indices - heart rate, systolic Arterial pressure (SBP, Ps), shock volume of blood (VO) and minute blood flow (IOC). It is shown that, the increase in vascular resistance in schoolchildren is statistically significantly associated with a decrease in shock and minute blood volumes

Key words: vascular resistance, body weight, stroke volume of blood, minute blood flow, heart rate

Введение. Данные о центральной гемодинамике и сосудистой нагрузке сердца у школьников младших классов практически отсутствуют. В то же время, подобные сведения могут быть полезны для понимания возможных изменений в деятельности сердечнососудистой системы при взрослении [13, 11] Особенно важным и весьма интересным вопросом является взаимосвязь показателей

кровообращения с изменениями массы тела, которая в значительной мере является определяющим параметром в условиях быстрого развития организма младших школьников.

Цель работы: Исследовать процесс динамического взаимодействия сердца и сосудов в покое и после мышечной работы малой мощности у младших школьников с помощью показателей сосудистой нагрузки сердца (эластическое и периферическое сопротивление), которая определяет динамику изменений основных показателей кровообращения - частоты сердечных сокращений (ЧСС), систолического артериального давления (САД, Ps), ударного объема крови (УО) и минутного кровотока (МОК).

Методы исследования. В условиях мышечного покоя и при восстановлении после мышечной работы малой мощности у школьников проводились измерения основных показателей центральной гемодинамики: ЧСС, ударный объем крови (УО), длительность периода изгнания (S)[2]. Эти измерения производятся с помощью программно-измерительного комплекса РЕОДИН-504 фирмы МЕДАСС [3] в ходе трехмоментной ортопробы [11,9].

На каждом шаге ортопробы аускультативно измеряется артериальное давление, которое затем в диалоговом режиме вводится в комплекс РЕОДИН-504. На основании данных, архивированных в памяти РЕОДИН-504, на каждом сердечном цикле вычисляются [6] величины периферического (R) и эластического сопротивлений (Ea) артериальной системы.

Результаты и обсуждение. В таблице 1 приведены результаты измерений показателей центральной гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца у школьников в покое и при восстановлении после мышечной работы малой мощности. Согласно таблице 1, ЧСС как в покое, так и при восстановлении находится в зоне тахикардии. Систолическое артериальное давление (табл.1) как в покое, так и при восстановлении нормально по своей величине, но его определенное увеличение после мышечной работы до 124 мм рт. ст. является статистически достоверным [**Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.**]. При этом (табл.1) диастолическое артериальное давление практически не изменяется. Минутный кровоток (табл.1), находящийся в нормоволюмическом диапазоне [2], практически достоверно снизился после выполнения мышечной работы. Ударный же объем крови (УО) при этом в среднем даже несколько увеличился. Периферическое сопротивление (табл.1) при переходе от покоя к восстановлению в среднем снизилось, а эластическое сопротивление в среднем немного возросло.

Таблица 1. Показатели центральной гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца у школьников в покое и при восстановлении после малой нагрузки

Показатель	Покой	После мышечной работы малой мощности	t - Стьюдент
Частота сердечных сокращений (ЧСС), уд/мин	95,40 ± 12,9	100,3 ± 12,4	2,16
Систолическое артериальное давление (САД), мм рт.ст.	118,8 ± 10,9	124,1 ± 8,5	3,09
Диастолическое артериальное давление, мм рт.ст.	73,1 ± 8,1	73,5 ± 7,1	0,27
Минутный кровоток (МОК), л/мин	5,76 ± 1,95	6,62 ± 2,7	1,92
Ударный объем крови (УО), мл	62,7 ± 28,3	66,1 ± 25,1	0,71
Периферическое сопротивление (R), дин·с·см-5	1581 ± 489	1490 ± 474	1,05
Эластическое сопротивление (Ea), дин·см-5	1837 ± 667	1997 ± 731	1,25

Достоверные изменения [2] показателей (табл., столбец «t – Стьюдент») после выполнения малых нагрузок наблюдаются для ЧСС (возрастание $p < 0,05$), систолического давления (возрастание $p < 0,01$), МОК (возрастание $p < 0,055$).

В таблице 2 приведены корреляционные связи между показателями центральной гемодинамики, сосудистыми сопротивлениями, а также массой тела школьников в условиях мышечного покоя. В этих условиях увеличение массы тела М достоверно сопряжено с уменьшением ЧСС, диастолического давления и обоих сосудистых сопротивлений, а ударный объем крови (УО) и минутный кровоток (МОК) – достоверно [2] возрастают. При этом (табл.2) увеличение сосудистых сопротивлений сопряжено со снижением величин УО и МОК.

Таблица 2. Корреляционные связи между показателями массы, центральной гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца у школьников в условиях покоя

	М	ЧСС	СД	ДД	Еа	ПС	УО	МОК
М	1,0	-0,350	0,328	-0,058	-0,576	-0,689	0,769	0,796
ЧСС	-0,350	1,0	0,113	0,487	0,539	0,386	-0,617	-0,320
СД	0,328	0,113	1,0	0,562	0,327	0,098	0,186	0,211
ДД	-0,058	0,487	0,562	1,0	0,295	0,457	-0,306	-0,214
Еа	-0,576	0,539	0,327	0,295	1,0	0,833	-0,707	-0,696
ПС	-0,689	0,386	0,098	0,457	0,833	1,0	-0,804	-0,887
УО	0,769	-0,617	0,186	-0,306	-0,707	-0,804	1,0	0,921
МОК	0,796	-0,320	0,211	-0,214	-0,696	-0,887	0,921	1,0

В таблице 3 приведены корреляционные связи между показателями центральной гемодинамики, сосудистыми сопротивлениями, а также массой тела школьников в условиях восстановления после мышечной работы. В этих условиях увеличение массы тела М достоверно сопряжено с уменьшением ЧСС и обоих сосудистых сопротивлений, а ударный объем крови (УО) и минутный кровоток (МОК) – достоверно [2] увеличиваются. При этом (табл.3) увеличение сосудистых сопротивлений достоверно [2] сопряжено со снижением величин УО и МОК.

Таблица 3. Корреляционные связи между показателями массы, центральной гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца у школьников после мышечной работы малой мощности.

	М	ЧСС	СД	ДД	Еа	ПС	УО	МОК
М	1,0	0,316	0,054	0,195	-0,755	-0,830	0,793	0,866
ЧСС	0,316	1,0	0,014	0,151	0,135	-0,146	-0,016	0,301
СД	0,054	0,014	1,0	0,520	0,068	-0,006	0,128	0,095
ДД	0,195	0,151	0,520	1,0	-0,231	0,027	0,069	0,098
Еа	-0,755	0,135	0,068	-0,231	1,0	0,870	-0,836	-0,761
ПС	-0,830	-0,146	-0,006	0,027	0,870	1,0	-0,894	-0,900

УО	0,793	-0,016	0,128	0,069	-0,836	-0,894	1,0	0,942
МОК	0,866	0,301	0,095	0,098	-0,761	-0,900	0,942	1,0

На рисунке 1 представлены зависимости эластического сопротивления от массы тела до (E_a до) и после (E_a) мышечной работы. Приведенные на рис.1 коэффициенты корреляции хорошо согласуются с таблицами 2 и 3.

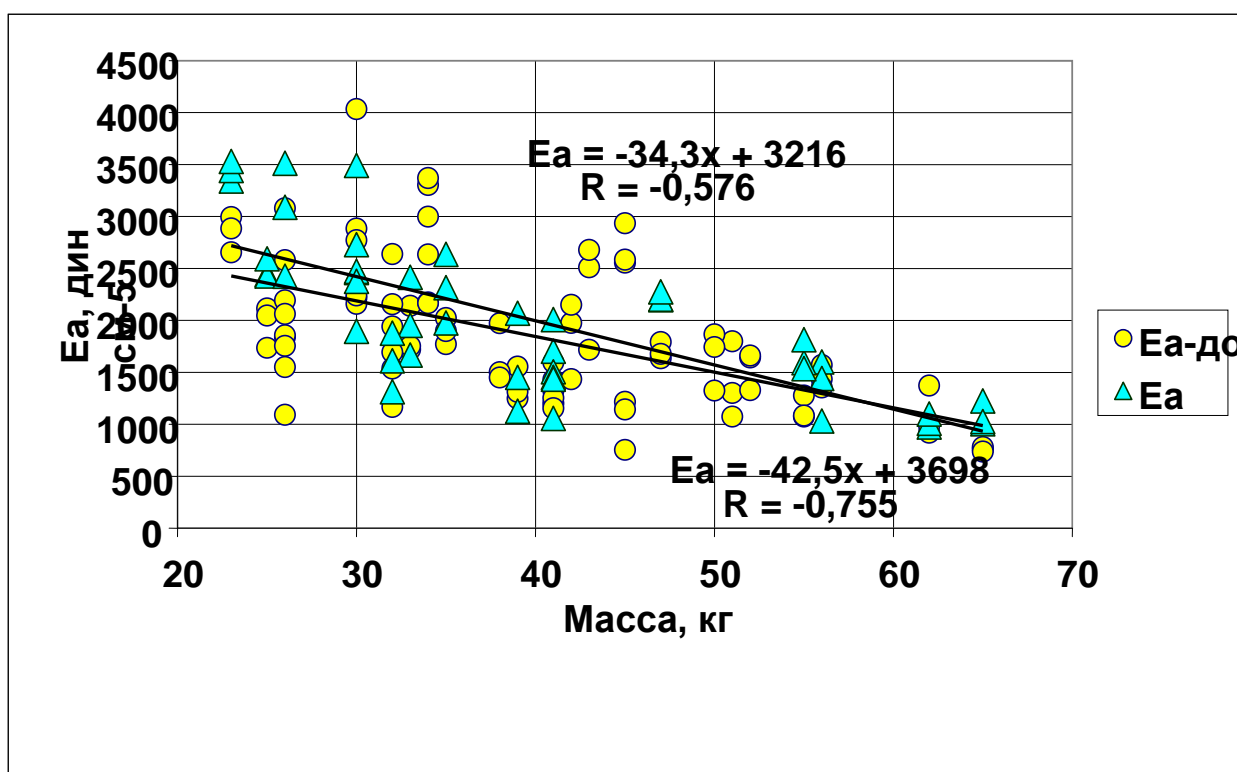


Рисунок 1. Зависимости эластического сопротивления от массы тела до (E_a до) и после (E_a) мышечной работы.

На рисунке 2 представлены зависимости эластического и периферического (ПС) сопротивлений от массы тела после мышечной работы. Приведенные на рис.2 коэффициенты корреляции хорошо согласуются с таблицей 3.

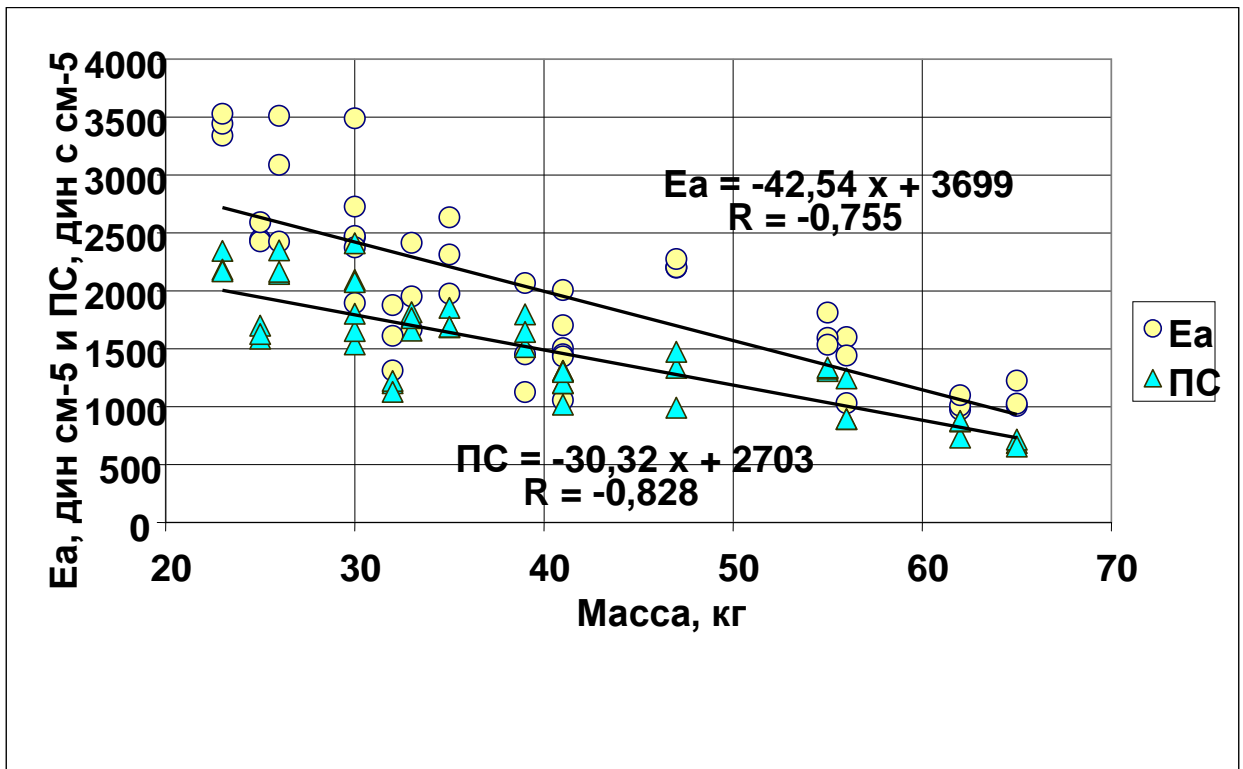


Рисунок 2. Зависимости эластического сопротивления и периферического сопротивления от массы тела после мышечной работы

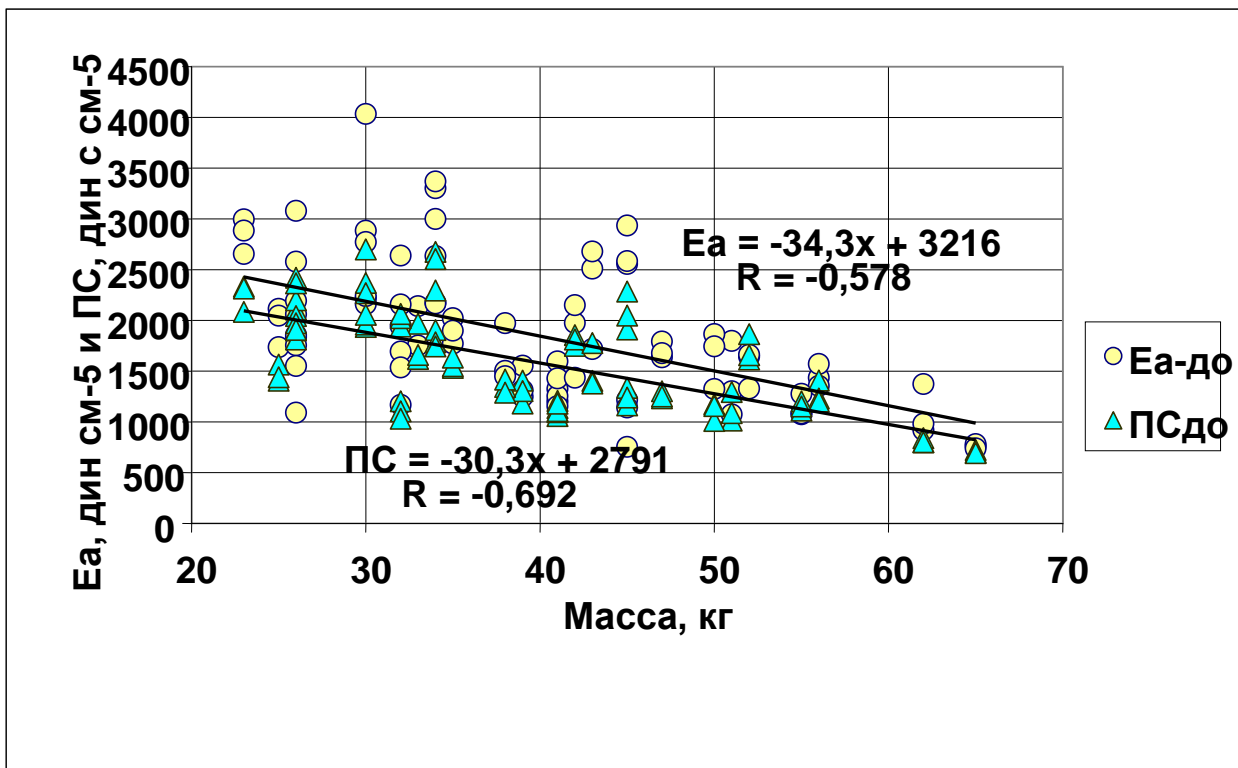


Рисунок 3. Зависимости эластического сопротивления (E_a) артериальной системы и периферического (ПС) сопротивления у школьников от массы тела в покое (E_a -до) и после (E_a) мышечной работы

На рисунке 3 представлены зависимости эластического и периферического сопротивлений от массы тела до (E_a до) и после (E_a) мышечной работы. Приведенные на рисунке 3 коэффициенты корреляции хорошо согласуются с данными таблиц 2 и 3.

На рисунке 4 представлены зависимости эластического сопротивления от периферического сопротивления до (E_a до) и после (E_a) мышечной работы. Приведенные на рис.4 положительные коэффициенты корреляции хорошо согласуются с данными таблиц 2 и 3. Рост периферического сопротивления сопряжен с увеличением E_a , как до так и после мышечной работы.

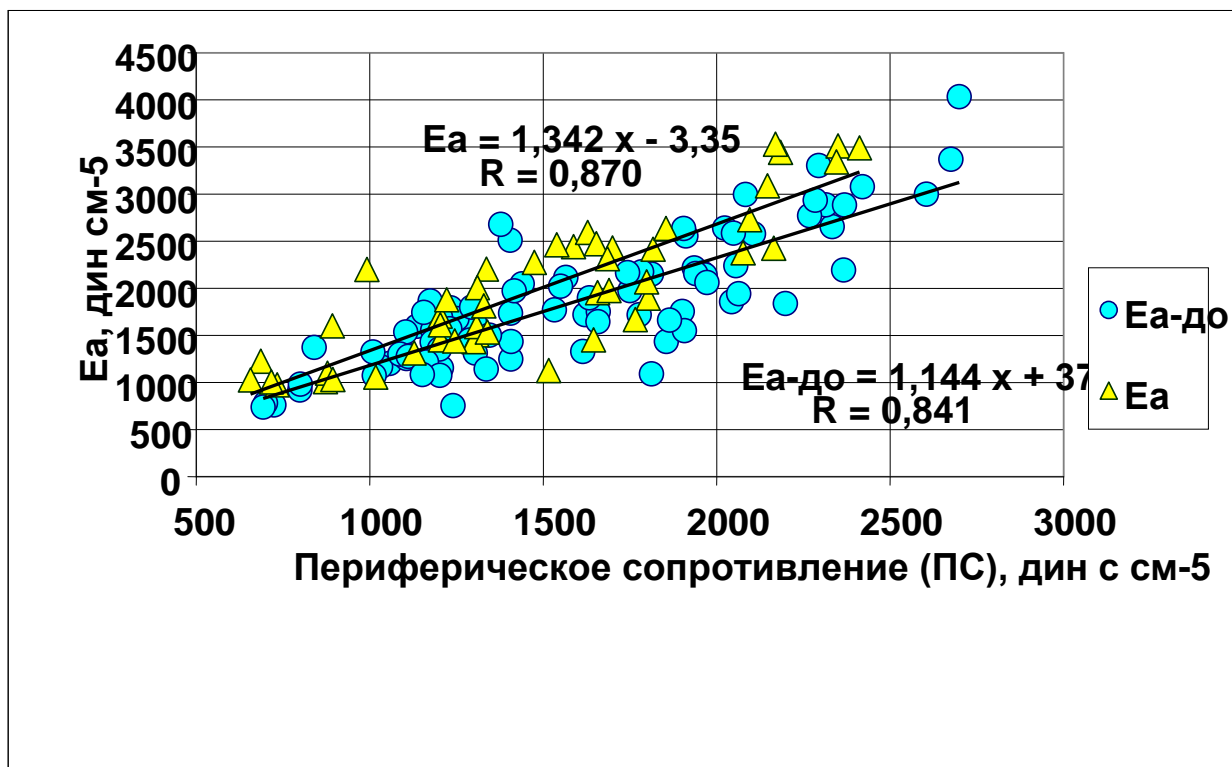


Рисунок 4. Зависимости эластического сопротивления от периферического по группе школьников до и после мышечной работы.

На рисунке 5 представлена Зависимость минутного объема крови (МОк) от периферического сопротивления (ПС) артериальной системы у школьников после мышечной работы. Наблюдается выраженное статистически достоверное снижение величин МОК при росте периферического сопротивления (табл.3).

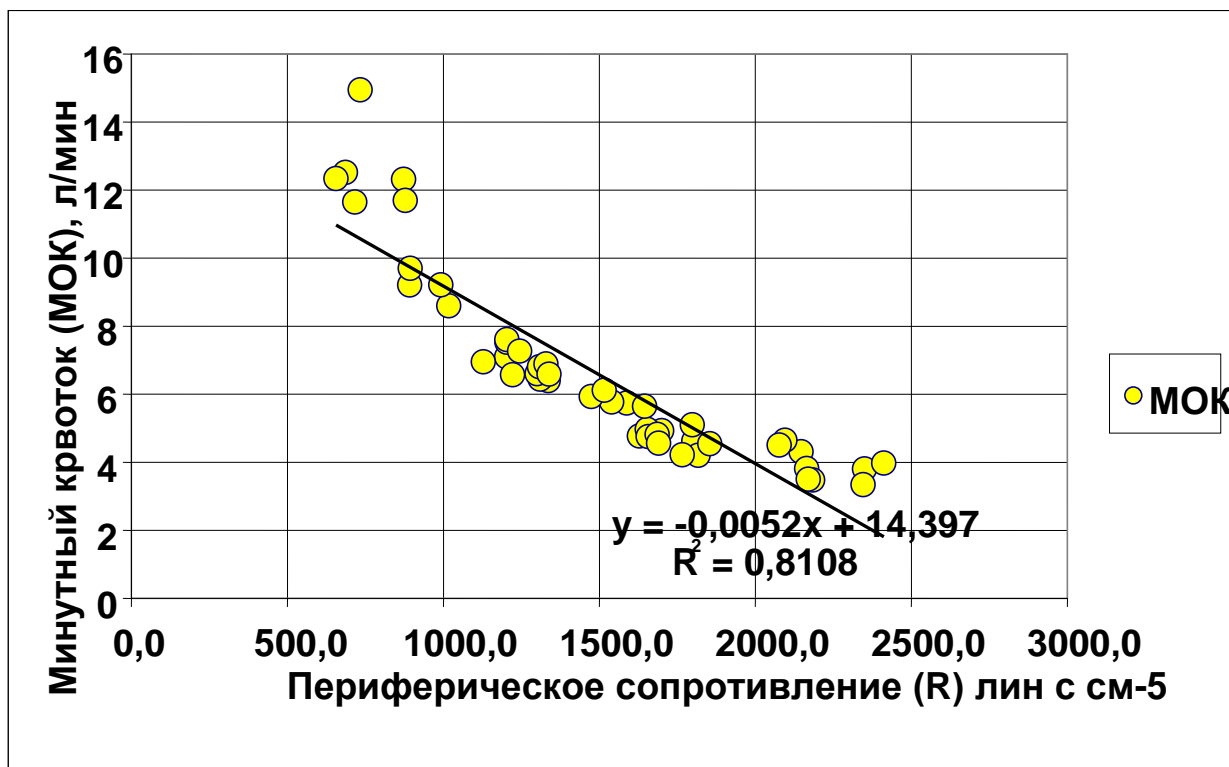


Рисунок 5. Зависимость МОК от периферического сопротивления (ПС) по группе школьников.

На рисунке 6 представлена зависимость ударного объема крови (УО) от периферического сопротивления (ПС) артериальной системы у школьников после мышечной работы. Наблюдается выраженное статистически достоверное снижение величин МОК при росте периферического сопротивления (табл.3).

Аналогичные зависимости наблюдаются и у взрослых спортсменов.

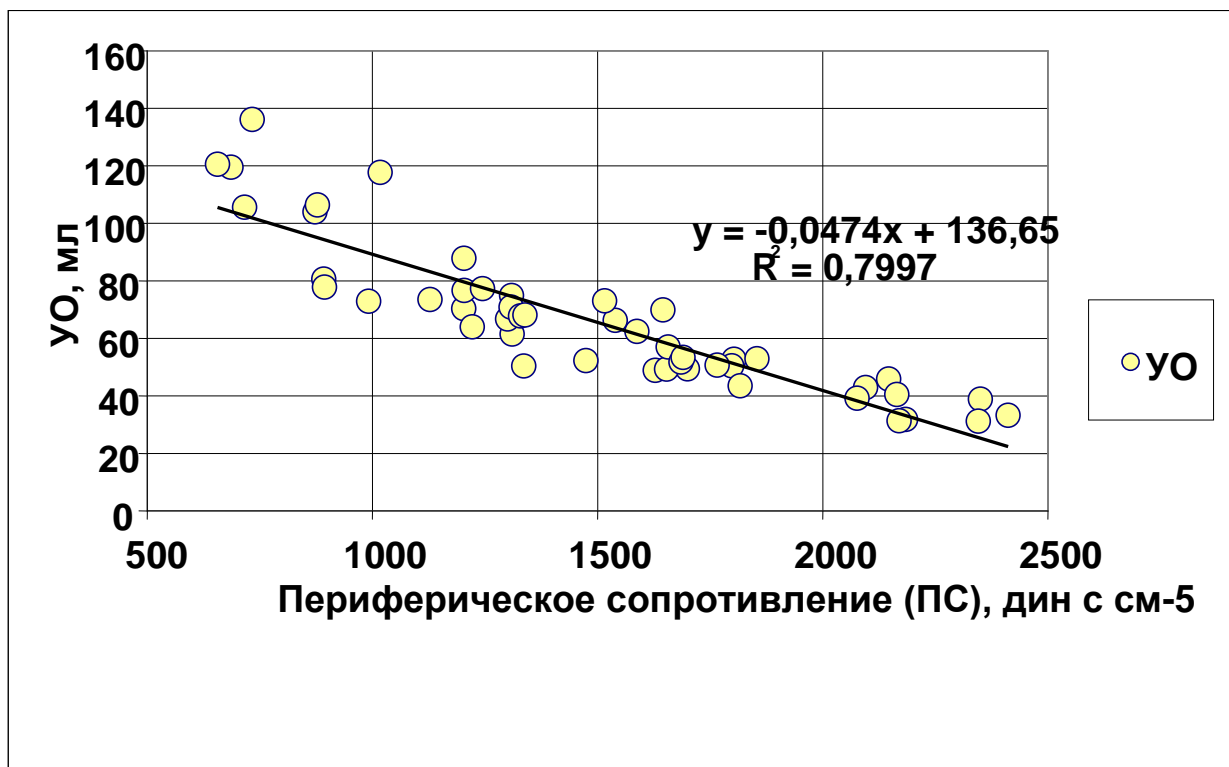


Рис 6. Зависимость ударного объема крови (УО) от периферического сопротивления (ПС) артериальной системы у школьников после мышечной работы

Выводы

1. Увеличение массы тела у школьников статистически достоверно сопряжено с ростом ударного и минутного объемов крови
2. Увеличение массы тела у школьников статистически достоверно сопряжено с уменьшением сосудистых сопротивлений.
3. Увеличение сосудистых сопротивлений у школьников статистически достоверно сопряжено со снижением ударного и минутного объемов крови

Библиография

1. Зайцев В.М., Лифляндский В.Г., Маринкин В.И. Прикладная медицинская статистика: Учебное пособие. – 2-е изд. – СПб.: ООО «Издательство ФОЛИАНТ» . –2006. – 432 с.
2. Импеданская плетизмография (реография). С. 81 – 90 / В сб.: Инструментальные методы исследования в кардиологии // Под научн. ред. Г.И. Сидоренко. – Минск, 1994 – 272 с.
3. Карпман В.Л., Любина Б.Г. Динамика кровообращения у спортсменов. М.: ФиС. – 1982. – 135 с.

4. Карпман В.Л., Орёл В.Р. Исследование артериального импеданса у человека // В сб. Кардиореспираторная система. Количественные характеристики. – Таллин: Валгус. – 1986. – С.42-80.
5. Карпман В.Л., Орёл В.Р. Исследование входного импеданса артериальной системы у спортсменов // Клинико–физиологич. характеристики сердечно–сосудистой системы у спортсменов. М.: РГАФК. – 1994. – С.92-116.
6. Карпман В.Л., Орёл В.Р., Кочина Н.Г. и др. Эластическое сопротивление артериальной системы у спортсменов / Клиникофизиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов. – М.: РГАФК. – 1994. – С.117-129.
7. Орёл В.Р. Артериальное давление и неинвазивные оценки величин сосудистых сопротивлений (норма, мышечная работа, гипертоническая болезнь) / В.Р. Орёл, А.В. Смоленский, Д.М. Червяков, А.А. Качалов // Терапевт. – 2013. – № 6. – С.62-69.
8. Орёл В.Р. Адаптивные эффекты взаимодействия сердца и сосудов у спортсменов // Спортсмен в междисциплинарном исследовании. Монография. / Под ред. М.П. Шестакова. – М.: ТВТ Дивизион, 2009. – С.210-258.
9. Орёл В.Р. Гемодинамические и сосудистые эффекты при магнитной стимуляции мышц бедер / Орёл В.Р., Попов Г.И., Малхасян Э.А., Качалов А.А., Маркарян В.С. // «Национальные программы формирования здорового образа жизни» / Материалы международного научно-практического конгресса, 27-29 мая 2014 года – Москва, 2014. – С236-239.
10. Орёл В.Р., Смоленский А.В., Червяков Д.М., Качалов А.А. Артериальное давление и неинвазивные оценки величин сосудистых сопротивлений (норма, мышечная работа, гипертоническая болезнь) // Терапевт. – 2013. – №6. – С.62-69.
11. Орёл В.Р., Шиян В.В., Щесюль А.Г., Червяков Д.М. Показатели центральной гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца в покое (регрессионные соотношения) // Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно–сосудистой системы. – XII–я научно–практическая конференция. – М.: ГКГ МВД РФ. – 2010. – С.82–93.
12. Fahs, C. Yan1 Huimin, Sushant Ranadive1, et al., Acute effects of firefighting on arterial stiffness and blood flow // // *Vascular Medicine* – 2011. - v16 (2). – . P.113–118
13. Fernhall B, Agiovlasitis S. Arterial function in youth: window into cardiovascular risk. // *J Appl Physiol* 105: 325–333, 2008. First published May 1, 2008;

ПОКАЗАТЕЛИ БИОИМПЕДАНСА И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ С ФИЗИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬЮ У ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

Прусов П.К., д.м.н.

Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины, филиал № 11, Россия, Москва

peter.prusov@mail.ru

Аннотация. У 43 мальчиков 12-17 летнего возраста, занимающихся биатлоном и лыжными гонками, изучена взаимосвязь показателей биоимпеданса с различными элементами физической работоспособности и показателей физического развития по данным антропометрии. Установлено, что величины активного и реактивного сопротивления отрицательно связаны с размерами тела: первый показатель через фактор роста и созревания и фактор относительной массы тела, а второй через фактор относительной массы и поперечных размеров тела. Величины обоих обсуждаемых биоэлектрических показателей имеют отрицательные связи с анаэробными возможностями организма. Величины фазового угла положительно связаны с фактором роста и созревания и имеют положительное значение для анаэробных возможностей организма.

Ключевые слова: Показатели биоимпеданса, аэробная и анаэробная работоспособность, физическое развитие, подростки.

INDICATORS OF BIOIMPEDANCE AND THEIR RELATIONSHIP TO PHYSICAL DEVELOPMENT AND WORK CAPACITY YOUNG ATHLETES

Prusov P. K., d.m.s.

Moscow scientific practical center of medical rehabilitation and sports medicine

Abstract. The relationship of bioimpedance indexes with different elements of physical work capacity and indicators of physical development according to anthropometry of 43 boys of 12-17 years old engaged in biathlon and ski races was studied. It is established that the values of active and reactive resistance are negatively related to the size of the body: the first indicator through growth and maturation factor and factor of relative body weight, and the second through the factor of relative mass and transverse dimensions of the body. The values of both discussing bioelectric indicators have negative relationship with the anaerobic

capacities of the organism. The magnitude of the phase angle is positively associated with growth and maturation factor and have a positive value for anaerobic capacity of the organism.

Key words: bioimpedance indicators, aerobic and anaerobic performance, physical development, adolescents.

Введение. В последнем десятилетии применение показателей биоимпеданса получает все большее распространение в клинической медицине, эпидемиологических исследованиях, в системе фитнеса, при обследованиях в центрах здоровья. Начали появляться единичные работы по применению биоимпеданса при обследованиях у занимающихся спортом [1,2]. В данном случае используются в основном показатели фазового угла или состава массы тела, рассчитанные по данным активного и реактивного сопротивления в комбинации с антропометрическими показателями. Изучается зависимость показателей от вида спорта, изменение их в динамике тренировочного процесса, устанавливается валидность различных математических моделей расчета состава массы тела, высказываются надежды на использование показателя фазового угла в качестве индикатора физической работоспособности и др.

Вместе с тем, представляет несомненный интерес установление значения не только расчетных показателей биоимпеданса, но и исходных биоэлектрических показателей для различных элементов физической работоспособности (аэробных, анаэробных возможностей, скорости восстановления пульса после прекращения нагрузки). Совершенствование критериев оценки показателей биоимпеданса в процессе роста и созревания детского организма также является актуальным.

Методы исследования. Исследование проводилось у 43 юных спортсменов, мальчиков 12-17 летнего возраста, занимающихся биатлоном и лыжными гонками (СДЮШОР №43 и “Буревестник” г. Москвы), со спортивной квалификацией от II-го разряда до мастера спорта. Некоторые из них становились призерами и победителями Всероссийских соревнований.

Регистрацию показателей биоимпеданса проводили на программно-аппаратном комплексе АВС-01 “Медасс”. Для анализа использовали исходные биоэлектрические показатели - величины активного, реактивного сопротивления и фазового угла. Физическое развитие исследовали с использованием антропометрии и калиперометрии, определения уровня биологического созревания по признакам полового созревания. Относительную

массу тела рассчитывали по подростковому индексу массы (P_{im}), толщину средней жировой складки выражали в относительных величинах ($0f(h.im)$), с учетом фактора роста и относительной массы тела [3].

Для определения физической работоспособности на электромеханическом велоэргометре Тунтури-Е-85 выполнялось по три нагрузки с достаточным отдыхом после каждой: 1-ая нагрузка «Разминка» - дозированная работа 2.5 Вт/кг, выполняемая в течение 3-х мин.; 2-ая нагрузка «спринт» - 8 Вт/кг работа до отказа; 3-я нагрузка «выносливость» - 4 Вт/кг работа до отказа. После прекращения каждого теста в течение 3-х мин на системе PolarRS800 регистрировалась частота пульса, определялись показатели восстановления.

Физическую работоспособность рассчитывали в эргометрических показателях на основании использования уравнения Мюллера, описывающего зависимость выполняемой максимальной мощности нагрузки от времени работы (В,В, Зайцева, В,Д, Сонькин, И,А, Корниенко И.А, 1997) Для каждого обследуемого с учетом времени работы до отказа при выполнении нагрузки 4 и 8 Вт/кг определяли максимальную мощность, выполняемую за 0.5 минуты ($PWC_{mix} 0.5'$) – анаэробные возможности и 6 минут ($PWC_{mix} 6'$) – аэробные возможности организма. Статистическую обработку проводили по программе «Стадиа».

Результаты. Общая характеристика группы по показателям обследования представлена в табл. 1. Диапазон колебания биологического возраста составил от 0 до 7 баллов, средняя длина и масса тела соответствовали 171.8 см. и 60.47 кг, средние величины активного, реактивного сопротивления и фазового угла составили соответственно 509.1, 67.97 Ома и 7.69 град.

Таблица 1 Общая характеристика обследуемого контингента по данным физического развития, работоспособности и биоимпеданса.

	Min	Max	M	S
Возраст (age), лет	11.8	17.4	15.32	1.8
Биологический возраст (bv) (АХ+Р), баллы	0	7		
Длина тела (h), см	143	194	171.8	11.48
Масса тела (w), кг	34	81	60.47	13.05
Подростковый индекс массы (P_{im}), ед.	82.9	123.5	98.73	10

Относительная величина жирового компонента $Of(h, im)$, ед.	62.32	145.5	96.91	19.88
Средняя жировая складка (fsk), мм	5	12	8.05	1.79
PWC _{5'} вт/кг	7.28	12	9.20	1.08
PWC _{6'} вт/кг	3.05	4.34	3.83	0.32
Активное сопротивление (Ra), Ом	393	662	509.1	73.36
Реактивное сопротивление (Rr), Ом	54	79	67.97	7.24
Фазовый угол (Faz), град.	6.28	9.65	7.69	0.95

Результаты корреляционного анализа биоэлектрических показателей с характеристиками физического развития представлены в таблице 2.

Величина активного сопротивления тела юных спортсменов имеет отрицательные корреляции среднего уровня значимости с показателями календарного, биологического возраста, длины тела, выше среднего уровня значимости с подростковым индексом массы и массой тела и низкого уровня значимости со средней жировой складкой. Обсуждаемый показатель имеет положительную корреляцию выше среднего уровня значимости с относительной величиной жирового компонента (при нивелировании значения относительной массы и длины тела).

Таблица 2. Коэффициенты корреляции характеристик физического развития с биоэлектрическими показателями.

	age	bv	h	w	Pim	fsk	$Of(h,im)$
Ra	-0,451	-0,543	-0,402	-0,66	-0,692	-0,303	0,702
Rr	0,227	0,045	0,11	-0,148	-0,543	-0,483	0,08
Faz	0,688	0,627	0,52	0,598	0,311	-0,07	-0,694

Величина реактивного сопротивления отрицательно коррелирует только с подростковым индексом массы и величиной средней жировой складки, с календарным возрастом определяется только тенденция к положительной связи. Для величины фазового угла определяются положительные корреляции

среднего и выше среднего уровня значимости с показателями календарного, биологического возраста, массы, длины тела и низкого уровня значимости с индексом массы тела. Отрицательная взаимосвязь выше среднего уровня значимости обсуждаемого показателя зарегистрирована с относительной величиной жировой ткани.

В таблице 3 представлены результаты корреляционного анализа биоэлектрических показателей с характеристиками физической работоспособности юных спортсменов. Величина активного сопротивления

Таблица 3. Коэффициенты корреляции характеристик физической работоспособности с биоэлектрическими показателями.

Характеристики физической работоспособности	Биоэлектрические показатели		
	Ra	Rr	Faz
PWC _{max} 0.5'	-0,657	-0,285	0,472
PWC _{max} 6'	0,038	0,216	0,138
0 _{vostps1} после разминки	-0,22	-0,044	0,185
0 _{vostps1} после спринта	-0,287	0,039	0,328
0 _{vostps3} после спринта	-0,099	0,17	0,266
0 _{vostps1} после выносливости	-0,298	-0,099	0,206
0 _{vostps3} после выносливости	-0,311	-0,01	0,319

0_{vostps1} – относительная величина частоты пульса в конце 1-ой мин восстановления к пульсу окончания нагрузки, 0_{vostps3} – относительная величина частоты пульса в конце 3-ей мин восстановления к пульсу окончания нагрузки.

имеет отрицательную корреляцию выше средней значимости с анаэробной работоспособностью и невысокой значимости с показателями частоты пульса в

периоде восстановления (ускорение скорости восстановления) после тестирующих нагрузок до отказа.

Величина реактивного сопротивления имеет невысокую отрицательную корреляцию с $PWC_{\text{тх}} 0.5$ и тенденцию положительной связи с $PWC_{\text{тх}} 6$.

Величина фазового угла положительно связана с анаэробной работоспособностью и имеет невысокие коэффициенты корреляции, указывающие на значение величины фазового угла для замедления восстановления пульса после выполнения нагрузок до отказа.

Таким образом, анаэробные возможности юных лыжников и биатлонистов отрицательно связаны с величиной активного сопротивления и положительно с величиной фазового угла со значимостью соответственно выше среднего и среднего уровня. Аэробные возможности практически не связаны с величинами отдельных биоэлектрических показателей. Имеется только незначительная тенденция для $PWC_{\text{тх}} 6'$ к положительной связи с показателями реактивного сопротивления и фазового угла. Скорость восстановления пульса после нагрузок до отказа имеет невысокие взаимосвязи с величинами активного сопротивления и фазового угла, соответственно положительного и отрицательного значения.

Поскольку многие из анализированных показателей физического развития, работоспособности и биоимпеданса юных спортсменов коррелируют между собой для более лаконичного и обобщенного представления о структуре их взаимосвязей, провели факторный анализ.

Таблица 4. Результаты факторного анализа физического развития, работоспособности и биоэлектрических показателей юных лыжников и биатлонистов (после вращения).

Фактор:	1	2	3	4
Собств.зн	4.354	2.819	1.646	1.192
Дисперс %	36.29	23.49	13.72	9.937
Накопл %	36.29	59.78	73.5	83.43
Факторные нагрузки				
age	0,87	0	-0,249	0,232
bv	0,933	0,137	-0,046	-0,022

h	0,935	-0,02	0,064	-0,028
w	0,885	0,366	0	-0,093
P _{im}	0,143	0,856	-0,128	-0,152
Of(h.im)	-0,147	-0,188	0,853	0,026
fsk	0,234	0,499	0,572	-0,399
PWC _{mx} 0.5'	0,476	0,604	-0,285	0,051
PWC _{mx} 6'	0,079	-0,103	-0,025	0,967
R _a	-0,459	-0,739	0,329	0
R _r	0,221	-0,846	-0,181	0,06
Faz	0,689	0,081	-0,53	0,054

Как видно из табл.4 после вращения четыре главных фактора отражают 83.43 % дисперсии экспериментальных данных.

С 1-ым фактором роста и созревания связывается увеличение размеров тела, фазового угла, анаэробных возможностей и снижение активного сопротивления.

Со 2-ым фактором относительной массы и поперечных размеров тела связывается снижение активного и реактивного сопротивления, увеличение анаэробных возможностей юных спортсменов.

С 3-м фактором относительной величины жирового компонента массы тела связывается снижение фазового угла, увеличение активного сопротивления и тенденция к снижению анаэробных возможностей.

С 4-ым фактором увеличения аэробных возможностей связывается снижение средней величины жировой складки.

Учитывая имеющиеся ассоциации биоэлектрических показателей и физического развития, разработаны математические модели относительной оценки показателей активного и реактивного сопротивления для юных спортсменов подросткового возраста (данные не приводятся).

На основании использования множественного регрессионного анализа (пошаговая регрессия) установлено значение биоэлектрических показателей

отдельно и в сочетании с данными физического развития для прогнозирования различных элементов физической работоспособности, таблица 5. Соответственно разработаны математические модели множественной регрессии (данные не приведены). При сочетании исходных биоэлектрических показателей и их относительных величин с учетом физического развития при прогнозировании PWC_{mx} 05 достигнут высокий уровень значимости множественных коэффициентов корреляции. При прогнозировании PWC_{mx} 6 только сочетание исходных и относительных биоэлектрических величин и показателей физического развития позволило достигнуть среднего уровня значимости множественных коэффициентов корреляции.

Таблица 5. Значение коэффициентов множественной корреляции для прогнозирования PWC_{mx} 05 и PWC 6 по данным регрессионного анализа биоэлектрических показателей отдельно и в сочетании с показателями физического развития.

Включаемые в регрессионный анализ показатели	Прогнозируемые показатели	
	PWC_{mx} 05	PWC_{mx} 6
Исходные биоэлектрические показатели	0,657	0,216
Сочетание исходных биоэлектрических показателей и выраженных в относительных величинах с учетом физического развития	0.76	0.37
Сочетание исходных и относительных биоэлектрических величин и показателей физического развития	0.77	0.55

Выводы

1. Проведение корреляционного и факторного анализа позволило определить частные коэффициенты корреляции и структуру взаимосвязей биоэлектрических показателей с физическим развитием и физической работоспособностью у юных лыжников и биатлонистов.
2. Установлено, что величины активного и реактивного сопротивления отрицательно связаны с размерами тела: первый показатель через фактор роста и созревания и фактор относительной массы тела, а второй через фактор относительной массы и поперечных размеров тела. Величины обоих обсуждаемых биоэлектрических показателей имеют отрицательные

связи с анаэробными возможностями организма. Величины фазового угла положительно связаны с фактором роста и созревания и имеют положительное значение для анаэробных возможностей организма.

3. Интеграция методами математического моделирования исходных биоэлектрических показателей и их относительных величин, рассчитанных с учетом физического развития подростков, позволила достигнуть высокого уровня значимости множественных коэффициентов корреляции при прогнозировании анаэробных возможностей.
4. Величины отдельных биоэлектрических показателей практически не имеют значения для аэробных возможностей организма подростков, тренирующихся на выносливость.
5. Применение математических моделей, включающих обсуждаемые показатели и показатели физического развития, позволило достигнуть среднего уровня значимости множественных коэффициентов корреляции при прогнозировании аэробных возможностей организма.

Библиография

1. Корнеева И.Т., Поляков С.Д., Николаев Д.В., и др. Тренированность и компонентный состав массы тела подростков, занимающихся спортом. – Спортивная медицина. Здоровье и физическая культура. Сочи 2011. – Сочи, 2011. – с. 137-138
2. Николаев Д.В., Руднев С.Г., Сорокин А.А. и др. Мониторинг состояния тренированности спортсменов методом биоимпедансного анализа состава тела. – Спортивная медицина. Здоровье и физическая культура. Сочи 2011. – Сочи, 2011. – с. 41-42.
3. Прусов П.К. Особенности физического развития подростков в системе управления оздоровительным и спортивным процессом: Автореф. дисс. ...докт. мед. наук. – М, 2005. – 50 с.

ГРУППОВЫЕ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАЛЬЧИКОВ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Тамбовцева Р.В. д.б.н., профессор

*Российский государственный университет физической культуры,
спорта, молодежи и туризма, Россия, Москва*

ritta7@mail.ru

Аннотация. Развитие энергообеспечения мышечной деятельности в младшем школьном возрасте характеризуется рядом специфических особенностей. Отмечается гетерохронное изменение всех параметров энергообеспечения. Общевозрастная тенденция изменения показателей работоспособности одинаковая у испытуемых различных конституциональных групп. Однако объем выполняемой работы и механизмы энергообеспечения отличаются. Обращает на себя внимание, что при одинаковой тенденции увеличения работоспособности в 7, 9 и 11 лет и соответствующего снижения в 8 и 10 лет, наблюдается разная регуляция обеспечения мышечной работы как в большой, так и в субмаксимальных зонах мощности. Регуляция энергообеспечения мышечной деятельности неоднозначна и зависит от индивидуальных, типологических и возрастных особенностей растущего организма.

Ключевые слова: энергообеспечение мышечной деятельности, циклическая работа, возраст, типология, работоспособность, двигательные возможности.

GROUP AND INDIVIDUAL CHARACTERISTICS OF FEATURES ENERGY OF MUSCULAR FUNCTION AT BOYS OF YOUNGER SCHOOL AGE

Tambovtseva R.V. Dr. Biol., Professor

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and tourism (GTSOLIFK), Moscow

Annotation. Development of power supply of muscular activity at younger school age is characterised by a number of specific features and its change in an investigated age interval ambiguously. Heterochronic change of all parameters of power supply is marked. An obshchevozrastnaja tendency of change of indicators of working capacity identical at examinees various конституциональных groups. However the volume of performed work and mechanisms of power supply differ. Attracts attention that at an identical tendency of increase in working capacity in 7, 9 and 11 years and corresponding decrease in 8 and 10 years, different regulation of maintenance of muscular work both in big, and in the submaximum zones of capacity is observed. Regulation of power supply of muscular activity is ambiguous and depends on individual, typological and age features of a growing organism.

Key words: power supply of muscular activity, cyclic work, age, typology, working capacity, impellent possibilities.

Актуальность. В настоящее время имеется достаточное количество работ, которые показывают, что в период от 7 до 17 лет происходит интенсивное развитие энергетики скелетных мышц и функциональных механизмов, на которых базируется обеспечение и, которые являются в то же время основой проявления, совершенствования и целенаправленного развития двигательных качеств детей и подростков [5,6,7,8,9,20,21]. Существуют одиночные работы,

показывающие разнообразные варианты индивидуальной организации энергетического обмена [3,16]. Очевидно, что один и тот же физиологический показатель может качественно отличаться по своей энергетической стоимости. Кроме того, нарушение координации между физиологическими показателями ограничивает объем выполненной работы и препятствует реализации потенциальных возможностей энергетических источников. Нарушение связи между физиологическими показателями может быть обусловлено как эндогенными, так и экзогенными факторами. К числу важных эндогенных факторов можно отнести гетерохронное изменение морфологических параметров. Для полной оценки состояния энергетического обеспечения мышечной работы различной мощности необходимо оценивать, как тканевый потенциал, так и регуляторные возможности целостного организма. Соотношение этих компонентов наиболее отчетливо проявляется при анализе индивидуальных особенностей энергетического обеспечения мышечной работы.

Возникает вопрос: какую роль играет возрастной интервал от 6 до 11 лет в формировании энергозависимых качеств: силы, быстроты и выносливости? Полагают, что в ходе развития возникают и совершенствуются многочисленные внутрисистемные связи и корреляции, которые и определяют основные особенности морфофункциональной организации растущего организма [17,19]. Среди консервативных базисных характеристик, во многом определяющих направление (траекторию) развития и выявление того или иного варианта индивидуально-типологической организации, важное значение имеет формирование системы энергетического обеспечения [6,7,9,13]. Очевидно, что при этом важнейшую роль играют особенности энергетики скелетных мышц, на долю которых во время активности может приходиться более 90% всех потоков вещества и энергии. Возможно, это и определяет зависимость организации многих физиологических систем организма от особенностей функционирования энергетического аппарата скелетной мускулатуры [13,14,15,16]. В последнее время для исследования динамики возрастных изменений основных энергетических параметров скелетных мышц предложен метод, основанный на оценке констант уравнения Мюллера [8,9]. Это дало возможность проведения продольного эксперимента, основанного на сопоставлении возрастных изменений показателей соматотипа у мальчиков от 7 до 11 лет с особенностями энергетики скелетных мышц.

Цель исследования. Задачей настоящего исследования явилось изучение индивидуальных вариантов динамики показателей энергообеспечения мышечной функции и их связи с показателями регуляции у детей младшего школьного возраста.

Методы и организация исследования. Данная исследовательская работа проводилась в школах г.Москвы. Все испытуемые, принимавшие участие в наших экспериментах, были по заключению врачей практически здоровы, не имели острых респираторных заболеваний и были допущены к занятиям на уроках физической культуры по обычной программе. В лонгитудинальном эксперименте было обследовано 80 мальчиков в возрасте от 7 до 11 лет. Применяли антропометрические, эргометрические, антропоскопические и статистические методы исследования. В эргометрическом методе использовали модель Мюллера. Проводилась двукратная велоэргометрическая проба при нагрузках 3 и 5 Вт/кг, скорость вращения педалей 60 оборотов в минуту. Результат тестирования каждого испытуемого состоял из двух показателей: мощности и предельного времени удержания соответственно для 1 (W_1 и t_1) и 2 (W_2 и t_2) тестовых нагрузок при $W_2 > W_1$. Значения констант уравнения Мюллера рассчитывали из результатов двухнагрузочного тестирования:

$$A = \ln (t_1/t_2) / \ln (W_2/W_1) \quad (1)$$

$$B = \ln (t_1 \times W_2^a). \quad (2)$$

Величину “К” рассчитывали по формуле: $K = e^b$.

Для расчета мощностей этих характеристических точек использовали формулу: $W_1 = (K/t)(t/a)$, где W_1 – мощность характеристической точки; t – предельное время удержания нагрузки мощностью Wt ; “К” и “а” – индивидуальные коэффициенты Мюллера.

Показатели мощности аэробного, анаэробного и смешанного источников оценивали, рассчитывали максимальную мощность при работе длительностью 900 и 40секунд (показатели W_{900} и W_{40}). W_{40} соответствует верхней границе зоны субмаксимальной мощности, а W_{900} – мощность, при которой разворачиваются аэробные механизмы энергообеспечения.

Антропометрические методы. Ежегодно проводились детальные антропометрические исследования, позволявшие рассчитать величину поверхности тела, весо-ростовой индекс, индекс цефализации, мышечную массу и массу подкожного жира. По 7-бальной шкале оценивались показатели эндоморфии, мезоморфии и эктоморфии по Шелдону с поправками, позволяющими использовать эту шкалу для детей. Проводилась экспертная оценка соматотипа по Штефко-Островскому [13].

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с помощью компьютерной программы EXCEL.

Результаты исследования и их обсуждение. При характеристике групповых и индивидуальных особенностей емкостных показателей с помощью

кластерного анализа по 17 физиологическим параметрам было выделено разное количество кластеров. В 7-летнем возрасте все испытуемые по энергетическим параметрам были выделены в 6 групп. Показано, что у учащихся 7-летнего возраста в неодинаковой степени функционируют различные источники энергетики мышечной деятельности. Существует несколько вариантов, а именно: смешанный тип энергетики, где в равной степени функционируют аэробные и анаэробные источники; аэробно-анаэробный с преобладанием аэробной энергетики и анаэробно-аэробный – с преобладанием анаэробной энергетики. К 8-летнему возрасту количество кластерных групп сокращается. Было выделено только три группы. В первую группу вошли мальчики со средними показателями, во вторую – мальчики с избыточным весом и характеризующиеся низкой работоспособностью в разных зонах мощности, в третью группу вошли мальчики, имеющие большой вес и высокую работоспособность в обеих зонах мощности. К 9-10 годам количество кластеров по физиологическим параметрам также низкое, однако к 11 годам количество групп увеличивается до 4х. При этом, как и в 7-летнем возрасте появляется группа испытуемых, у которых на среднем уровне функционируют как аэробные, так и анаэробные источники энергообеспечения. Группа – с преобладанием аэробной энергетики и группа с преобладанием анаэробной энергетики. Проведенный по физиологическим параметрам кластерный анализ в возрастном интервале от 7 до 11 лет подтверждает, что развитие энергетики мышечной деятельности происходит постепенно и гетерохронно. У каждого индивидуума в определенные возрастные периоды происходит снижение и повышение работоспособности за счет усиления и ослабления аэробных и анаэробных возможностей. В критические периоды постнатального онтогенеза происходит уменьшение разнообразия кластерных групп. Семилетний возраст является наиболее стабильным.

При характеристике показателя PWC_{170} обнаруживается, что динамика данного параметра неодинакова у мальчиков от 7 до 11 лет. Во-первых, данный показатель в указанном возрастном интервале изменяется гетерохронно, во-вторых, у большинства мальчиков отмечается снижение его в период от 7 до 10 лет с последующим увеличением в 11 лет. У некоторых мальчиков отмечается увеличение PWC_{170} в 8 лет, у других – увеличение в 9 лет. Между тем, объем работы в большой и субмаксимальной зонах мощности показывает одинаковую возрастную тенденцию, а именно: данный показатель имеет высокие значения в 7, 9 лет и неуклонно возрастает в 11 лет, но величина работы имеет неодинаковый объем у представителей разных конституциональных групп.

Таким образом, в постнатальном онтогенезе каждого индивидуума существуют как общие закономерности развития аэробных и анаэробных возможностей, так и индивидуальные, которые определяются разной скоростью ростовых

процессов, влиянием генотипических факторов и состоянием регуляции на данный момент времени. При оценке мощностных показателей работоспособности у мальчиков 7-11 лет, максимальное значение данного параметра отмечается в 8 и 11 лет. Однако при характеристике индивидуальных параметров данного показателя, выявляется разная динамика. У одних ребят отмечается максимальное увеличение в 7, 9-10 лет, у других в 8, 9 лет, но при этом у всех испытуемых данный показатель снижается в 11 лет. В 7-летнем возрасте при характеристике кластерных групп, было показано, что мальчики из 1 и 6 групп имеют средние значения W_{40} , W_{240} , W_{900} и для них характерен смешанный тип энергопродукции. Между тем для испытуемых из второй группы наиболее характерно развитие лактаcidного источника. У ребят из третьей группы интенсивно функционируют аэробные и анаэробные механизмы, но преобладают аэробные источники энергообеспечения мышечной деятельности. У детей из 4й группы в равной степени функционируют как аэробный, так и анаэробный источники энергопродукции. В то время как у испытуемых из 5й группы наиболее оптимальный вариант функционирования анаэробных источников. Величина W_{40} представляет собой уровень максимальной мощности анаэробно-гликолитического (лактаcidного) источника, ответственных за энергообеспечение работы в зоне большой и субмаксимальной мощности. Известно, что с возрастом роль анаэробных процессов в энергообеспечении напряженной мышечной деятельности возрастает, и это проявляется в общей тенденции возрастного увеличения показателя W_{40} . Тем не менее, результаты, показываемые представителями разных типов телосложения, весьма неоднородны. Уже в 7-летнем возрасте уровень показателя у представителей дигестивно-мышечного телосложения выше, чем у детей лептосомного телосложения. Такое положение сохраняется до 10 лет. То есть мощность анаэробно-гликолитической системы напрямую зависит от телосложения, причем в ряду эуризомия – лептосомия уровень этого признака существенно снижается. Следует подчеркнуть, что “анаэробно-гликолитический” настрой мышечного метаболизма подразумевает соответствующую организацию всех гомеостатических и регуляторных процессов в организме, принципиально отличающуюся от ситуации “аэробного” настроя. То обстоятельство, что представители разных типов телосложения обладают разными энергетическими возможностями скелетных мышц, свидетельствует о целостности и нераздельности понятия “конституция человека”. И морфологические различия, как наиболее заметные, выступают здесь лишь как отражение и проявление глубинных различий в организации метаболизма и, вероятно, нервной и гуморальной регуляции всех физиологических процессов, в том числе – процессов роста и возрастного развития. Тенденция возрастного увеличения показателя W_{900} , который характеризует аэробную мощность, выражена в значительно меньшей степени,

чем для анаэробной мощности. Первенство в ряду конституциональных типов по рассматриваемому показателю среди мальчиков 7 лет занимает торакально-мышечный. Группы астенического и мышечного телосложения занимают промежуточное положение. Возрастные изменения аэробной емкости показывают значительно больший размах, чем показатели аэробной и анаэробной мощности. Общевозрастная тенденция отмечается у представителей торакального и торакально-мышечного типов, в меньшей степени у представителей астеноидного телосложения.

Таким образом, в период от 7 до 11 лет наибольшее значение приобретает аэробный источник энергопродукции. Данный источник функционирует более стабильно, без каких-либо сильных переломов. Наиболее значимые изменения преодолевает лактаcidный источник, который характеризуется наиболее высокими значениями в 7 лет, снижается к 8 годам, максимально увеличивается к 9 годам, снижается в 10 лет и повышается в 11 лет. Причем такая динамика наиболее характерна для испытуемых лептосомного телосложения. Между тем, у испытуемых мышечного телосложения, наблюдается значительное повышение аэробного и анаэробного источников энергообеспечения к 10 годам. У ребят дигестивного типа сложения, преобладает анаэробный источник энергообеспечения и значительное снижение аэробных возможностей.

В таблице 1 приведены средние значения показателей эндоморфии, мезоморфии, эктоморфии, констант “а”, “b”, мощности (W_{40} , W_{900}) и емкости (С аэр. и С анаэроб.) гликолитического и аэробного источников энергии мальчиков от 6,9 до 11 лет.

Таблица 1

Возрастные показатели телосложения и энергетики мышечной деятельности у мальчиков 6,5-10,0 лет.

Возраст	Эндоморфия	Мезоморфия	Эктоморфия	Константы		Мощность, Вт/кг		Емкость, Дж/кг	
				“а”	“b”	Анаэроб.	Аэробн.	Анаэроб.	Аэробн.
6,9	2,5±0,18	3,5±0,09	3,2±0,21	3,5	9,5	5,58±0,13	2,18±0,13	215	13900
7,9	2,1±0,18	3,5±0,18	3,3±0,18	3,7	9,6	4,79±0,10	2,07±0,07	192	14700
8,9	2,7±0,13	4,2±0,16	3,8±0,27	3,5	9,6	5,49±0,23	2,27±0,07	220	16000
9,9	2,5±0,27	3,5±0,17	3,9±0,29	1,8	8,1	4,82±0,11	1,60±0,11	193	3600
10,9	2,4±0,18	3,4±0,23	4,2±0,36	4,5	10,7	4,79±0,08	2,60±0,61	192	44300

Приведенные результаты показывают, что в течение всего времени наблюдений отмечается постепенное увеличение показателя эктоморфии, что несомненно связано с ростовыми процессами, опережающими по интенсивности увеличение массы тела. В то же время необходимо обратить внимание на достоверное снижение мезоморфного компонента, которое определяется изменением темпов роста скелетной мускулатуры. Относительная скорость роста массы скелетных мышц от 6,9 до 7,9 составляла 0,222, однако от 8,9 к 9,9 эта величина резко снизилась до 0,081, то есть, в 2,7 раза, но к 10,9 увеличилась до 0,239. Снижение темпов роста мышц сопровождалось в ряде случаев увеличением костной и жировой ткани. Такое изменение темпов роста скелетных мышц должно отразиться и на состоянии мышечной энергетики в этом возрасте. Материалы таблицы позволяют детально оценить картину возрастных изменений скелетных мышц у младших школьников. В течение первых трех лет энергообеспечение скелетной мускулатуры развивалось довольно равномерно. Значение констант “а” – 3,51 – близко к средним значениям показателя для детей и взрослых, что свидетельствует об обычных для московской популяции средних значениях соотношения аэробного и анаэробного источников мышечного энергообеспечения. Величины константы “b” для этого возраста показывают хороший уровень физической подготовленности детей в этой школе. Обычно в школах города Москвы значения e^b в 5-10 раз ниже. Величины этого показателя приведены в последнем столбце таблицы 1 для характеристики аэробной емкости. Однако в 10-летнем возрасте, отмечается значительное снижение величины показателя “а” и “b”, что свидетельствует о существенных изменениях мышечной энергетики, по-видимому, сопряженные с замедлением темпов роста мышечной массы. Основные изменения произошли с механизмами аэробного энергообеспечения: величина анаэробной емкости снизилась при этом только на 17%, в то время как аэробная емкость – в 4,4 раза. Однако уже в 11 лет происходят глубокие изменения обратного направления – значения констант “а” и “b” резко возрастают, возможности аэробного источника увеличиваются более чем на порядок.

В большинстве работ, посвященных возрастным изменениям энергетики скелетных мышц с использованием традиционных методов (МПК, PWC, ПАНУ), подобного двухфазного изменения энергетики мышечной деятельности у мальчиков 10-11-летнего возраста не описано. В литературе имеются немногочисленные указания о снижении работоспособности и изменении двигательных координаций у мальчиков в 10 лет и значительной активации аэробной энергетики скелетных мышц в 11 лет [7]. Если в первые годы обследования (до 9-летнего возраста) наблюдалось возрастание соответствий между показателями соматотипа и особенностями энергетики скелетных мышц, то в возрасте 10-11 лет все нарушается. Эти нарушения, возможно, связаны с наступлением пубертатных перестроек в скелетных

мышцах и в системе регуляции. При анализе корреляционных связей обращает на себя внимание изменение коэффициентов корреляции между баллами мезоморфии и эктоморфии с одной стороны и константой “b” и W_{900} – с другой в 8,9 лет, когда эти связи достаточно упрочились. Через год в 9,9 лет, эти связи полностью изменились в связи с началом препубертатных перестроек. Оценка особенностей строения тела у детей в возрасте 6,9 лет показала, что только у двух мальчиков тип телосложения не мог быть определен и был обозначен как “детский”. Полуростовой скачок у них не был завершен – “филиппинский” тест – отрицательный. Судя по “зубному возрасту” эти дети отставали от календарного возраста на 1,5 года. Остальные дети были отнесены к астеноидному, астено-торакальному, торакальному, мышечному, мышечно-дигестивному и дигестивным типам. У большинства мальчиков оценки телосложения в дальнейшем изменились. Только у двух детей, тип был определен как астеноидный, первоначальная оценка удержалась в течение 5 лет наблюдения. В других случаях наблюдались “переходы”: чаще всего А-Т, АТ-Т, Д-МД.

Таким образом, в исследуемом возрастном диапазоне еще нет окончательно установившихся типов телосложения. Можно полагать, что в ходе индивидуального развития набор маркеров, характеризующий тот или иной тип, реализуется постепенно в той или иной последовательности. Однако в ряде случаев уже у 8-летних детей можно выявить признаки достаточно точно определяющие дальнейший путь развития. Полученные результаты показывают, что в исследуемом возрастном интервале по-разному складывается взаимосвязь между типом телосложения и особенностями мышечной энергетики. В постнатальном онтогенезе каждого индивидуума существуют как общие закономерности развития аэробных и анаэробных возможностей, так и индивидуальные. В период 6-8 лет, когда у большинства мальчиков типологические особенности организма внешне только складываются проследить их взаимосвязь с особенностями энергообеспечения мышечной деятельности достаточно трудно. Наибольшее соответствие мышечной энергетики и типологических особенностей, характерных для данного возрастного периода, выявляются в 9 лет. Это проявляется и в увеличении коэффициента корреляции между показателями телосложения и параметрами энергетического обеспечения. В 10-11 лет (у некоторых испытуемых раньше) наступает волна изменений, проявляющаяся в задержке роста мышечной массы, снижения физической работоспособности, в первую очередь за счет мощности и, особенно, емкостных показателей аэробной энергетики. Первую фазу этих изменений сменяет вторая, характеризующаяся увеличением скорости роста мышечной ткани и активацией окислительного источника энергообеспечения. Эта волна возрастных изменений практически полностью перекрывает наметившуюся связь энергетики мышц с типологическими особенностями организма. Как показывают гистохимические

исследования, в возрасте 10-11 лет происходят передифференцировки значительной части мышечных волокон. При этом смешанные мышцы человека теряют последние черты “детскости”, которая характеризуется наличием некоторого избытка волокон окислительного типа.

Оценка индивидуальных характеристик “физиологической стоимости” физической работы у мальчиков от 7 до 11 лет при работе в большой и субмаксимальной мощности показала, что практически нет одинаковых реакций организма на физическую нагрузку. Регуляция физических процессов разная, но при этом сохраняется возрастная динамика показателей работоспособности и энергообеспечения. Важным фактором возрастного увеличения работоспособности является снижение “физиологической стоимости” выполняемой физической нагрузки. Величина интенсивности накопления пульсового долга (ИНПД) при нагрузке в субмаксимальной зоне мощности в 3-4 раза выше, чем при нагрузке в большой зоне. Согласно полученным результатам, каждый конституциональный вариант имеет свою динамику регуляции восстановительных процессов организма. Размах колебаний параметра существенно отличается в группах по телосложению. У мальчиков астеноидного, торакального и мышечного типов сложения динамика интенсивности накопления пульсового долга практически синхронная. Возраст 7-8 лет характеризуется высокими значениями напряженности восстановительных процессов, однако работоспособность у детей лептосомов достаточно высокая. По-видимому, в этот период времени адаптация в школе оказывает не совсем положительное влияние на механизмы регуляции организма. В 10 лет ИНПД становится еще выше, работоспособность при этом резко снижается, что показывает нам высокое напряжение регуляции в организме. Характерно, что у мальчиков в интервале от 9 к 10 годам, ИНПД увеличивается в 3 раза, а при работе мощностью 5 Вт/кг в 1,5 раза. Между тем пульсовой долг при работе 3 Вт/кг увеличивается в 1,3 раза и практически не меняется при работе мощностью 5 Вт/кг. У мальчиков дигестивного телосложения критическими периодами для ИНПД являются интервалы 9 и 10 лет. В 11 лет наступает достаточно благоприятный период для испытуемых всех типов конституции. В этот период отмечаются максимальные приросты работоспособности в обеих зонах мощности, и при этом показатели напряжения интенсивности восстановительных процессов снижаются, что может быть связано с увеличением в этот период многих морфометрических показателей, в частности: костного, мышечного и жирового. Необходимо отметить, что мальчики различных конституциональных типов уже с 7-летнего возраста достоверно отличаются между собой по ИНПД при работе в разных зонах мощности. Так, минимальные значения интенсивности накопления пульсового долга при работе в аэробной зоне мощности отмечаются у детей лептосомного типа телосложения, что показывает благоприятную адаптацию их организма к работе в аэробном режиме. Максимальные значения ИНПД при

работе в аэробном режиме отмечаются у детей эуризомного типа сложения, что говорит о физиологической неприспособленности дигестивного организма к работе в зоне аэробных нагрузок. Однако самым благоприятным режимом работы для мальчиков дигестивного телосложения являются зоны анаэробных мощностей.

Таким образом, тип энергопродукции скелетных мышц характеризуется рядом признаков: мощностными и емкостными возможностями энергетических источников, состоянием регуляторных и вегетативных систем.

Заключение. Проведенные исследования показали, что разработанный метод оценки состояния аэробного и анаэробно-гликолитических источников энергообеспечения скелетных мышц может быть применен для выявления индивидуальных особенностей энергообеспечения. Эргометрические методы значительно облегчают проведение исследований по анализу возрастных и индивидуальных особенностей мышечной энергетики. В ходе этих исследований выявляются такие детали, как резкие изменения энергетики мышц в 9-10-11-летнем возрасте. Такие изменения с трудом удается выявить при использовании других, значительно более сложных методик (определение МПК, критической мощности, PWC_{170} , ПАНО). Причем, даже такой набор методик не дает возможности прямо оценить такие параметры, как мощность и емкость гликолитического и окислительного источников энергии, но это легко рассчитывается при знании индивидуальных констант уравнения Мюллера. Используемые нами методические приемы дали возможность проведения исследований с одновременной оценкой особенностей телосложения и энергетики скелетных мышц. Проведенные исследования показывают, что характерной особенностью возрастного развития энергетики мышечной деятельности в онтогенезе у представителей разных типов телосложения является то, что развитие типоспецифичности не выходит за рамки общевозрастных закономерностей. Существуют критические периоды, которые являются общими для большинства возрастных групп и которые напрямую связаны с ростовыми процессами. Согласно полученным результатам, в период от 7 к 9 годам у мальчиков энергообеспечение развивается довольно равномерно. Уже к 7 годам у мальчиков в неодинаковой степени функционируют различные источники энергетики мышечной деятельности. В этот период можно выделить различные энергетические типы: смешанный тип, где в равной степени работают аэробные и анаэробные источники, аэробно-анаэробный – с преобладанием аэробной энергетики и анаэробный – аэробный – с преобладанием анаэробной энергетики. К 8-9 годам у мальчиков отмечается увеличение всех параметров физической работоспособности и показателей энергетического обмена. К 9 годам, на фоне усиливающейся корреляционной связи между показателями работоспособности, костным и мышечным компонентами, растет аэробная и анаэробная производительность. Несмотря на то, что уже в младшем школьном возрасте выделяются энергетические типы,

однако дети практически всех типов конституций характеризуются значительной выносливостью, что связано, в первую очередь, с преобладанием в мышцах в этом возрасте волокон окислительного типа. Исключением являются мальчики дигестивного типа сложения, у них недостатки окислительной энергетики проявляются уже с 7-летнего возраста, у которых, по-видимому, существует определенный предел возможностей, ограничивающий развитие аэробики. Проявление таких ограничений может быть связано с различиями массы тела. Действительно, высокие темпы роста массы тела у мальчиков с дигестивным типом телосложения неразрывно связаны с усиленным развитием тонических мышц туловища и конечностей, определяющих положение тела и его антигравитационные функции. Как известно, такие мышцы состоят только из медленным красных окислительных волокон, оплетенных кровеносными капиллярами и использующих только аэробное энергообеспечение. В то же время возможности систем кровообращения и внешнего дыхания действительно имеют предел, определяемый, как известно, величинами АП или МПК. Особенно это касается мальчиков дигестивного сложения, связанного с большой массой тела. В среднем у мальчиков дигестивного сложения в этом возрасте тела составляет 29,9 кг. Для сравнения – у детей 7 лет астеноидной и торакальной комплекции масса тела составляет 22,6-22,8 кг. Жировая ткань у мальчиков дигестивного телосложения уже в этом возрасте в среднем достигает 7,8 кг (у ребят астеноидного телосложения только 2,9 кг). Для сохранения характеристик двигательных возможностей статистического и динамического характера дети дигестивного типа должны иметь дополнительную массу мышечной ткани. Наши измерения показывают, что если мальчики астеноидного телосложения в этом возрасте имеют 7,9 кг мышц – 35%, то у мальчиков дигестивного сложения 12,1 кг – 40%. Возникает вопрос об энергетическом обеспечении такой большой массы. Развитие аэробной энергетики лимитировано и поэтому обычные динамические потребности (такие как бег, ходьба, “езда” на велоэргометре и др.) у детей дигестивного типа осуществляется в основном за счет анаэробных процессов и ее вклад с возрастом все больше и больше будет увеличиваться. К 10 годам физическая работоспособность в аэробной зоне мощности практически у всех испытуемых значительно падает, что связано, с одной стороны, с качественной и количественной перестройкой мышечных волокон вследствие гормональных изменений, с другой, гетерохронным развитием различным компонентов тела. Анализ антропометрических параметров показал, что в целом по группе с 7 до 10 лет костный компонент массы тела увеличивается с 17,4 до 19,3%, жировой – с 15,4 до 18,1%, а мышечный повышается с 7 до 9 лет с 32,6 до 36,2%, а в 10 лет вновь снижается до 34%. Это сопровождается и понижением мезоморфного компонента соматотипа Хит-Картер [18]. У многих детей в период от 7 к 10 годам интенсивно увеличивается костный компонент, уменьшается мышечный и

увеличивается жировой компонент, который связан отрицательной корреляционной связью с показателями работоспособности, особенно в аэробной зоне мощности. В 10-летнем возрасте, в связи со значительным увеличением жирового компонента, и уменьшением мышечного, различия между соматотипами стираются и большинство детей объединяются в группу смешанной энергетике с превалированием анаэробных процессов. Необходимо отметить, что у 10-летних мальчиков при работе в аэробной зоне мощности сильно напряжена система вегетативной регуляции, вследствие чего возрастает индекс накопления пульсового долга. Такая же тенденция обнаруживается и при работе в анаэробной зоне мощности, хотя работоспособность в этой зоне увеличивается, что связано с ростом жировой массы. Корреляционный анализ обнаруживает тесную связь различных компонентов тела с параметрами физической работоспособности. Так, величина аэробной производительности прямо зависит от мезоморфии и эктоморфии и обратно – от эндоморфии. Между тем, жировая масса тесно связана с анаэробной производительностью. У детей 9-10 лет отмечаются заметные синхронные изменения очень многих показателей, характеризующих рост и развитие ребенка. Так, по данным Л.К.Семеновой [12] на возраст 9-10 лет приходится заметное снижение активности желез внутренней секреции. В данный возрастной период происходит уменьшение экскреции катехоламинов [1,19]. Возраст 10 лет является критическим в развитии механизмов сократительной функции левого желудочка сердца [4]. В работе З.Г.Бияшевой [2] именно на 10-летний возраст приходятся резкие изменения реакции нервных элементов головного мозга при осуществлении психических функций. Исследование энергетике растущего организма показывает, что в интервале от 9 к 10 годам у детей замедляется возрастное снижение интенсивности метаболических процессов [5]. Повышенный уровень теплопродукции в этом возрасте определяет увеличение индекса циркуляции тепла на поверхности кожи, соответственно при этом увеличиваются теплопотери, что ведет к изменению активности механизмов физической и химической терморегуляции. Наши исследования показывают, что на данный возрастной период приходится заметное снижение энергетике скелетных мышц. Среди параметров уравнения Мюллера снижается величина показателя “а”, что однозначно характеризует перестройку энергетике мышц в сторону увеличения роли анаэробных процессов энергообеспечения. В этот период уменьшается аэробная емкость, что показывает степень снижения величины аэробных возможностей скелетных мышц.

Таким образом, результаты лонгитудинальных наблюдений показали, что как морфологические, так и функциональные особенности конституции еще не сложились окончательно. Для формирования мышечной системы и особенностей ее энергетике критическим становится 10-летний возраст, когда в организме накапливаются неактивные формы половых гормонов в количестве, достаточных для перестройки мышечных волокон [10,11,19], когда происходит

синхронная для многих систем организма перестройка, которую можно обозначить как фазу торможения и массовых передифференцировок, что является началом развития нового периода. Сложность младшего школьного возраста заключается в том, что в интервале от 7 до 11 лет процессы становления энергетики мышечной деятельности проходят неравномерно, вследствие разной скорости роста соматических показателей, активными дифференцировочными процессами в мышечных волокнах и началом полового созревания (10-11 лет), адаптации к различным физическим и умственным нагрузкам. Эти весьма важные возрастные особенности необходимо учитывать при становлении программ физического воспитания. Направленность и методика физического воспитания, оценка результатов двигательной подготовленности должна строиться не только на общевозрастном подходе, но и на конституциональном с учетом индивидуальных особенностей. При этом необходимо учитывать все возрастные критические периоды и этапы устойчивого состояния.

Выводы

1. В интервале от 7 до 11 лет процессы становления энергетики мышечной деятельности проходят неравномерно, вследствие разной скорости роста соматических показателей, активными дифференцировочными процессами в мышечных волокнах, началом полового созревания (10-11 лет) и адаптации к различным физическим и умственным нагрузкам.
2. Тип энергопродукции скелетных мышц характеризуется рядом признаков: мощностными и емкостными возможностями энергетических источников, состоянием энергетических источников, состоянием регуляторных и вегетативных систем. Совокупность этих признаков и определяет работоспособность человека во всем доступном ему диапазоне нагрузок.
3. Представители разных соматотипов конституции имеют специфические особенности в уровне, кинетике, регуляции важнейших показателей работоспособности и энергообеспечения мышечной деятельности.

Библиография

1. Бец Л.В. Количественная характеристика половых стероидов у детей допубертатного возраста // В кн.: Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков. – М. – 1977. Т.2. – С.104-105.
2. Бияшева З.Г. Возрастная динамика специализации структур головного мозга школьников при осуществлении высших психических функций: Автореф.дис. ...докт.биол.наук. – М. 1999. – 42 с.

3. Воробьев В.Ф. Индивидуальные особенности энергетического обеспечения мышечной работы // Новые исследования. Альманах. – 1991. - №2. – С.86-89.
4. Калюжная Р.А. Физиология и патология сердечно-сосудистой системы детей и подростков. – М.: Медицина, 1973. – 253 с.
5. Корниенко И.А. Возрастные изменения энергетического обмена: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М. 1980. – 48с.
6. Корниенко И.А., Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Возрастное изменение энергетика мышечной деятельности. Сообщение 1. Структурно-функциональные перестройки // Физиология человека. – 2005. – Т.31. - №4. – С.402-406.
7. Корниенко И.А., Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Возрастное развитие энергетика мышечной деятельности. Сообщение 3. Эндогенные и экзогенные факторы, влияющие на развитие энергетика скелетных мышц // Физиология человека. – 2007. – Т.33. - №6. – С.94-99.
8. Сонькин В.Д. Энергетическое обеспечение мышечной деятельности школьников // Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М. – 1999. - 50с.
9. Сонькин В.Д. Физическая работоспособность и энергообеспечение мышечной функции в постнатальном онтогенезе // Физиология человека. – 2007. – Т.33. - №3. – С.1-19.
10. Савостьянова Е.Б. Об андрогенной активности и конституции детей и подростков по данным изучения близнецов // В кн.: Дифференциальная психофизиология и ее генетические аспекты. – М., 1975. – С.242-245.
11. Саяпина Особенности секреции соматотропного гормона у детей и его взаимоотношения с некоторыми соматическими признаками // Вопросы антропологии. – 1975. – вып.50. – С.146-151.
12. Семенова Л.К. Суставно-связочный аппарат человека в онтогенезе // Труды ин-та физ. воспитания и школьной гигиены АПН СССР. – М., 1958. – Т.97. – С.182-244.
13. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетика и работоспособности в онтогенезе. – М.: Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2011. – 368 с.
14. Тамбовцева Р.В. Возрастные изменения типов телосложения школьников // Новые исследования. – 2010. - №1. – С.84-89.
15. Тамбовцева Р.В. Физиологические основы развития двигательных качеств // Новые исследования. – 2011. - №1. – С.5-15.

16. Тамбовцева Р.В. Общие и частные закономерности возрастного развития энергообеспечения мышечной деятельности // Новые исследования. – 2011. - №2. – С.73-83.
17. Физиология развития ребенка (Теоретические и прикладные аспекты) / Под ред. М.М.Безруких, Д.А.Фарбер. – М.: 2000. – 312 с.
18. Хит Б.Х., Картер Д.Л. Современные методы соматотипологии // Вопросы антропологии. Ч.1: 1968. – вып.29. – С.29. – С.20-40.
19. Хрисанфова Е.Н. Конституция и биологическая индивидуальность человека. – М.: Изд-во МГУ. – 1990. – 160с.
20. Sonkin V.D., Gutnik B.J., Tambovtseva R.V. and Nash D. Ergometric Investigation of Work Capacity Ontogeny: Influence of Exogenic and Endogenic Factors // Advances in Medicine and Biology. – 2010. – V.1. – P. 129-165.
21. Sonkin V., Tambovtseva R. Energy metabolism in children and adolescents // Energetics. Chorv. 2011.30 p.

***ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И БИОЭНЕРГЕТИКА
МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПОРТСМЕНОВ РАЗИЧНЫХ ВИДОВ
СПОРТА***

**ИЗУЧЕНИЕ АЭРОБНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФЕХТОВАЛЬЩИКОВ-
ЮНОШЕЙ 18-19 ЛЕТ ДО И ПОСЛЕ ТРЕНИРОВКИ**

Аксенов А.Г., магистрант
Литвиненко С.Н., д.п.н., доцент
*Российский государственный университет физической культуры,
спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)
Москва, Россия
litvinenko_svetlana@yahoo.com*

Аннотация. Проведено изучение аэробных способностей 10 юношей-фехтовальщиков 18-19 лет с помощью функциональной пробы задержки дыхания на вдохе (проба Штанге) и измерением показателей насыщения крови кислородом. Полученные фактические данные показывает напряженность систем кислородообеспечения после тренировки в сравнении с показателями до тренировки. Необходимо проведение дальнейших исследований по изучению взаимосвязи выявленных закономерностей со скоростно-силовыми показателями, а также с результатами соревновательной деятельности.

Ключевые слова: фехтование, проба с задержкой дыхания, оксигенация.

RESEARCHING AEROBIC INDICATORS OF 18-19 YEARS MALE FENCERS BEFORE AND AFTER TRAINING

Aksenov A.G., postgraduate student

Dr.Sci Litvinenko S. N.

*Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism
(SCOLIPE), Moscow, Russia*

Annotation. A study of the aerobic abilities of 10 junior male fencers 18-19 years old has been held with the help of a functional breath holding test and measurement of oxygen saturation parameters. The obtained actual data shows the intensity of the oxygen supply systems after training in comparison with the pre-workout indicators. It is necessary to carry out further studies on the relationship between the identified regularities with the speed-strength indicators, as well as with the results of competitive activities.

Keywords: fencing, breath holding probe, oxygenation.

Введение. Фехтование относится к видам спорта, где значительную роль играют технико-тактические навыки спортсмена, соответственно строится и тренировочный процесс, направленный, в основном, на организацию тренировочных поединков и спаррингов.

В то же время, если рассматривать фехтование с биоэнергетических позиций [1], то можно выделить большой объем физической нагрузки, выполняемой за счет анаэробных механизмов энергообеспечения с возникновением лактатного кислородного долга, который необходимо восполнять с помощью аэробных процессов ресинтеза АТФ.

В отличие от других видов единоборств, где продолжительность поединка регламентировано определенным образом, в фехтовании эта продолжительность может меняться значительным образом в зависимости от количества проведенных успешных атак. Соответственно, всякое затягивание продолжительности поединка более 2-3 минут приводит к переходу в смешанный режим энергообеспечения, уменьшению мощности физической работы, т.е. снижению скоростно-силовых показателей. Для обеспечения высоких скоростно-силовых показателей в более длительных поединках спортсмену необходимо развивать аэробные механизмы энергообеспечения.

В то же время, изучению аэробных способностей фехтовальщиков уделяется недостаточное внимание.

Для оценки общего состояния кислородообеспечивающих систем организма применяются функциональные пробы с задержкой дыхания, для которых установлены нормативные значения показателей. Например, у мужчин

показатели времени задержки дыхания на вдохе (проба Штанге), превышающие 50 секунд, свидетельствуют о хорошей устойчивости организма к гипоксии и высоком уровне аэробных способностей [2].

Изучение динамики аэробных показателей фехтовальщиков в тренировочном процессе имеет не только теоретическую, но и практическую значимость, поскольку может показать новые подходы к организации тренировочного процесса в фехтовании с учетом эргогенических принципов тренировки. Таким образом, проведенное исследование является весьма актуальным.

Цель исследования - изучить показатели задержки дыхания на вдохе и содержания кислорода в крови фехтовальщиков-юношей 18-19 лет до и после тренировки.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось на 10 юношах 18-19 лет, занимающихся фехтованием на саблях, спортивной квалификации 1-й спортивный разряд и кандидаты в мастера спорта.

Измерение проводилось до тренировки (до разминки) и после тренировки (после заминки). Для измерения задержки дыхания на вдохе использовался секундомер. Показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС) измерялись пальпаторным методом в течение 30 секунд до задержки дыхания (ЧСС1) и в течение 30 секунд после задержки дыхания (ЧСС2).

Показатель реакции (ПР) рассчитывался по формуле ЧСС2/ЧСС1 [2].

Для измерения показателя насыщения крови кислородом использовался портативный пульсоксиметр AssuMed, измерение проводилось на 30-й секунде задержки дыхания на вдохе.

Статистические показатели подсчитывались с помощью компьютерной программы MSExcel.

Результаты исследования. Усредненные результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели задержки дыхания на вдохе

Показатели	До тренировки	После тренировки	P
Оксигенация (%)	98,1±1,3	96,8±1,8	>0,05
Время задержки дыхания (с)	62,6±10,8	58,3±12,4	>0,05
Показатель реакции (балл)	0,98±0,08	0,96±0,13	>0,05

Из данных таблицы 1 видно, что показатели оксигенации практически не снижались за 30 секунд задержки дыхания.

Время задержки дыхания, в целом по группе испытуемых, характеризовалось повышенными значениями по сравнению с нормативными, что свидетельствовало о высоком уровне аэробных способностей. Достоверных различий между значениями времени задержки дыхания на вдохе до и после тренировки нам выявить не удалось. Возможно, это связано со значительной вариабельностью данного показателя у отдельных испытуемых, что отразилось в повышенных значениях среднеквадратичного отклонения.

Реакция кардиореспираторной системы на задержку дыхания проявляется в показателе реакции (ПР) [2]. Если ПР превышает 1,2, то это свидетельствует о неблагополучии в кислородообеспечивающих системах организма.

Полученные результаты (см. табл. 1) показали, что ПР обследованных юношей-фехтовальщиков в среднем составлял меньше единицы (0,98 и 0,96 до и после тренировки соответственно), т.е. сердечно-сосудистая система адекватно реагировала на гипоксическую нагрузку.

Взаимосвязи между отдельными показателями изучались с помощью вычисления коэффициентов корреляции Пирсона (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты корреляции Пирсона

Взаимосвязь	До тренировки	После тренировки
Оксигенация — Задержка дыхания	-0,21	-0,27
Оксигенация — ПР	0,46	-0,03
Задержка дыхания — ПР	0,11	0,83

Из данных таблицы 2 следует, что после тренировки наблюдалась высокая положительная корреляция между временем задержки дыхания и показателем реакции, в то время, как до тренировки такой взаимосвязи не было. На наш взгляд, это можно объяснить определенным напряжением систем кислородообеспечения после тренировки, потребовавшего более значительных усилий от кардиореспираторной системы обеспечить задержку дыхания на вдохе.

Изучение взаимосвязи между показателями до и после тренировки показало, что наблюдалась высокая положительная корреляция между временем задержки дыхания до тренировки и после тренировки (коэффициент корреляции Пирсона составил 0,74), что свидетельствовало об индивидуальной устойчивости данного показателя.

Выводы

1. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что оценка аэробных способностей юношей-фехтовальщиков 18-19 лет с помощью функциональной пробы задержки дыхания на вдохе (проба Штанге) и измерением показателей насыщения крови кислородом показывает напряженность систем кислородообеспечения после тренировки в сравнении с показателями до тренировки.
2. Необходимо проведение дальнейших исследований по изучению взаимосвязи выявленных закономерностей со скоростно-силовыми показателями, а также с результатами соревновательной деятельности.

Библиография

1. Волков, Н.И. Биохимия мышечной деятельности / Н.И. Волков, Э.Н. Несен, А.А. Осипенко, С.Н. Корсун. - Киев: Олимпийская литература, 2013. - 504 с.
2. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная {Текст}: учебник / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. - Изд. 4 - е, исп. и доп. - М.: Советский спорт, 2010. - 620 с. : ил.

ДИСКРИМИНАТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЦЕЛЕВОЙ ТОЧНОСТИ ХОККЕИСТОВ

Давыдов А.П.,

Медведев В.Г., к.п.н., доцент

*Российский государственный университет физической культуры, спорта,
молодежи и туризма, Россия, Москва*

davydov-rgufk@rambler.ru ; biomechanics@bk.ru

Аннотация. В статье приводятся информативные показатели целевой точности хоккеистов различных групп по уровню подготовленности при выполнении серии бросков в искусственно усложненных условиях.

Ключевые слова: бросок, тестирование, усложненные условия, информативность, вероятность, временные характеристики, асимметрия, двигательные предпочтения, хват клюшки.

THE DISCRIMINATIVE CHARACTERISTICS OF TARGET ACCURACY OF HOCKEY PLAYERS

Davydov A.P.,

Medvedev V.G., Phd,
RSUPESY&T (SCOLIPE),
Russia, Moscow

Abstract. The aim of the study was the finding of the discriminative characteristics of the target accuracy of ice hockey players of different qualifications at performance of the throwing the puck in the complicated (advanced) conditions. Subject to the study were 60 ice hockey players (with body mass of $67,95 \pm 18,959$ kg, body height $1,733 \pm 0,1477$ m and aged $15,6 \pm 3,77$ years). The sample covered players of every game role (defenders, attackers and goalkeepers) and every skill level: from the primary training groups; basic education and training groups; and sport excellence groups. Significant differences between groups of different fitness levels found in temporary characteristics when performing throwing the puck tests. The largest number of significantly different parameters found in a series of throwing the puck made in the “uncomfortable” side. It can be assumed that the criterion of “convenience” when the cast is very conditional, as in a real competition game situation “comfortable” side may be accompanied by very non-standard conditions and may be a leading factor in the limited time of the throwing the puck.

Keywords: throwing the puck, test, complicated conditions, informativeness, probability, timing characteristics, asymmetry, motor preferences, grip stick.

Введение. «Способ оценки точности имеет принципиальное значение, так как точность может оцениваться разными показателями и полученные характеристики будут отражать разные явления: разные механизмы организации движений и различные способности человека.

Наиболее часто используемый способ оценки точности — по вероятности попадания в заданную область (P). В этих случаях могут быть две оценки:

- а) по альтернативному признаку (да, нет);
- б) по отношению удачных и неудачных попыток в серии (в процентах).

В прикладных областях математики точность принято оценивать как величину, обратную величине стандартного отклонения от цели ($1/\delta$)» [1, с. 11].

В связи с этим целесообразно подбирать или разрабатывать способ оценки точности в соответствии со спецификой вида спорта и его соревновательной деятельности.

Особенностью целевой точности в хоккее является не только попадание шайбой в открытый участок ворот, но и усложненные условия выполнения

броска: ограничение времени, помехи противника, резкие смены игровой ситуации, ограниченный обзор и др.

В целях контроля уровня двигательных способностей хоккеистов необходимо выявить показатели и определить процедуру оценки целевой точности при выполнении бросков.

Цель исследования – выявление дискриминативных показателей целевой точности хоккеистов различной квалификации при выполнении бросков в искусственно усложненных условиях.

Методы исследования. На базе катка УЗСК РГУФКСМиТ проводилось обследование 60 хоккеистов разных амплуа из различных групп по уровню подготовленности: из группы начальной подготовки, учебно-тренировочной группы и группы спортивного совершенствования. Средние значения по выборке составили: масса тела – $67,95 \pm 18,959$ кг, длина тела – $1,733 \pm 0,1477$ м, возраст – $15,6 \pm 3,77$ лет.

Испытуемые выполняли броски в обозначенную зону ворот в искусственно усложненных (приближенных к реальной игровой ситуации) условиях: стоя за полностью непрозрачной ширмой ($1,5 \times 1,5$ м²), хоккеист выполнял бросок при появлении шайбы из-под ширмы. Задачей для испытуемого было максимально быстро забросить максимально возможное количество шайб в обозначенную зону ворот (поразить цель). 10 шайб произвольно располагались относительно условной линии, проходящей через точки конечного вбрасывания, первая шайба находилась в середине линии, а десятая – у точки вбрасывания. Таким образом, расстояние от шайб до целевой зоны варьировалось от 6 до 9 м. В плоскости стоек и перекладины ворот лентой отмечалась целевая зона ($0,6 \times 0,4$ м²), что приблизительно составляло $\frac{1}{4}$ площади фронтальной плоскости ворот. Целевая зона располагалась в правом верхнем углу – в случае выполнения бросков в положении правым боком к воротам и в левом верхнем углу – при выполнении бросков в положении левым боком. Ширма, не позволяющая видеть расстановку шайб (нижний просвет составлял 0,05 м), двигалась от игрока во время выполнения предыдущего броска, тем самым, время на подготовку к выполнению броска и принятие решения было ограничено. Условия проведения теста представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема проведения тестирования целевой точности хоккеистов в искусственно усложненных условиях (с непрозрачной ширмой)

Выполнение серии бросков записывалось на видео с использованием камеры Canon 550D в режиме 50 fps/720p. При помощи программного обеспечения ТЕМА Automotive проводился видеоанализ с расчетом следующих показателей:

- *длительность серии бросков* – с момента появления первой шайбы в поле зрения испытуемого до пересечения линии ворот десятой шайбы (в случае отсутствия заброшенных шайб в серии испытуемый выполнял её повторно, длительности отдельных серий суммировались);
- *среднее время до забрасывания* – отношение длительности серии (серий) к числу заброшенных шайб; данный показатель характеризует быстроту вероятности забрасывания;
- *вероятность забрасывания* – процентное отношение числа заброшенных шайб к общему числу бросков;
- *средняя длительность 1 броска в серии* – отношение длительности серии (серий) к общему числу выполненных бросков.

В зависимости от привычного хвата клюшки условия заданий, выполняемых в положении правым и левым боком к воротам, обозначались, соответственно, как «неудобная» и «удобная» сторона для игроков с «праворуким» хватом (и наоборот – для игроков с «леворуким» хватом) [2].

При помощи методов математической статистики (ANOVA) проводилось сравнение показателей различных групп.

Результаты исследования. Сравнительный анализ показателей целевой точности хоккеистов группы начальной подготовки (1), учебно-тренировочной

группы (2) и группы спортивного совершенствования (3) представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты дисперсионного анализа показателей ($\bar{x} \pm \sigma$) целевой точности хоккеистов различных групп по уровню подготовленности при выполнении серии бросков в искусственно усложненных условиях

Показатель		Группа				ANOVA	
		1	2	3	все	F	p
n		20	22	18	60	—	—
Масса тела, кг		43,95 ±8,647	78,95 ±6,506	81,17 ±9,605	67,95 ±18,959	12 7,3	<0, 05
Длина тела, м		1,546 ±0,0736	1,837 ±0,0486	1,814 ±0,0649	1,733 ±0,1477	13 5,1	<0, 05
Возраст, лет		11,1 ±0,44	16,1 ±0,29	20,1 ±1,95	15,6 ±3,77	31 0,0	<0, 05
«Неудобная» сторона	Длительность серии бросков, с	26,05 ±14,082	18,46 ±4,140	19,48 ±9,946	21,30 ±10,494	3,3	<0, 05
	Ср. время до забрасывания, с	22,11 ±17,245	14,50 ±9,194	12,52 ±7,240	16,24 ±12,324	3,3	<0, 05
	Вероятность забрасывания, %	13,5 ±9,14	18,9 ±13,53	17,1 ±10,35	16,7 ±11,38	1,1	>0, 05
	Ср. длительность 1 броска в серии, с	1,91 ±0,313	1,77 ±0,211	1,57 ±0,177	1,76 ±0,273	9,0	<0, 05
«Удобная» сторона	Длительность серии бросков, с	17,39 ±1,655	17,28 ±2,372	15,79 ±1,579	16,87 ±2,027	4,0	<0, 05
	Ср. время до забрасывания, с	6,64 ±4,707	5,07 ±4,661	5,65 ±3,131	5,77 4,258	0,7	>0, 05
	Вероятность забрасывания, %	38,0 ±21,18	45,45 ±17,655	36,11 ±17,868	40,17 ±19,089	1,4	>0, 05
	Ср. длительность 1 броска в серии, с	1,74 ±0,166	1,73 ±0,237	1,58 ±0,158	1,69 ±0,203	4,0	<0, 05

Показатели целевой точности хоккеистов при выполнении тестовых заданий в «удобную» сторону были значительно лучше ($p < 0,05$) по сравнению с

«неудобной» стороной: на 22,9% больше вероятность забрасывания, на 2,7 с быстрее выполнялась серия, на 8,5 с раньше появление вероятного забрасывания в серии. Исключение составляет средняя длительность одного броска в серии, которая не имеет статистически значимых различий в зависимости от выбранной стороны.

Обращает на себя внимание показатель, который во многих игровых видах спорта считается ключевым при оценке целевой точности двигательных действий и меткости игроков, – вероятность забрасывания [1]. Статистически значимых различий между группами разного уровня подготовленности по данному показателю (как в «удобную», так и в «неудобную» сторону) не обнаружено ($p > 0,05$). Вариация показателя вероятности забрасывания достигает 70%. В связи с этим можно предположить невысокую информативность и надёжность тестов, оценивающих только данный показатель.

Значимые различия между группами разного уровня подготовленности обнаружены во временных показателях при выполнении данных тестов. Наибольшее число значимо различающихся показателей обнаружено в серии бросков, выполненных в «неудобную» сторону. Можно предположить, что критерий «удобства» при выполнении броска весьма условен, так как в реальной игровой ситуации «удобная» сторона может сопровождаться крайне нестандартными условиями и ведущим фактором может являться ограниченное время выполнения броска.

Выводы

1. Искусственно усложненные условия при выполнении бросков для оценки целевой точности хоккеистов позволяют повысить информативность проводимых тестов.
2. Наиболее значимые различия между группами разного уровня подготовленности обнаружены во временных показателях при выполнении бросков в «неудобную» сторону: длительность серии бросков, среднее время до забрасывания, средняя длительность 1 броска в серии.
3. Разработанные тесты и предложенные показатели рекомендуется использовать в этапном контроле целевой точности хоккеистов различной квалификации.

Библиография

1. Голомазов, С.В. Кинезиология точностных действий человека / С.В. Голомазов. – М.: СпортАкадемПресс, 2003. – 228 с.
2. Медведев, В.Г. Латеральная асимметрия при выполнении маневрирования с шайбой в хоккее на льду / В.Г. Медведев, А.П. Давыдов //

Актуальные проблемы биохимии и биоэнергетики спорта XXI века: материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции 25-26 апреля 2016 г. / под общ. Ред. Р.В. Тамбовцевой [и др.]. – Москва: Изд-во РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), 2016. – С. 75-80.

ВЗАИМОСВЯЗЬ БЫСТРОТЫ ПРИЁМА ШАЙБЫ В ХОККЕЕ С ДВИГАТЕЛЬНЫМИ СПОСОБНОСТЯМИ СПОРТСМЕНА

Давыдов А.П.,

Медведев В.Г., к.п.н, доцент

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Россия, Москва

davydov-rgufk@rambler.ru ; biomechanics@bk.ru

Аннотация. Приём шайбы является одним из ключевых двигательных действий в хоккее. В статье предложена методика оценки способности хоккеиста к быстрому овладению шайбой при выполнении двигательного действия «приём». Выделены наиболее значимые показатели.

Ключевые слова: тестирование, приём шайбы, ведение, обводка, информативность, вероятность, временные характеристики, видеоанализ.

RELATIONS OF RAPIDITY OF TAKING THE PUCK IN HOCKEY WITH MOVEMENT ABILITIES OF PLAYERS

A.P. Davydov,

V.G. Medvedev, Phd,

RSUPESY&T (SCOLIPE),

Russia, Moscow

Abstract. The aim of the study was the finding of the discriminative characteristics of the take a puck mastery. Subject to the study were 52 ice hockey players (with body mass of $68,90 \pm 17,771$ kg, body height $1,741 \pm 0,1409$ m and aged $15,6 \pm 3,77$ years). The sample covered players of every game role (defenders, attackers and goalkeepers) and every skill level: from the primary training groups; basic education and training groups; and sport excellence groups. Significant differences ($p < 0.05$; by ANOVA, LSD test) between groups of different fitness levels found in temporary characteristics when performing taking the puck tests. Regression equations of relations between characteristics of the taking a puck mastery and movement abilities of the players (the simple visual reaction time, the rapidity of maneuvering with a

puck) are presented.

Keywords: test, take a puck, operation of puck, tracing, informativeness, probability, timing characteristics, video analysis.

Введение. Основная цель при выполнении приёма шайбы – это максимально быстрое овладение шайбой. Любые ошибки, допускаемые хоккеистом, ведут к потере драгоценного времени [1]. В связи с этим актуальным является изучение показателей, определяющих мастерство спортсменов при выполнении приёма шайбы.

Цель исследования – выявить показатели, характеризующие качество выполнения приёма шайбы в хоккее.

Методы исследования. На базе катка УЗСК РГУФКСМиТ проводилось обследование 52 хоккеистов разных амплуа из различных групп по уровню подготовленности: из группы начальной подготовки, учебно-тренировочной группы и группы спортивного совершенствования.

Для оценки двигательных способностей хоккеистов испытуемые выполняли следующие задания: простая зрительная реакция, бег без шайбы прямо, ведение шайбы прямо, ведение с обводкой, ведение змейкой [1].

Простая зрительная реакция оценивалась по лучшему результату из трёх попыток с помощью ПК с программным обеспечением MuscleLab V8.11 (рисунок 1).

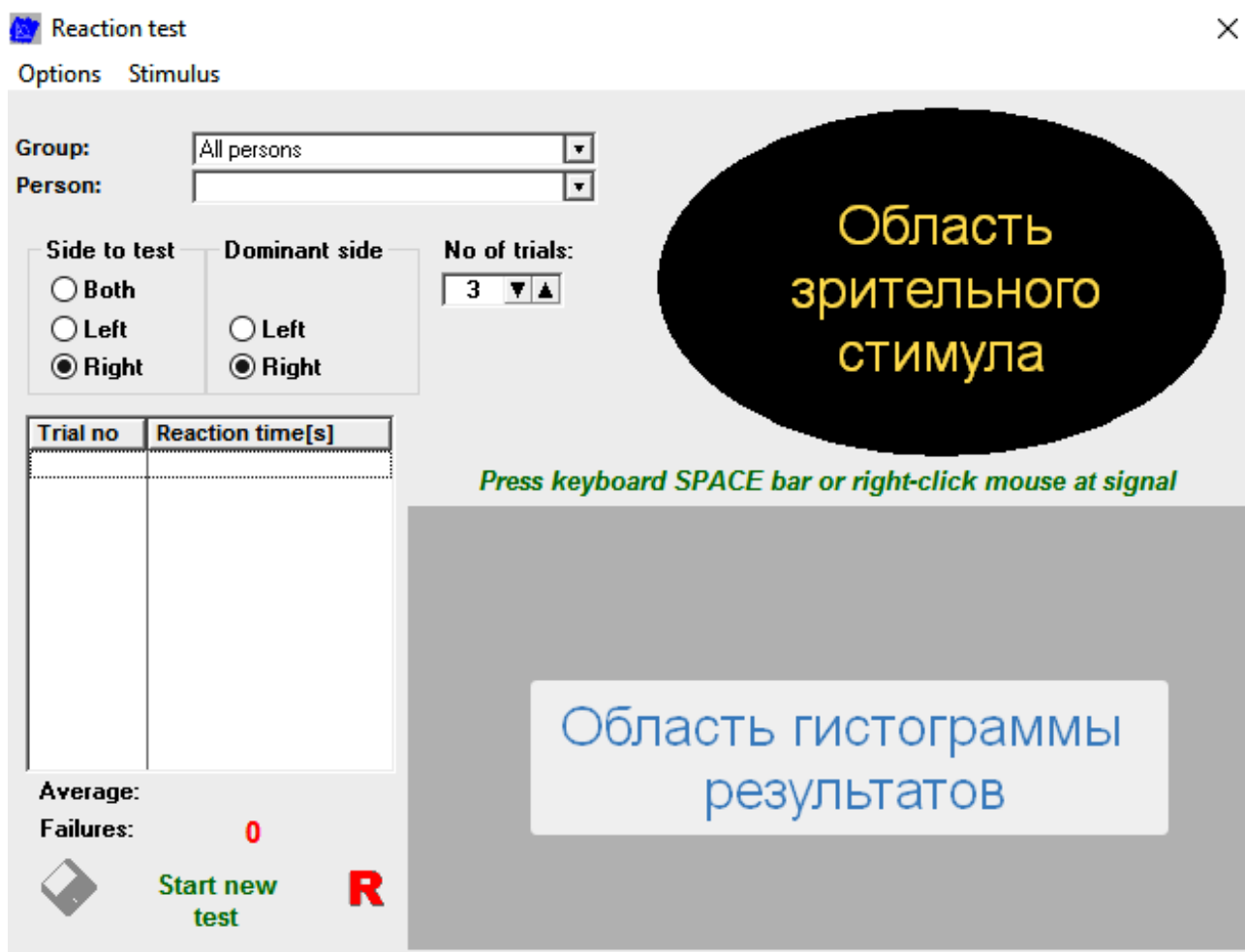


Рисунок 1 – Интерфейс программного обеспечения MuscleLab V8.11 (модуль программы Reaction Time с пояснениями)

Тесты с маневрированием испытуемые выполняли в средней зоне ледовой площадки (рисунок 2). Задачей для испытуемого было максимально быстро выполнить соответствующее задание, стартуя от синей линии (старт свободный). Шайба при ведении не должна была удаляться более чем на 2-2,5 м от хоккеиста (расстояние вытянутой руки с клюшкой). Для выполнения заданий «ведение с обводкой» и «ведение змейкой» использовались препятствия (покрышки), которые располагались треугольником с основанием 3 м (на центральной красной линии) и высотой 2,6 м либо квадратом со стороной 3 м (симметрично относительно центральной красной линии). Длительность выполнения задания регистрировалась с помощью оптронных пар аппаратно-программного комплекса MuscleLab, которые располагались на расстоянии 16 м друг от друга (ширина створа – 3 м, середина створа располагалась на уровне точек вбрасывания в средней зоне). Оценивалась лучшая попытка.

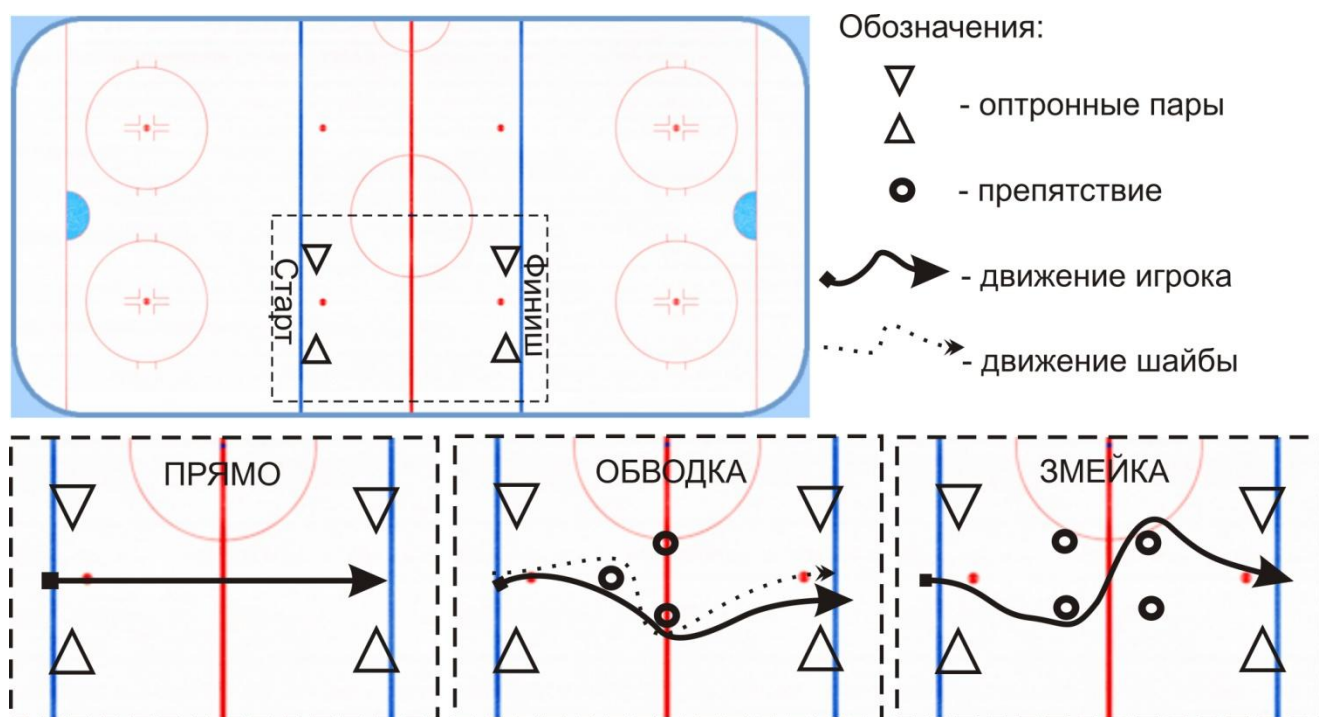


Рисунок 2 – Схема расположения оптронных пар относительно стандартной разметки ледовой площадки и условия выполнения заданий

Для оценки быстроты овладения шайбой хоккеисты выполняли следующий тест. Испытуемый и экспериментатор находились в одной зоне в противоположных точках конечного вбрасывания (на расстоянии 13 м). Экспериментатор выполнял «сильную» передачу по льду. Средняя скорость вылета шайбы составила $20,98 \pm 1,836$ м/с (по данным видеонализа с помощью программы ТЕМА Automotive). Количество попыток (передач) – 10. Угол (сектор) разброса вылета шайбы составлял 15° . Задачей для испытуемого было максимально быстро овладеть шайбой, выполняя приём, следующим образом: шайба должна быть полностью остановлена (неподвижна), крюк клюшки при этом должен был находиться в контакте с остановленной шайбой. При выполнении данного теста записывалось видео с использованием камеры Canon 550D в режиме 50 fps/720p. При помощи программного обеспечения ТЕМА Automotive проводился видеонализ с расчетом следующих показателей (рисунок 3):

- *среднее значение длительности приёма шайбы* (полного овладения до остановки шайбы) по 10 попыткам;
- *стандартное отклонение длительности приёма шайбы* (полного овладения до остановки шайбы) по 10 попыткам;
- *коэффициент вариации длительности приёма шайбы* (полного овладения до остановки шайбы) по 10 попыткам.

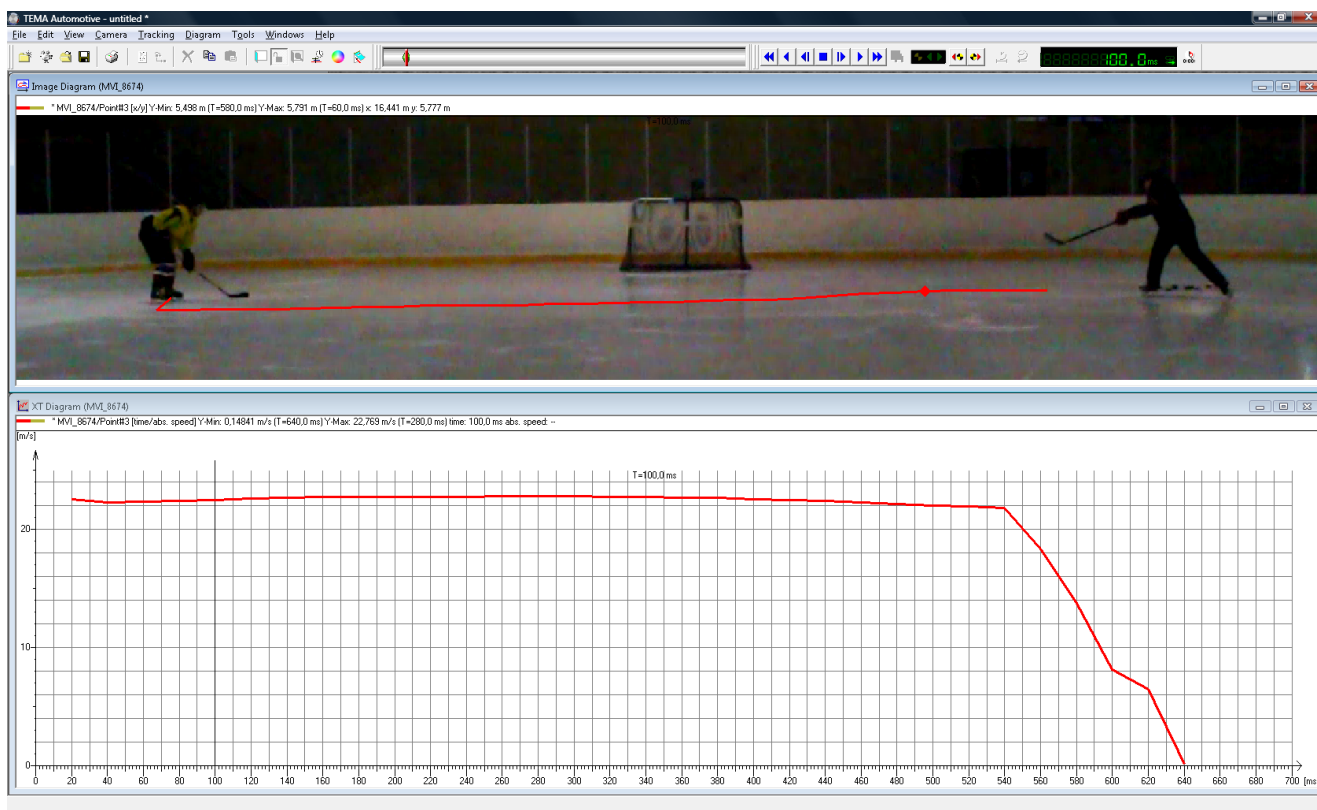


Рисунок 3 – Интерфейс программного обеспечения TEMA Automotive (видеоанализ быстроты овладения шайбой)

Данные показатели характеризуют как быстроту выполнения заданий, так и стабильность результатов в этих заданиях.

Для оценки эмпирической информативности данных показателей результаты в тесте сопоставлялись с вероятностью забрасывания шайб на официальных соревнованиях. Из числа обследуемых хоккеистов были выбраны 12 игроков, которые на ближайших к дате обследования официальных соревнованиях забросили по крайней мере 1 шайбу. Видеоанализ записи игры позволил оценить такие показатели результативности игрока, как число бросков и отношение числа заброшенных шайб к общему числу выполненных бросков (вероятность забрасывания) [2].

Результаты исследования. Приём шайбы до полного овладения является комплексным двигательным действием, относящимся к виду сложных двигательных реакций со сложносоставной структурой. Об этом свидетельствуют обнаруженные преимущественно средние и высокие статистически значимые ($p < 0,05$) корреляции (по Спирмену) между показателями длительности приёма и результатами других тестов (таблица 1).

Кроме того, сложность механизма приёма связана ещё и с тем, что однозначно определить ведущий фактор, влияющий на результат не представляется возможным в связи с высокой вариативностью условий выполнения двигательного задания. Например, если предположить, что успешность выполнения задания будет связана со способностью к быстрому изменению положения тела и его звеньев, то очевидным будет влияние масс-инерционных характеристик тела спортсмена на увеличение длительности приёма, однако отрицательные коэффициенты корреляции ($p < 0,05$) длительности приёма с массой и длиной тела подтверждают обратное.

Таблица 1 – Матрица коэффициентов корреляции антропометрических показателей, результатов тестов оценки двигательных способностей и показателей длительности приёма шайбы (с полным овладением)

Показатель	Длительность приёма шайбы		
	Среднее значение	Ст. Отклонение	Коэф. Вариации
Масса тела	-0,70*	-0,52*	-0,19
Длина тела	-0,64*	-0,48*	-0,18
Простаязрит. Реакция	0,41*	0,41*	0,32*
Бег без шайбы прямо	0,76*	0,64*	0,35*
Ведение шайбы прямо	0,73*	0,65*	0,40*
Ведение с обводкой	0,76*	0,65*	0,44*
Ведение змейкой	0,71*	0,57*	0,30*
Примечание — * – $p < 0,05$			

В таблице 2 приведены результаты ($\bar{x} \pm \sigma$) тестирования хоккеистов в зависимости от группы по уровню подготовленности: 1) группа начальной подготовки; 2) учебно-тренировочная группа; 3) группа спортивного совершенствования.

Таблица 2 – Описательная статистика результатов тестирования хоккеистов различных групп по уровню подготовленности

Показатель	Группа			
	1	2	3	все
N	15	22	15	52

Масса тела, кг	43,40 ±4,356	78,95 ±6,506	79,67 ±9,394	68,90 ±17,771
Длина тела, м	1,539 ±0,0497	1,837 ±0,0486	1,803 ±0,0617	1,741 ±0,1409
Возраст, лет	11,0 ±0,00	16,1 ±0,29	19,9 ±2,05	15,7 ±3,61
Простая зрительная реакция, с	0,2639 ±0,02064	0,2499 ±0,02111	0,2573 ±0,03597	0,2561 ±0,02628
Бег без шайбы (16 м) – длительность, с	3,062 ±0,1185	2,727 ±0,1525	2,843 ±0,1171	2,857 ±0,1920
Ведение шайбы (16 м) – длительность, с	3,159 ±0,2123	2,837 ±0,1621	3,023 ±0,2731	2,983 ±0,2500
Ведение шайбы с обводкой (16 м) – длительность, с	3,473 ±0,1102	3,160 ±0,3647	3,311 ±0,2094	3,294 ±0,2957
Ведение шайбы змейкой (16 м) – длительность, с	4,021 ±0,1254	3,757 ±0,5821	3,965 ±0,3825	3,893 ±0,4453
Длительность приёма шайбы (среднее значение), с	2,018 ±0,3675	1,204 ±0,3321	1,497 ±0,2057	1,523 ±0,4587
Длительность приёма шайбы (стандартное отклонение), с	1,261 ±0,4716	0,588 ±0,3676	1,005 ±0,3894	0,903 ±0,4917
Длительность приёма шайбы (коэффициент вариации), %	62,5 ±20,71	45,7 ±19,36	65,5 ±20,84	56,3 ±21,83

По результатам однофакторного дисперсионного анализа только следующие показатели имели статистически значимые ($p < 0,05$) различия при сравнении всех групп между собой: возраст, бег без шайбы, среднее значение длительности приёма шайбы. Не обнаружено статистически значимых различий ($p > 0,05$) между группами в показателях: простая зрительная реакция, ведение шайбы змейкой.

Зависимость длительности приёма шайбы (y) от показателей двигательных способностей хоккеистов (x) можно описать уравнениями регрессии, представленными в таблице 3.

Таблица 3 – Уравнения регрессии, описывающие зависимость длительности приёма шайбы с полным овладением от показателей других тестов

x	Уравнение регрессии
Простая зрительная реакция	$y = -0,057 + 6,17 \cdot x$
Бег без шайбы прямо	$y = -3,277 + 1,68 \cdot x$
Ведение шайбы прямо	$y = -1,899 + 1,15 \cdot x$
Ведение с обводкой	$y = -1,658 + 0,97 \cdot x$
Ведение змейкой	$y = -0,449 + 0,51 \cdot x$

Проведенный корреляционный анализ показателей длительности приёма шайбы и показателей результативности игрока (число бросков и вероятность забрасывания) в условиях соревнований позволил обнаружить высокую статистически значимую связь ($r=-0,70$; $p<0,05$) между коэффициентом вариации длительности приёма шайбы и вероятностью забрасывания, что подтверждает высокую эмпирическую информативность предлагаемого теста.

Выводы

1. Приём шайбы до полного овладения является комплексным двигательным действием, предъявляющим разнообразные требования к подготовленности хоккеиста.
2. Информативными показателями быстроты овладения (приёма) шайбы являются статистические показатели серии приёмов: среднее значение, стандартное отклонение и коэффициент вариации длительности приёма шайбы до полного овладения.
3. Основным дискриминативным показателем, оценивающим качество приёма шайбы является средняя длительность полного овладения шайбы.
4. Полученные уравнения регрессии могут быть использованы для оценки реализационной эффективности техники приёма шайбы по степени использования хоккеистом своего двигательного потенциала (быстроты реакции и быстроты маневрирования).
5. Разработанные тесты и предложенные показатели рекомендуется использовать в этапном контроле технической и физической подготовленности

хоккеистов различной квалификации.

Библиография

1. Давыдов, А.П. Реализационная эффективность техники маневрирования с шайбой в хоккее / А.П. Давыдов, В.Г. Медведев // Теория и практика физической культуры. – 2016. – № 12. – С. 68-70. – ISSN 0040-3601.
2. Медведев, В.Г. Информативность тестов для оценки быстроты маневрирования в хоккее / В.Г. Медведев, А.П. Давыдов // Олимпийский спорт и спорт для всех. XX Межд. Науч. Конгресс. 16-18 декабря 2016 г., СПб, Россия: Материалы конгресса: [в 2 ч.]. – Ч. 2. – СПб., Издательско-полиграфический центр Политехнического университета, 2016. – С. 462-466.

ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ ГИМНАСТОК ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Захарьева Н. Н., д.м.н., профессор
Яшкина Е. Н., к.п.н., профессор

*Российский государственный университет физической культуры,
спорта, молодежи и туризма, Россия, Москва*

zakharyeva.natalia@mail.ru

Аннотация. В работе рассматриваются математические регрессионные модели функционального состояния гимнасток-художниц высокой квалификации с различной спортивной результативностью на международных соревнованиях.

Ключевые слова: регрессионная модель; гимнастки-художницы высокой квалификации, регуляция вегетативного баланса в спектре сердечного ритма сердца, систолического и диастолического артериального давления.

Annotation. In the mathematical regression model of the functional state of gymnasts-artists with different qualifications sporting performance in international competitions.

Key words: regression model; gymnast-skilled artist, regulation of autonomic balance in the spectrum of cardiac heart rate, systolic and diastolic blood pressure.

FEATURES FUNCTIONAL STATUS GYMNASTS OF HIGH QUALIFICATION HAVING HIGH SPORTS

Zakharyeva N.N., Yashkina E.L.

Актуальность. Ключевым вопросом современной спортивной физиологии является вопрос об адаптации организма спортсмена к длительным физическим нагрузкам. Одним из перспективных видов спорта в современной России и в мире является художественная гимнастика - Олимпийский вид, который предъявляет высочайшие требования организму спортсменок, заставляя физиологические системы работать на максимально возможном уровне, а спортсменок - показывать результаты на грани человеческих возможностей (Zakhar'yeva N.N.(2016), Макарова Г.А. Барановская И.Б., Бушуева Т.Г. (2013)).

В условиях острой конкуренции предъявляются жесткие требования при отборе к функциональным возможностям гимнасток, в связи с чем большое значение приобретает научно-методическое, в том числе и физиологическое обоснование тренировочной и соревновательной деятельности гимнасток-художниц (Захарьева Н.Н., Яшкина Е.Н.(2017), Захарьева Н.Н.(2016), Казакевич Н.В., Пышная Е.В., (2009) ; Шемердяк, А. В. (2009)).

Одним из перспективных направлений в оценке функционального состояния и прогнозе спортивной результативности спортсменов в XIX веке является математическое моделирование. Построение математических моделей позволяет проводить ранее выявление перспективных гимнасток, в том числе и для участия в ответственных международных соревнованиях (Zakhar'yeva N.N.(2016), Захарьева Н.Н. (2016); Захарьева Н.Н., Иванова Т.С. (2015); Мархасин В.С., Кащнельсон Л.Б., Москвин А.С., Соловьева Э.Б. (2010)), Гриценко В.И. (2001), Колчинская А.З., Пшеничный Б.Н., Мисюра А.Г.(1978),. Однако, существует ряд противоречий, затрудняющих выбор моделей спортивными физиологами: отсутствие общего подхода к построению моделей, оценивающих успешность выступления спортсменов на соревнованиях; многочисленные, несвязанные математические подходы к построению моделей; трудность выделения общих и опорных точек в построении моделей; прогнозирование развития моделей при действии возмущающих факторов (Лищук А.В.(2013)). Таким образом, в современной художественной гимнастике существует необходимость в усовершенствовании подхода к компьютерному моделированию функциональных систем организма гимнасток и разработке компьютерного программного продукта, который позволяет быстро и качественно оценивать функциональное состояние гимнасток и прогнозировать качество их выступления на соревнованиях, в том числе международных.

Цель исследования. Создать прогностические компьютерные модели для раннего выявления успешных и неуспешных гимнасток на основе тестирования и определения физиологических критериев, в наибольшей степени

обуславливающих их высокую результативность при выступлении на соревнованиях.

Методы и организация исследования. Анкетирование, САКР - спиреоартериоритмокардиография (спектральный анализ показателей РГДС (респираторно –гемодинамической системы), метод позволяет регистрировать сердцебиение, кровяное давление и дыхание синхронно. Параметры снимались в положении: сидя, в течении пяти минут. Исследования кардиогемодинамики ANS проводились в соответствии с рекомендациями: «Стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования вариабельности сердечного ритма», разработанный компанией "Группа экспертов Европейской и Североамериканской ассоциации кардиологов и ритмологов " в 1996 году. 2. Тестумственная работоспособность (URA Сонькин В.В., Сонькин В.Д., Зайцева В.П. (2002)) - 3 варианта сложности пробы. 3. Оценка физических качеств: физическая работоспособность - велоэргометрический вариант пробы PWC₁₇₀; оценка гибкости проводилась по 3- м пробам: 1) проба наклона на скамейке (в см), 2) мост (расстояние между руками (в см)); 3) гибкость коленного сустава (расстояние от пола до пятки при напряжении ноги) (в см); оценка силы мышц кисти измерена методом кистевой динамометрии правой и левой кистей рук.; оценка ловкости - за 15 секунд удар теннисного мяча об пол и ловля после полного поворота тела на 360 градусов; о координационных свойствах нервной системы гимнасток судили по результатам стабилонии (тест «Мишень») устойчивость оценивалась в 3 – пробах :1) стоя на 2 - х ногах, 2) стоя на правой ноге; 3) стоя на левой ноге. Оценка функционирования вегетативных систем: 1) состояние вентиляционной функции легких гимнасток выполнено электронным спирометром «Спиро С-100» ООО «Альтоника» г. Москва; 2) основные показатели сердечно-сосудистой системы ЧСС, АДС и АДД измерялись по Короткову электронным полуавтоматическим тонометром в положении сидя. Использовался прибор ВРА50 фирмы «Microlife». Измерения проведены 3 – хкратно с интервалом в 2 минуты между попытками. Работа проводилась с 2014г. по 2017гг. на базе кафедры физиологии РГУФКСМиТ. Обследовано 40 гимнасток в возрасте 17-24 года, имеющих высокую спортивную квалификацию. Стаж занятий художественной гимнастикой от 10 до 20 лет.

Базы исследования: кафедра физиологии РГУФКСМиТ; лаборатория НИИ спорта (зал №13). Спортсменки были практически здоровы, принимали участие в исследовании на добровольной основе.

Результаты исследования и обсуждение. Анализируя достижения спортсменок на соревнованиях следует отметить, что среди испытуемых были спортсменки различного уровня успешности на соревнованиях: чемпионки и призеры региональных соревнований (чемпионаты Москвы, - 7 чел (16%); Московская области, Владимирской области, Ростовской области, Республики

Мордовия и Удмуртии, города Волгограда и Феодосии чемпионки отдельных стран – 7чел.(16%). Среди них в частности были чемпионки России - 4чел (9%), Венесуэлы – 2 чел. (4,5%), Хорватии - 1 чел. (2,3%); чемпионки и призеры международных соревнований 11чел. (25%), среди которых призеры и чемпионки Европы - 6чел. (13,6%), чемпионка международных соревнований в Греции - 1чел (2.3.%), Болгарии - 1чел (2.3.%), Нидерланды - 2 чел. (4.6%). Особые достижения имеют 2 гимнастки: чемпионка мира в групповых упражнениях и серебряный призер кубка мира в личном зачёте. Таким образом, в группе обследованных гимнасток 48% имели спортивную успешность высшего достоинства и являлись призерами крупных международных соревнований, а 16% гимнасток результативны в различных регионах России.

Среди группы гимнасток сформированы группы по спортивной квалификации и данным анализа успешности выступления на ответственных международных соревнованиях: 1 группа - мастера спорта международного класса (**МСМК**), успешные при выступлении на международных соревнованиях,- чемпионы и призеры чемпионатов мира и Европы в групповых упражнениях по художественной гимнастике и эстетической художественной гимнастике -7 чел. 2-ю группу составили мастера спорта (**МС**) 7 чел., активные участники международных соревнований, но не имеющие ярких спортивных побед, максимальные спортивные достижения 1–3 и места на региональных соревнованиях (чемпионки Московская области, Владимирской области, Ростовской области, Республики Мордовия и Удмуртии, города Волгограда и Феодосии;) кроме того в эту группу вошли гимнастки – чемпионки отдельных стран, но не имеющие успешность на международных соревнованиях. Среди них чемпионки Венесуэлы, Болгарии. Третья группа состояла из кандидатов в мастера спорта (**КМС**)- 7 чел., также активных участниц международных соревнований. Для однородной математической обработки в каждую группу вошли по 7 спортсменок, обязательным критерием выбора было участие и успешность выступлений на международных соревнованиях. Выбранные спортсменки и в настоящее время активно тренируются и участвуют в соревнованиях. Количество тренировочных часов в неделю колеблется от 15 до 48 часов. Гимнастки получают нагрузку на тренировке разной интенсивности по количеству часов в неделю: 1 группа 15-20 часов в неделю - 25% (11чел); 2 группа от 22 до 25 часов в неделю – 11,4% (5чел); 3 – я группа, большинство гимнасток интенсивно тренируются - 26 – 48 часов 63,6% (28 чел.).

В результате математической обработки данных построены регрессионные модели для раннего выявления успешных и неуспешных гимнасток на основе проведенного физиологического тестирования и определения физиологических критериев в наибольшей степени отражающих регуляторные характеристики поддержания гомеостаза спортсменок, имеющих

различную успешность при выступлении на ответственных международных соревнованиях. Для построения моделей нами были выбраны наиболее значимые параметры, отражающие активность системного уровня автономной нервной регуляции ритмов сердца, систолического, диастолического артериального давления. (Aubert, A.E (2003)Blásquez, J. C, (2009), Britton, W.B2009)), В качестве зависимого переменного критерия «у», отражающего характеристики вегетативного баланса в спектре сердечного ритма, в спектре систолического, диастолического артериального давления были выбраны параметры: $LF/HF_{>n.u.}$; $LF/HFS_{>n.u.}$; $LF/HFD_{>n.u.}$ - аналоги индекса напряжения по Баевскому Р.М. (2000, 1996, 1979). Параметр $LF/HF_{>n.u.}$ раскрывает степень централизации в управлении сердечным ритмом человека и отражает преобладание симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы человека; кроме того он отражает стресс – устойчивость спортсменов при участии в соревнованиях и некоторых патологических состояниях, формируя так называемый «жесткий ритм». При всех вышеизложенных состояниях параметр $LF/HF_{>n.u.}$ – сильно увеличивается.

Для построения прогностических регрессионных моделей применялся корреляционно-регрессионный анализ.

Уравнения регрессионных моделей для гимнасток, различной спортивной квалификации и успешности на соревнованиях

МСМК	МС	КМС
$LF/HF_{>n.u.} = -0.6 + 0.04 * LF_{>n.u.}$	$LF/HF_{>n.u.} = -0.5 + 0.03 * LF_{>n.u.}$	$LF/HF_{>n.u.} = -0.43 + 0.03 * LF_{>n.u.}$
$LF/HF_{>n.u.} = 3.19 - 0.04 * HF_{>n.u.}$	$LF/HF_{>n.u.} = 2.94 - 0.04 * HF_{>n.u.}$	$LF/HF_{>n.u.} = 3.22 - 0.05 * HF_{>n.u.}$
$LF/HFS_{>n.u.} = -2.76 + 0.09 * LFS_{>n.u.}$	$LF/HFS_{>n.u.} = -2.44 + 0.07 * LFS_{>n.u.}$	$LF/HFS_{>n.u.} = -1.99 + 0.07 * LFS_{>n.u.}$
$LF/HFS_{>n.u.} = 5.45 - 0.09 * HFS_{>n.u.}$	$LF/HFS_{>n.u.} = 5.21 - 0.09 * HFS_{>n.u.}$	$LF/HFS_{>n.u.} = 6.04 - 0.11 * HFS_{>n.u.}$
$LF/HFD_{>n.u.} = 11.78 - 0.36 * HFD_{>n.u.}$	$LF/HFD_{>n.u.} = 8.41 - 0.17 * HFD_{>n.u.}$	$LF/HFD_{>n.u.} = 7.41 - 0.14 * HFD_{>n.u.}$

Графическая регрессионная зависимость скорости изменения переменной величины $LF/HF_{>n.u.}$ вегетативного баланса в спектре сердечного ритма от значения диапазона низких частот ($LF_{>n.u.}$) спектра сердечного ритма (выраженного в нормализованных единицах) представлены на рисунке 1.

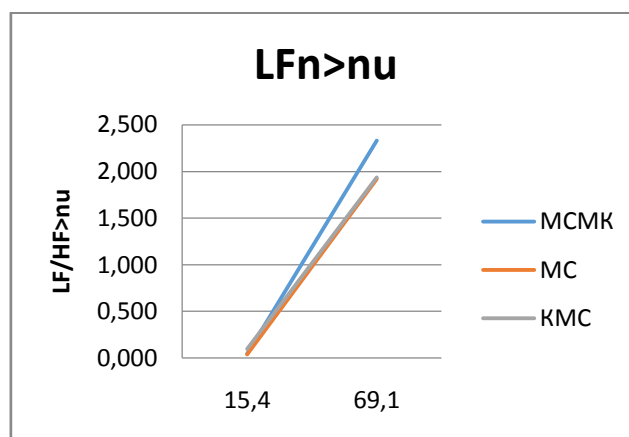


Рис.1.Регрессионная зависимость изменения скорости показателя вегетативного баланса в спектре сердечного ритма ($LF/HF > n.u$) от диапазона значений низких частот спектра сердечного ритма (в нормализованных единицах) ($LF > n.u$).

Выявлены следующие отличия: на графике наблюдается прямая зависимость изменений скорости увеличения $LF/HF > n.u$ от изменений значений $LF > n.u$. Для гимнасток 1 группы (МСМК) характерна высокая скорость увеличения изменения показателя вегетативного баланса в спектре сердечного ритма ($LF/HF > n.u$) в зависимости от увеличения диапазона низких частот спектра сердечного ритма ($LF > n.u$), выраженного в нормализованных единицах. Показатели спортсменок 2 и 3-ей групп практически не отличаются. Коэффициенты $1_{гр} = -0,6 + 0,04$; коэффициенты $2_{гр} = -0,5 + 0,03$; коэффициенты $3_{гр} = -0,43 + 0,03$. Для всех трех уравнений с постоянными значениями $LF > n.u$ отмечены знаки положительные «+».

Далее нами анализировались зависимость изменений скорости увеличения вегетативного баланса в спектре сердечного ритма $LF/HF > n.u$ от качества диапазона высоких частот спектра сердечного ритма (в нормализованных единицах - $HF > n.u$) (рис.2). Выявлена обратная зависимость изменений скорости увеличения $LF/HF > n.u$ от изменений значений $HF > n.u$. Как видно из графика, характерно более резкое снижение скорости изменений $LF/HF > n.u$ у гимнасток 3 группы (КМС). У гимнасток 1 группы (МСМК) отмечена средняя скорость изменений показателя $LF/HF > n.u$, они имеют промежуточное значение в сравнении с гимнастками 1 и 2 группы. Коэффициенты $1_{гр} = 3,19 - 0,04$; коэффициенты $2_{гр} = 2,94 - 0,04$; коэффициенты $3_{гр} = 3,22 - 0,05$. Для всех трех уравнений с постоянными значениями $HF > n.u$ отмечены знаки отрицательные «-».

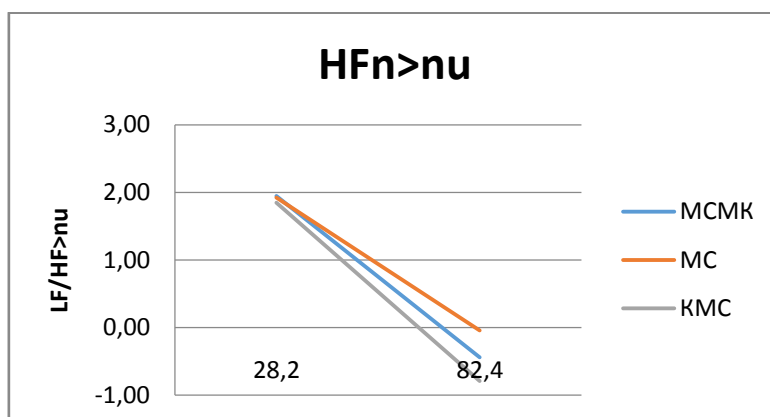


Рис.2. Регрессионная зависимость изменения скорости показателя вегетативного баланса в спектре сердечного ритма (LF/HF>n.u) от диапазона значений низких частот спектра сердечного ритма (в нормализованных единицах) (HF>n.u).

При анализе математических регрессионных моделей по параметру LF/HFS>n.u (ВБ) – вегетативного баланса в спектре ритма систолического артериального давления для 1 группы (MCMK), успешных в медальном зачете на ответственных международных соревнованиях, выявлены следующие тенденции изменений скорости вегетативного баланса. в зависимости от диапазона значений высоких и низких частот в спектре систолического артериального давления (в нормализованных единицах)(рис.3). На графике наблюдается также как и при анализе LF/HF>n.u отмечена прямая зависимость изменений скорости увеличения LFS/HFS>n.u от изменений значений LFS>n.u. Для гимнасток 1 группы (MCMK) характерна более высокая скорость увеличения изменения показателя вегетативного баланса в спектре сердечного ритма (LFS/HFS>n.u) в зависимости от увеличения диапазона низких частот спектра сердечного ритма (LFS>n.u), выраженного в нормализованных единицах. Показатели спортсменок 2 и 3–ей групп практически не отличаются. Коэффициенты 1гр= $-2,276 + 0,09$; коэффициенты 2гр= $-2,44 + 0,07$; коэффициенты 3гр= $-1,99 + 0,07$. Для всех трех уравнений с постоянными значениями LF>n.u отмечены знаки положительные «+».

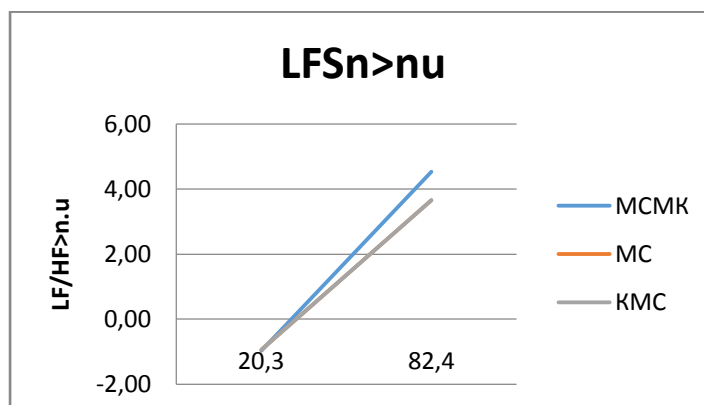


Рис.3. Регрессионная зависимость изменения скорости показателя вегетативного баланса в спектре ритма систолического артериального давления ($LFS/HFS > n.u$) от диапазона значений низких частот спектра ритма систолического артериального ($LFS > n.u$) в нормализованных единицах.

Нами анализировались зависимость изменений скорости вегетативного баланса в спектре ритма систолического артериального давления ($LFS/HFS > n.u$) от диапазона высоких частот спектра ритма систолического артериального давления (в нормализованных единицах) - $HFS > n.u$ (рис.4). Выявлена обратная зависимость изменений скорости увеличения $LFS/HFS > n.u$ от значений $HFS > n.u$. Как видно из графика, характерно меньшее изменение скорости $LFS/HFS > n.u$ у гимнасток 1 группы (МСМК). У гимнасток 2 группы (МС) и 3 групп (КМС) в сравнении с 1 группой отмечена большая скорость изменений показателя $LFS/HFS > n.u$, в зависимости от величины $HFS > n.u$. Коэффициенты 1гр= 11,78 - 0,36; коэффициенты 2гр= 8,41 - 0,17; коэффициенты 3гр= 7,41 - 0,14. Для всех трех уравнений с постоянными значениями $HFS > n.u$ отмечены знаки отрицательные «-».

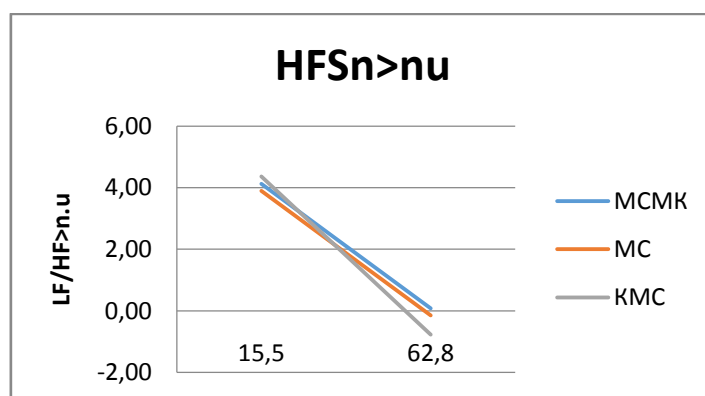


Рис.4. Регрессионная зависимость изменения скорости показателя вегетативного баланса в спектре ритма систолического артериального давления ($LFS/HFS > n.u$) от диапазона значений высоких частот спектра ритма систолического артериального ($HFS > n.u$) (в нормализованных единицах).

При анализе математических регрессионных моделей по параметру $LF/HFD > n.u$ (ВБ) – вегетативного баланса в спектре ритма диастолического артериального давления для МСМК, успешных в медальном зачете на соревнованиях, выявлена обратная зависимость изменений скорости вегетативного баланса в спектре ритма диастолического артериального давления ($LFD/HFD > n.u$) от диапазона высоких частот спектра ритма систолического артериального давления (в нормализованных единицах) - $HFD > n.u$ (рис.5).

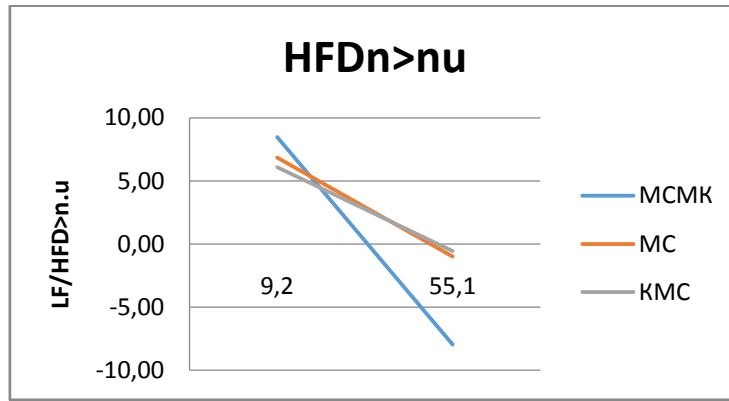


Рис.5. Регрессионная зависимость изменения скорости показателя вегетативного баланса в спектре ритма диастолического артериального давления ($LF/HFD>n.u$) от диапазона значений высоких частот спектра ритма систолического артериального ($HFD>n.u$) (в нормализованных единицах).

На этом графике наблюдается более обратная зависимость высокой скорости изменения $LF/HFD>n.u$ от $HFD>n.u$ у МСМК.

Таким образом, одним из важных критериев, позволяющих прогнозировать спортивную результативность гимнасток–художниц высокой квалификации, по данным физиологического тестирования, является математические модели, отражающие характеристики функционального состояния спортсменок (Захарьева Н.Н. (2016); Захарьева Н.Н., Иванова Т.С. (2015); Мархасин В.С., Кащнельсон Л.Б., Москвин А.С. Соловьева Э.Б. (2010)), Гриценко В.И. (2001), Колчинская А.З., Пшеничный Б.Н. Мисюра А.Г.(1978). При математическом моделировании физиологических процессов спортсменов в процессе занятий художественной гимнастикой мы глубже понимаем физиологические механизмы, получаем современные представления о количественных и качественных характеристиках физиологических функций организма человека, широкий спектр откликов на изменений параметров модели при воздействии различных факторов, (в том числе и соревновательных стрессов), а также формирование новых спектров изучаемых явлений (Мархасин В.С., Соловьева Э.Б.(2010)).

Выводы

1. Для своевременной диагностики и выявления высоко квалифицированных гимнасток, занимающихся художественной гимнастикой, успешных и не успешных на международных соревнованиях спортивным физиологам и медикам, работающим со сборными командами рекомендуется в подготовительном периоде спортивной подготовки построение и оценка регрессионных моделей на основании параметров, оценивающих качество регуляции гомеостаза организма автономной нервной системой по данным

спектральных показателей сердечного ритма, систолического и диастолического артериального давления.

2.Рекомендуется брать за опорные точки при построении регрессионных прогностических моделей для гимнасток–художниц, имеющих различную успешность при выступлении на спортивных соревнованиях, характеристики LF/HF; LFS/HFS; LFD/HFD, а также учитывать диапазоны высоких и низких частот спектра сердца LF; HF; спектра систолического артериального давления LFS;HFS; спектра диастолического артериального давления LFD и HFD.

Библиография

1. Адаптация спортсменов к тренировочным и соревновательным нагрузкам: сб. науч. тр. / под ред. В.В. Петровского; Киевский гос. ин-т физ. культуры. – Киев: Изд-во КГИФК, 1984. – 109 с.
- 2.Ардашев А.В. Клиническая аритмология. Издательство: Москва: Медпрактика -2009 - г. С.1200.
3. Аролова Н.И., Мастыкаш Ю.И., Оставчук Ю.Н. Прогнозирование состояния борца в процессе поединка на основе математической модели функциональной системы дыхания // Компьютерная математика -2005.-№2.- С 69-79.
4. Баевский, Р.М. Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р.М. Баевский // Ультразвуковая и функцион. диагностика. – 2001. - №3. - С. 108-127.
- 5.Баевский, Р.М. Концепция физиологической нормы и критерий здоровья / Р.М. Баевский // Российский физиологический журнал им. Сеченова. - 2003. - Т. 89. - № 4. - С. 473–487.
6. Биоэкомедицина //Единое информационное пространство/ Под общей ред. Гриценко В.И.- Киев: Наука думка -2001.С. 324.
7. Ботова Л.Н. Вариабельность ритма сердца у юных гимнасток в тренировочном процессе. 2011// Интернет ист. Дата обращения 03.03. -16/
8. Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы V Всероссийский. симпозиум. / отв. Ред. Р.М. Баевский, Н.И. Шлык, Ижевск: Изд-во «Удмуртский Университет» - 2011, 597
9. Глухова, Е.З. Вариабельность сердечного ритма и методы ее оценки / Е. З.Голухова, А. М. Алиева, Т. Т. Какучая, В. М. Воеводина, Г. Г. Аракелян, Д. В. Мрикаев // Креативная кардиология. – 2009. - №1. – С. 76-82.
10. Захарьева Н.Н. Курс лекций по предмету «Спортивная физиология» М.: Физическая культура. - 2012г.-С. 280.
- 11.Захарьева Н.Н., Никифорова Н.Ю Индивидуально- типологические характеристики автономной нервной регуляции ритма сердца и показателей периферической крови как прогностический критерий результативности легкоатлетов 12-14 лет. В сб. XVIII Человек, физическая культура и спорт в изменяющемся мире. Коломна 2008. - с. 22-25.

12. Захарьева Н.Н. Индивидуально-типологические особенности адаптационных изменений к физическим нагрузкам у юных спортсменов в скоростно-силовых видах легкой атлетики. Журнал: «Теория и практика физической культуры» М. -№2.- 2010.- С. 25- 28.
13. Захарьева Н.Н., Мосунова Ю.А. Параметры спектральных характеристик респираторно- гемодинамической системы у девочек- художественных гимнасток 7 – 8 лет В Сб. Материалы VI всероссийской с международным участием конференции по физиологии мышц и мышечной деятельности : « Системные и клеточные механизмы в физиологии двигательной системы и мышечной деятельности «Факультета Фундаментальной Медицины МГУ. имени М.В. Ломоносова Москва , Россия 1-4 февраля 2011г С. 114
14. Захарьева Н.Н, Возрастная физиология спорта Монография: Изд – во ФГБОУ ВПОРГУФКСМиТ Москва Чеховский Печатный Двор 2016. с.448.
15. Захарьева Н.Н., Иванова Т.С. Специфика показателей сердечного ритма легкоатлетов с различной спортивной результативностью. В журнале: «Теория и практика физической культуры» 2013 - № 2. - С. 22-27.
16. Захарьева Н.Н. Значение физиологического тестирования для оценки функционального состояния высококвалифицированных гимнасток. Журнал «Терапевт»№11.(115)- С.-40-51.
17. Захарьева Н.Н Значение физиологического тестирования гимнасток высокой квалификации с различными типами конституции и автономной нервной регуляции ритмов сердца, артериального давления и дыхания В Журнале: «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований».- М.- 2016.- № 12 (Часть 1).- С. 54-59.
18. Захарьева Н.Н Прогностическое значение параметров функционального состояния гимнасток высокой квалификации с различными типами конституции и автономной нервной регуляции ритмов сердца, артериального давления и дыхания. В Сб. Материалы Всероссийской научно – практической конференции : «По вопросам спортивной науки в детском и юношеском спорте и сорте высших достижений» 30 ноября – 2 декабря .- М.-2016.-С 750-759.
19. Захарьева Н.Н.Прогностическое значение физиологического тестирования для спортивного отбора перспективных гимнасток – художниц высокой квалификацииВ Журнале: «Теория и практика физической культуры и спорта».-№1.- М.-2017.- С. 75-78.
20. Захарьева Н.Н Возрастная физиология спорта. Монография: Захарьева Н. Н.; М-во спорта Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Российский гос. ун-т физ. культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)". - Москва: [б. и.], 2016.-380с.
21. Карпман В.Л. Тесты в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. М.: Физкультура и спорт, 1988. - 208 с.

22. Карпенко Л.А. Отбор и начальная подготовка занимающихся художественной гимнастикой. – Л.: ИФК им. П.Ф.Лесгафта, 1989.
23. Кацнельсон Л.Б., Соловьева О.Э., Сульман Т.Б., Коновалов П.В., Мархасин В.С. Моделирование механоэлектрического сопряжения в кардиоцитах в норме и при патологии. Биофизика 2006; 51(6): 1044-1054.
24. Колчинская А.З., Пшеничный Б.Н., Мисюра А.Г. Моделирование динамики массапереноса газов в организме человека // Кибернетика и вычислительная техника.-1978.- Вып.40.С.54-61.
25. Кузнецова, О.В. Спектральный анализ variability ритмов сердца, артериального давления и дыхания у детей 8-11 лет в покое / О. В. Кузнецова, В. Д. Сонькин // Физиология человека / Рос. академия наук. - 2005. - Т. 31 - № 1. - С. 33-39.
26. Макарова, Г.А. Физиологические критерии в системе прогнозирования успешности соревновательной деятельности спортсменов в избранном годовом тренировочном цикле / Г. А. Макарова, И. Б. Барановская, Т. В. Бушуева // Физическая культура, спорт – наука и практика. - 2013. - №3. – С. 36-40.
27. Макарова, Г.А. Синдром перетренированности у спортсменов (обзор отечественной и зарубежной литературы) / Г. А. Макарова, С. В. Волков, Ю. А. Холякко, С. А. Локтев // Физическая культура, спорт – наука и практика. - 2014. - №3. – С. 30-37.
28. Мак-Дугалл Дж. Д. Цель физиологического тестирования / Дж. Д. Мак-Дугалл, Говард Э. Уэнгер В кн.: Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса: Пер. с англ. — Киев: Олимпийская литература, 1998.-С. 7-1.
29. Мархасин В.С., Кацнельсон Л.Б., Москвин А.С. Соловьева Э.Б., Математическое моделирование в физиологии. Физиологический журнал им И.М. Сеченова.-1996.- №9.- 2010.- С. 234-245.
29. Шемердяк, А. В. Физиологические и метаболические характеристики процессов адаптации и дезадаптации организма спортсменов высокой квалификации (на примере игровых видов спорта) Автореферат диссертации к.м.н.Тюмень. 2005г. С. 23.
30. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / Н.И. Шлык: монография – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009, 255 с.
31. Цеплевич И.В. Современное состояние системы тестирования гибкости в художественной гимнастике // Гимнастика: сб. научн. трудов. гос. акад. физ. культуры им. П. Лесгафта. С-Петербург. 2005. Выпуск: 3, часть 2, С. 90-94.
32. Яблучанский, Н.И. Variability сердечного ритма. В помощь практическому врачу / Н.И. Яблучанский, А.В. Мартыненко. – Харьков: 2010 – с.131.

33. Aubert, A.E. HeartRateVariabilityinAthletes / A.E. Aubert, B. Seps and F. Beckers; Laboratory of Experimental Cardiology, School of Medicine, K.U. Leuven, Leuven, Belgium // Sports Med. – 2003. –Vol. 33 (12). – P. 889–919.
34. Blásquez, J. C. C. Heart-rate variability and precompetitive anxiety in swimmers / J. C. C. Blásquez, G. R. Font, L. C. Ortís // Psicothema. - 2009. - Vol. 21. - № 4. – P. 531-536.
35. Britton, W.B. Sport psychology: Handbook of sports medicine and science. UK. Wiley-Blackwell, 2009. - 139 p.
36. Zakharyeva N. N.: «The sprinter athletes’ new physiological criteria to predict their results during training and competitive periods in the beginning of the 21st centuryInternational Journal Of Applied And Fundamental Research. – 2016. – № 6»
поссылке: <http://www.science-sd.com/468-25195> (ISSN 1996-3955). 1- 6 март.- Мюнхен.- ФРГ.
37. Антонов А.А. Безнагрузочная оценка функционального состояния спортсменов // Антонов А.А. в журнале «Функциональная диагностика» М.2013 С.37 – 45. Policlinc.rumediarticalpdf (Дата обращения к источнику 18 .04 2-16).1. Методические рекомендации по анализу вариабельности сердечного ритма у спортсменов в видах спорта на выносливость с применением математических методов. М.2013 С.65. Images.Doc.control. 10 (2)pdf.(Дата обращения к источнику 21.04 2-16).
38. Казакевич. Н.В. Пышная Е.В. Особенности начального этапа отбора в художественной гимнастике / Казакевич. Н.В. Пышная Е.В/ В Сб.Материалы Международной конференции, посвященной 75 – летию художественной гимнастики г. Санкт – Петербург 6 ноября 2010. <http://textarchive.ru/c-2129003-rall.html>, (Дата обращения к источнику 18 .04 2-16).
39. Лищук А.В. Модель динамической системы как составляющего фактора.<http://elibrary.ru/item.asp?id=20212432>
40. Мархасин В.С., Кашнельсон Л.Б., Москвин А.С. Соловьева Э.Б., Математическая физиология. Моделирование функций сердечной мышцы от молекул до организма. Презентация. Материалы Международной научной конференции: «Современные проблемы математики. Информатики и биоинформатики». Ин-т иммунологии и физиологии УРОРАН. г. Екатеринбург-2010 - (Дата обращения к источнику 03.01 2017).
41. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disser Cat <http://www.dissercat.com/content/fiziologicheskie-i-metabolicheskie-kharakteristiki-protsestov-adaptatsii-i-dezadaptatsii-org#ixzz2Ms2Bt2wk>. (Дата обращения к источнику 21.04 2-16).
42. Онопчук Ю.Н., Мисюра А.Г., Методы математического моделирования и управления в теоретических исследованиях и решении прикладных задач в области спортивной медицины и физиологии. -К.- 2008. <https://docviewer.yandex.ru> (Дата обращения к источнику 11 .01 2-17).

43. Сибгатулина Ф. Р. Прыжковая подготовка спортсменок в художественной гимнастике: Дис.... канд. пед. наук: 13.00.04: Малаховка, 2004141<http://www.dslib.net/fiz-vospitanie/pryzhkovaja-podgotovka-sportsmenok-v-hudozhestvennoj-gimnastike.html>(Дата обращения к источнику 18.04.2016).
44. Тугаев В.К., Кантушкина К.С., Моргунова Т.А. Влияние физических нагрузок на функциональное состояние, занимающихся художественной гимнастикой Вестник науки Тольятинского Государственного университета Серия Педагогика. Психология №4 2013 <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-fizicheskikh-nagruzok-na-funktsionalnoe-sostoyanie-detey-zanimayuschih-sya-hudozhestvennoy-gimnastikoy> (Дата обращения к источнику 18.04.2016).
45. Noble D., Varghese A., Kohl P., Noble P.(1998). Improved guinea-pig ventricular cell model incorporating a diadic space, IKr and IKs, and length- and tension-dependent processes // Can J Cardiol, 1998. (Дата обращения к источнику 11.01.2017).

НАПРАВЛЕННОСТЬ ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ БОКСЕРА

Киселев В. А., к.п.н., профессор, заслуженный тренер РФ
Черемисинов В. Н., к.б.н., профессор, заслуженный работник физической культуры РФ,
Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (РГУФКSMIT), Москва.
kisilev_v.a47@mail.ru; misicv@mail.ru

Аннотация. Изучена направленность тренировочных средств боксера на совершенствование различных механизмов энергообеспечения, лежащих в основе специальной работоспособности. Определены группы упражнений, имеющих алактатную, гликолитическую и аэробную направленность. Знание преимущественной направленности тренировочных средств позволит более рационально распределять их по тренировочным дням микроцикла и повысить эффективность тренировочного процесса в боксе.

Ключевые слова: преимущественная направленность тренировочных средств; упражнения алактатной, гликолитической и аэробной направленности; распределение тренировочных средств в микроцикле.

ORIENTATION TRAINING FACILITIES BOXER

Kiselev V. A., Ph.d., Professor, honoured coach of Russia, Russian
 Cheremisinov V. N., candidate of biological sciences, Professor, honoured worker of physical culture of the Russian Federation,
Russian State University of physical culture, sport, youth and tourism (RGUFKSMIT), Moscow.

Abstract. The focus of training funds Boxer at improving various mechanisms underlying energy ad hoc group identified health exercises, imejeshhih alaktatnuju, glikoliticheskuju and aerobic focus. Knowledge of primary focus of training will better distribute them on training daysmikrocikla and enhance the effectiveness of the training process in the batter's box.

Keywords: preferred orientation of training funds; alaktatnoj, glikoliticheskoj exercises and aerobic focus; the distribution of training funds in mikrocikle.

Одним из главных факторов, определяющих мастерство боксера, является уровень развития специальной выносливости. Выносливость – интегральное качество, зависящее от эффективности (экономичности) спортивной техники, волевых качеств спортсмена, которые проявляется в борьбе с утомлением, с неприятными ощущениями, возникающими при интенсивной работе. Но самое главное от чего зависит выносливость это уровень развития механизмов энергообеспечения.

Характер боксерского поединка – с одной стороны, и кинетические особенности каждого из трех основных механизмов энергетического обеспечения – с другой, свидетельствуют о том, что энергообеспечение боксерского поединка осуществляется комплексно, при участии алактатного, гликолитического и аэробного механизмов.

Роль аэробного механизма в энергообеспечении боксерского поединка изучали Э.А.Чупров (1966), Репников П.Н. (1971, 1975). Ими было показано, что скорость аэробных превращений во время боксерского поединка приближается к максимальной. Косвенным подтверждением значительной интенсификации аэробных превращений может служить частота сердечных сокращений (ЧСС), достигающая во время соревновательного поединка 200 уд/мин и более. Конечно, надо учитывать, что на ЧСС во время поединка оказывает влияние не только интенсивность выполняемой работа, но и ее высокая эмоциональность.

В исследованиях И.П.Дегтярева и др.(1979), В.А.Киселева (1983-2004), В.Н.Черемисинова (1983) изучалась роль анаэробного гликолиза в энергообеспечении соревновательной деятельности боксера. Ими было показано, что соревновательный боксерский поединок сопровождается значительными анаэробными сдвигами. Содержание молочной кислоты в крови боксера после окончания боя достигает 15-20 ммоль/л, что в 15-20 раз превышает уровень покоя, а значения рН крови приближаются к 7.0.

Не вызывает сомнения и высокая значимость для боксера уровня развития креатинфосфатного (алактатного) механизма энергообеспечения,

который обеспечивает энергией все наиболее интенсивные действия боксера: сильные одиночные удары, серии ударов, стремительные рывки, уходы и т.п.

Следовательно, тренировка боксера должна включать средства и методы, обеспечивающие совершенствование всех трех важнейших механизмов энергообеспечения.

Средства и методы совершенствования алактатного компонента выносливости боксера

Главным фактором, определяющим проявление алактатного компонента выносливости, является содержание креатинфосфата в работающих мышцах и степень его использования при работе. Следовательно, тренировка алактатного компонента выносливости должна способствовать повышению содержания этого соединения и повышению глубины его расходования при работе. Необходимо также учитывать, что работу алактатной анаэробной направленности боксер выполняет преимущественно руками, мышцами верхнего плечевого пояса, туловища. Она заключается в выполнении серий ударов, сопровождающихся резкими, быстрыми уходами. Именно такого плана упражнения должны использоваться для совершенствования этого компонента выносливости.

Известно, что суперкомпенсация какого-либо соединения в период восстановления наступает только в том случае, если во время работы имело место достаточно глубокое снижение его содержания. Однократным выполнением упражнения, обеспечиваемого энергией за счет расщепления креатинфосфата, невозможно добиться достаточно глубоких сдвигов в его содержании. Необходимы повторные упражнения, выполняемые в определенном режиме. В результате научных исследований и практики спортивной тренировки было установлено, что оптимальная продолжительность каждого такого упражнения составляет 6-10 сек. Упражнения выполняются с максимальной интенсивностью. Продолжительность отдыха между повторными упражнениями 1-2 мин. Отдых должен быть достаточным для того, чтобы повторные упражнения можно было выполнить с максимальной интенсивностью. За время отдыха значительное количество распавшегося за работу креатинфосфата восстанавливается. Появляется возможность выполнения повторного упражнения аналогичного предыдущему. Но восстановление перед повторным упражнением происходит не полностью и повторная работа вызывает углубление сдвигов в содержании креатинфосфата. Такая работа выполняется сериями. После выполнения 3-4 указанных повторных упражнений следует более продолжительный (до 7-8 мин) интервал отдыха, достаточный для снижения интенсивности дыхания, устранения накопленной молочной кислоты, ликвидации O_2 -долга.

В перерывах отдыха между сериями запасы креатинфосфата также восстанавливаются не полностью. От серии к серии происходит углубление сдвигов в содержании в мышцах данного соединения. В итоге снижение содержания креатинфосфата будет значительно более глубоким, чем можно было бы добиться однократной работой. После таких сдвигов наступит суперкомпенсация креатинфосфата, лежащая в основе повышения алактатного компонента выносливости. Такая тренировка способствует также повышению степени использования креатинфосфата при работе. Количество серий однонаправленных упражнений в одном занятии зависит от уровня тренированности спортсмена, но оно не должно быть менее 4-х.

Считаем необходимым еще раз акцентировать внимание на том, что выполняемые в сериях упражнения должны быть одноплановыми, т.е. выполняться одними и теми же группами мышц и быть одинаковыми (сходными) по своей двигательной структуре. Индивидуальный подход в такой работе реализуется в варьировании продолжительности каждого периода работы, продолжительности пауз отдыха между повторными упражнениями и сериями, количества повторных упражнений в каждой серии, а также количества серий. Указанные параметры варьируются с целью обеспечения возможности выполнять работу с максимальной интенсивностью. Работа должна прекращаться, как только становится невозможно поддерживать максимальную интенсивность ее выполнения даже при увеличении интервалов отдыха. Только при соблюдении этого условия работа будет обеспечиваться энергией преимущественно за счет деятельности креатинфосфатного механизма, возможности которого при этом будут совершенствоваться.

К специальным тренировочным средствам боксера преимущественно алактатной анаэробной направленности относится также повторная работа на боксерской стенке или боксерском мешке, удерживаемом партнером в вертикальном положении, выполняемая в следующем режиме:

- интенсивность выполнения упражнения - максимальная;
- продолжительность каждого сеанса работы – 8-10 сек.;
- количество повторений в серии – 3-5;
- интервал отдыха между повторениями – 1-2мин.;
- количество серий – 3-5 и более;
- интервал отдыха между сериями 5-7 мин.

К упражнениям преимущественно алактатной анаэробной направленности относится работа на боксерском мешке, когда боксер в течение одного раунда выполняет с максимальной интенсивностью 10-15 взрывных коротких серий ударов (продолжительностью 2-3 секунды каждая), а в промежутках между сериями (10-15 сек) действует в спокойном темпе. Затем следует отдых 1,5-2 минуты и спортсмен повторяет упражнение. Всего может выполняться 3-4 таких раунда.

Средства и методы совершенствования гликолитического компонента выносливости

Для оценки участия гликолиза в энергообеспечении различных тренировочных средств боксера и глубины происходящих анаэробных сдвигов использовалось исследование изменений показателей кислотно-щелочного равновесия крови (КЩР). Изучались упражнения, традиционно рассматриваемые в практике бокса как средство повышения специальной выносливости. Полученные данные представлены в таблице

Таблица 1.

Показатели КЩР крови и частота сердечных сокращений (ЧСС) у боксеров после выполнения различных тренировочных упражнений (X, n=16).

Наименование упражнений	Характеристики ка упражнений	РН	ЧСС (уд/мин)
Отборочный спарринг	3 раунда по 3 мин.	7,181	198
Контрольный спарринг	3 раунда по 3 мин	7,188	196
Темповой условно вольный бой	6 раундов по 3 мин	7,264	182
Работа в парах в переменном темпе	12 раундов по 3 мин	7,392	148

Как видно из таблицы после выполнения трех из четырех изученных упражнений у боксеров обнаружены выраженные сдвиги реакции крови в кислую сторону. Основным процессом, образующим продукты кислого характера, при напряженной мышечной работе является анаэробный гликолиз. В пользу участия гликолиза в энергетическом обеспечении боксера во время выполнении тренировочных упражнений свидетельствуют также и значения ЧСС. Известно, что гликолиз участвует в энергетическом обеспечении работы, если ее мощность превышает так называемый «порог анаэробного обмена», который у тренированных спортсменов обнаруживается при ЧСС 160-165 уд\мин. В трех первых упражнениях значения ЧСС превышают 180 уд\мин. Увеличение числа раундов тренировочного упражнения, несмотря на установку сохранять высокий темп на всем протяжении работы, приводит к снижению глубины анаэробных сдвигов. То есть, с увеличением числа раундов энергообеспечение работы становится все более и более аэробным. Педагогическая оценка выполняемой работы также свидетельствует о том, что с увеличением числа раундов она становится менее интенсивной.

Учитывая необходимость достаточно эффективного воздействия в процессе тренировки на все факторы, определяющие проявление специальной работоспособности, в том числе на гликолиз, были проведены дополнительные исследования с целью поиска специальных тренировочных средств, обеспечивающих наиболее эффективное воздействие на гликолитический механизм энергообеспечения. Чтобы устранить зависимость действий боксера от поведения противника, работа проводилась на боксерском мешке или боксерской стенке. Упражнение выполнялось сериями, каждая серия состояла из трех трехминутных раундов, разделенных сокращающимися интервалами отдыха: 3 и 2 мин. Отдых между сериями составлял 7-8 мин. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Значения показателей КЩР крови и ЧСС у боксеров после выполнения серийных упражнений на боксерских снарядах.

Вид снаряда	Число серий	РН	ЧСС уд/мин
Боксерский мешок	1	7,253	184
	2	7,288	189
	3	7,312	192
Боксерская стенка	1	7,210	198
	2	7,224	198
	3	7,156	207

Полученные данные позволили сделать два вывода. Во-первых, глубина анаэробных сдвигов, как правило, уменьшается с увеличением числа серий. Во-вторых, на глубину анаэробных сдвигов оказывает влияние вид используемого боксерского снаряда. При работе на боксерской стенке обнаружены заметно более глубокие сдвиги.

Дальнейший поиск тренировочных средств преимущественно гликолитической направленности, вызывающих сравнимые с соревновательными анаэробные сдвиги в организме, строилось на основе сокращения продолжительности раундов, что обеспечивало возможность выполнения более интенсивной работы. Были обследованы боксеры, выполнявшие два упражнения на боксерской стенке. Первое – три раунда работы по 1 мин. с одномоментными интервалами отдыха, второе – с сокращающимися интервалами отдыха (1 мин. и 30 сек.). Полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Показатели КЩР крови и ЧСС у боксеров после выполнения одноминутной повторной работы с постоянными и сокращающимися интервалами отдыха.

Характеристика упражнения	РН	ЧСС уд\мин.
3 раунда по 1 мин.,отдых 1 мин.	7,206	212
3 раунда по 1 мин., отдых 1мин., 30 сек.	7,08	216

Как видно из таблицы, трехкратная одноминутная работа с постоянными интервалами отдыха вызывает менее глубокие анаэробные сдвиги в организме, чем работа с сокращающимися интервалами отдыха. После такой работы в организме боксеров были зарегистрированы наиболее глубокие анаэробные сдвиги.

Таким образом, трехкратная одноминутная работа на боксерской стенке с сокращающимися интервалами отдыха (1 мин. и 30 сек.) и наибольшей для каждого повторения интенсивностью имеет выраженную анаэробную гликолитическую направленность, вызывает в организме боксеров наиболее глубокие анаэробные сдвиги и может рассматриваться как эффективное средство совершенствования гликолитического компонента выносливости.

В качестве еще одного упражнения анаэробной гликолитической направленности может быть использована работа переменной интенсивности (нанесение ударов по боксерскому мешку, стенке, лапам, или сочетание ударов и передвижений) в течение 20-30 секунд, чередующихся с работой в замедленном темпе в течение 40-60 секунд.

Средства и методы совершенствования аэробных способностей

Средством совершенствования аэробных способностей, по существу, являются любые упражнения. Так, упражнения преимущественно алактатной анаэробной направленности являются эффективным средством стимулирования аэробного окисления (не столько во время самой работы, сколько в период восстановления). Упражнения анаэробной гликолитической направленности сопровождаются значительным усилением аэробного окисления, которое сохраняется в течение некоторого периода после их окончания. Однако спортивная практика и научные исследования показали, что упражнения анаэробной направленности не обеспечивают должного совершенствования аэробных способностей. Необходимо применение специальных упражнений аэробной направленности.

К упражнениям преимущественно аэробной направленности относятся такие, мощность которых не превышает порога анаэробного обмена и энергетическое обеспечение, за исключением начального периода работы, осуществляется за счет аэробных процессов. Для тренированных спортсменов это работа с ЧСС не выше 160 –165 уд\мин. При этом важно, чтобы

интенсивность работы была как можно ближе к уровню порога анаэробного обмена, иначе она окажется малоэффективной. То есть, для хорошо тренированного спортсмена работа с ЧСС 150 уд\мин не является эффективным средством тренировки аэробных способностей. Она может выполняться, но для решения каких – то других задач.

Не смотря на то, что аэробные возможности обладают наименьшей специфичностью среди трех основных механизмов энергообеспечения, основным тренировочным средством для их совершенствования должна быть специфическая для боксера работа. В качестве дополнительных средств тренировки могут использоваться другие виды работы (плавание, бег на лыжах).

Примеры специфических для боксера тренировочных средств аэробной направленности представлены в таблице 4.

Таблица 4. Специфические тренировочные средства боксера аэробной направленности.

Вид упражнений	Характер работы	Продолжит. раундов (мин.)	Кол-во раундов	Интервал отдыха (мин.)	Интенсивность работы	ЧСС уд\мин
Тренировка в парах в переменном темпе	Повторная	6-8	2-4	2-4	Средн.	160-170
«	«	3	12-14	1	«	
Тренировка с настенной подушкой	«	2-3	10-12	1	«	
Тренировка с боксерским мешком	«	2-3	10-12	1	«	
Тренировка на боксерских лапах	«	2-3	8-10	1	«	
Тренировка с насыпной грушей	«	2-3	4-6	1	«	
Тренировка с пневматической грушей	«	2-3	4-6	1	«	
Бой с «тенью»	«	2-3	3-4	1	«	

Описанными вариантами работы не исчерпываются специфические для боксера средства воспитания аэробных способностей. Можно подобрать и

другие упражнения. Непременными условиями такой работы должны быть следующие: работа должна быть объемной, интенсивность средняя, вызывающая повышение ЧСС до 160-165 уд./мин.; работа может быть непрерывной или переменной; с партнером или на боксерских снарядах; в работе должны быть задействованы мышцы ног, туловища, верхнего плечевого пояса.

Хорошим средством совершенствования аэробных способностей боксера может быть и кроссовый бег. Однако, его целесообразно выполнять с переменной интенсивностью (типа т.н. фартлека). Хорошо при этом изменять направления движения, двигаться то прямо, то боком. Т.е. приближать характер перемещения боксера, к его перемещениям по рингу. Целесообразно также подключать и работу руками (типа боя с тенью).

В результате проведенного исследования определена преимущественная направленность на совершенствование механизмов энергообеспечения практически всех основных тренировочных средств боксера. Это обеспечит более рациональное распределение этих средств в микроцикле. Например, в первый день микроцикла использовать упражнения преимущественно апактатной направленности, во второй – преимущественно гликолитической направленности, в третий – преимущественно аэробной направленности.

Библиография

1. Дегтярев И.П. Специальная выносливость боксера / И.П. Дегтярев, Т.С. Евдокимова, В.А. Киселев, В.Н. Черемисинов, В.С. Щербаков // Теория и практика физ. Культуры. 1979. №2. – С. 27-29.

2. Дегтярев И.П. О направленности тренировочных средств боксеров / И.П. Дегтярев, Т.С. Евдокимова, В.А. Киселев, В.Н. Черемисинов // теория и практика физ. культуры. – 1979. - № 9. – С. 15-18.

3. Киселев В.А. Оптимизация средств тренировки, направленных на повышение специальной работоспособности боксеров на предсоревновательном этапе: дис. ... канд. пед. наук / Киселев В.А. – М., 1982. – 160 с.

4. Киселев В.А. Систематизация средств тренировки боксеров / В.А. Киселев // Методические разработки. – М.: РИО ГЦОЛИФК, 1992. – 35 с.

5. Киселев В.А. Специальная скоростно-силовая выносливость боксеров / В.А. Киселев, А.И. Качурин // Вопросы современного бокса. – М., 1994. – С. 42-43.

6. Киселев В.А. Анализ соревновательной деятельности боксеров различной квалификации / В.А. Киселев, О.Б. Кравченко // Виды спортивных единоборств. Екатеринбург: РИО ЦГТУ, 1997. – С. 19-21.

7. Киселев В.А. Совершенствование спортивной подготовки высококвалифицированных боксеров: учебное пособие / В.А. Киселев. – М. : Физическая культура, 2006. – 127 с.

8. Репников П.Н. исследование максимальной аэробной производительности и методики ее тренировки у боксеров старших спортивных разрядов в соревновательном периоде: дис. канд. пед. наук / П.Н. Репников. – М.,1975. – 121 с.

9. Чупров Э.А. Газообмен у боксеров. Материалы IX Всесоюзной конференции по физиологии, морфологии, биохимии и биомеханике мышечной деятельности. – Каунас, 1966, с.96.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТСПОСОБНОСТИ И АЭРОБНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ХОККЕИСТОВ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО МАКСИМАЛЬНОГО АЭРОБНОГО ТЕСТА НА ЛЬДУ

Корягина Ю.В., д. б. н., профессор ^{1,2}

Нопин С.В., к. т. н. ¹

Блинов В.А., к. п. н., доцент ¹

^{1,2} *ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Россия Омск*

² *ФГБОУ ВО Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Россия, Москва*

koru@yandex.ru; work800@yandex.ru ; timfh@mail.ru

Аннотация. В статье представлено описание и результаты экспериментальной апробации разработанной автоматизированной системы для определения физической работоспособности и аэробных возможностей хоккеистов “Максимальный аэробный тест на льду”. Результаты работы показывают, что “Максимальный аэробный тест на льду” можно применять для мониторинга тренированности и специальной подготовленности хоккеистов. Данный тест является прерывистым и задействует разные уровни интенсивности, что позволяет определять, как аэробные, так и анаэробные возможности. Преимуществом данного теста является то, что он может выполняться на ледовой арене или в обычной хоккейной коробке, в полной хоккейной экипировке, что отражает условия игровой ситуации и согласуется с принципом специфичности. Тест может проводиться одновременно у 10 и более игроков. Тем не менее, для получения корректных результатов, тест должен применяться с осторожностью у слабо технически подготовленных спортсменов, а также необходимо точно соблюдать протокол выполнения теста.

Ключевые слова: физическая работоспособность, механизмы энергообеспечения, тестирование, хоккеисты.

DETERMINATION OF PHYSICAL ABILITY AND AEROBIC CAPACITY OF A HOCKEY PLAYER WITH SPECIALIZED MAXIMAL AEROBIC TEST ON ICE

Doctor of Biological Sciences, Professor Koryagina Yu.V. ^{1,2}

Ph.D Nopin S.V. ¹.

PhD, Associate Professor Blinov V.A. ¹

^{1,2} *Siberian state university of physical education and sports, Omsk*

¹ *Russian state university of physical education, sport, youth and tourism, Moscow*

Abstract. The article describes the results of experimental testing of the automated system developed for the determination of physical capacity and aerobic capacity of the players' maximal aerobic test on the ice. " The results show that "maximal aerobic test on ice" can be used to monitor the fitness and special training of the hockey players. This test is intermittent and involves different levels of intensity that allows you to define both aerobic and anaerobic capabilities. The advantage of this test is that it can be performed on ice or in the usual scene box hockey, hockey full gear that reflects the game situation conditions and is consistent with the principle of specificity. The test can be carried out simultaneously in 10 or more players. However, to get the correct results, the test should be used with caution in poorly technically trained athletes, as well as the need to strictly follow the test protocol.

Keywords: physical performance, energy mechanisms, testing, hockey players.

Актуальность. Максимальная аэробная мощность является одним ведущих факторов работоспособности, даже для такого анаэробного и высокоскоростного прерывистого вида спорта, как хоккей. Аэробный метаболизм в хоккее составляет одну треть от общего объема потребляемой энергии (Montgomery D.L., 2006). Максимальное потребление кислорода (МПК), как правило, измеряется с помощью тредмила или велоэргометра в лабораторных условиях. Тем не менее, МПК специфично для мышечной массы, используемой в конкретном типе локомоции. Лабораторные тесты являются надежными, но полевые тесты часто являются более конкретными, недороги и

позволяют исследователям обследовать много испытуемых одновременно (Корягина Ю. В., Блинов В. А., Сиренко Ю. И., 2012; Нопин С.В., 2014).

Цель исследования. Целью настоящего исследования явилось модификация и проверка на льду прерывистого максимального челночного теста, который можно было бы использовать для определения физической работоспособности и максимальной аэробной мощности хоккеистов.

Методы и организация исследования. Для определения функционального состояния, физической работоспособности и аэробных возможностей хоккеистов нами была разработана компьютерная программа “Максимальный аэробный тест на льду” (Нопин С.В., Корягина Ю. В., Блинов В. А., 2016). Главное окно программы представлено на рисунке 1. Были разработаны протокол и звукозапись, регламентирующую параметры выполнения хоккеистами максимального аэробного теста на льду, предложенного М. Leone (2007) (рис.2). Согласно протоколу, на уровне 1 и 2 спортсмены выполняли по 5 челноков, уровне 4–6– по 6 челноков, уровне 7–9 – 7 челноков, уровнях 10–14 – 8 челноков.

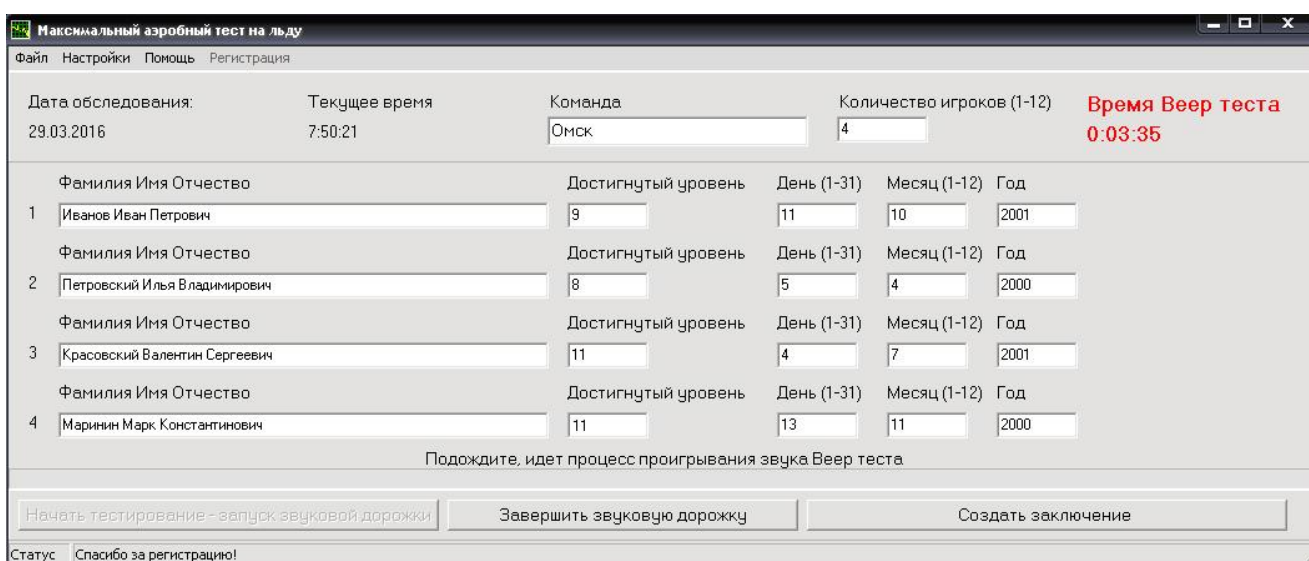


Рис. 1. Главное окно программы “Максимальный аэробный тест на льду”

4 Бурковский
Кирилл

Бип тест на льду
Протокол отметок и вычеркивания челноков теста

уровень	Челноки и пройденные метры									
	1	1	2	3	4	5	Отдых 30 с			0-1 м 4 с
2	1	2	3	4	5	Отдых 30 с			1 м 34 с – 2 м 35 с	
3	1	2	3	4	5	6	Отдых 30 с		3 м 5 с – 4 м 14 с	
4	1	2	3	4	5	6	Отдых 30 с		4 м 44 с – 5 м 50 с	
5	1	2	3	4	5	6	Отдых 30 с		6 м 20 с – 7 м 22 с	
6	1	2	3	4	5	6	Отдых 30 с		7 м 52 с – 8 м 52 с	
7	1	2	3	4	5	6	7	Отдых 30 с	9 м 22 с – 10 м 29 с	
8	1	2	3	4	5	6	7	Отдых 30 с	10 м 59 с – 12 м 4 с	
9	1	2	3	4	5	6	7	Отдых 30 с	12 м 34 с – 13 м 36 с	
10	1	2	3	4	5	6	7	8	Отдых 30 с	14 м 6 с – 15 м 13 с
11	1	2	3	4	5	6	7	8	Отдых 30 с	15 м 43 с – 16 м 49 с
12	1	2	3	4	5	6	7	8	Отдых 30 с	17 м 19 с – 18 м 22 с
13	1	2	3	4	5	6	7	8	Отдых 30 с	18 м 52 с – 19 м 53 с
14	1	2	3	4	5	6	7	8	Отдых 30 с	20 м 23 с – 21 м 22 с
15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	21 м 52 с – 22 м 56 с

Рис. 3. Разработанный протокол БИП теста на льду

Максимальный аэробный тест на льду заключается в передвижении на коньках вперед и назад на отрезке 45 м, с темпом задаваемым звуковым сигналом, с удержанием хоккейной клюшки с одной предпочтительной стороны. Тестовая трасса маркируется конусами или линиями на льду на расстоянии 45 м друг от друга. Тест состоит из периода одно минутного непрерывного бега на коньках с последующим вторым 30 секундным периодом отдыха. Хоккеисты выстраиваются на старте за передней линией и начинают бег на коньках по звуковому сигналу. Если противоположная линия будет достигнута до звукового сигнала, спортсмен должен подождать, пока сигнал не зазвучит, прежде чем продолжить.

Начальная скорость передвижения составляет 3,5 м / с шагом в 0,2 м / с для каждого минутного этапа (скорость увеличивается каждые 1,5 минуты). Тестирование продолжается до тех пор, пока игрок успевает перемещаться по звуку (не больше, чем на расстоянии 3 м от линии).

Схема передвижения хоккеистов при выполнении теста представлена на рисунке 3.

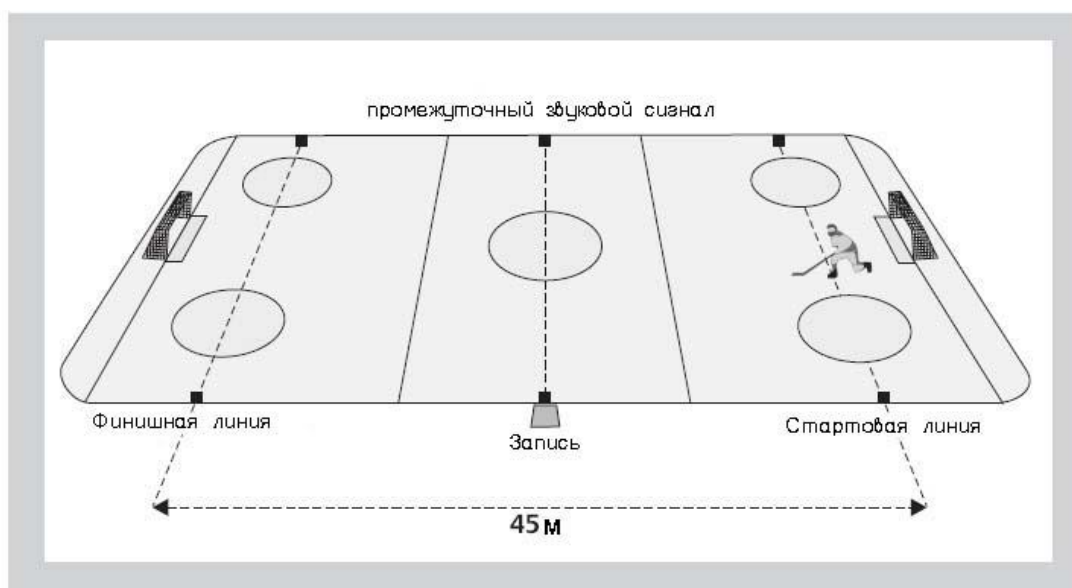


Рис. 3. Схема расположения на льду (Leone M. et al., 2007)

Оценка работоспособности хоккеиста оценивается по количеству уровней и количеству пройденных челноков (45 м). Фиксируется последний успешно завершённый уровень. МПК может быть рассчитана из максимальной достигнутой скорости с помощью регрессионного уравнения M. Leone et al. (2007). Регистрация ЧСС хоккеистов во время теста осуществлялась с помощью командной системы мониторинга сердечного ритма Polar Team System 2. Таким образом, мы получали информацию о динамике сердечного ритма на всех этапах выполнения теста и после него, что позволило рассчитать величину аэробного и анаэробного порога и дать более подробную оценку состоянию сердечно-сосудистой системы и работоспособности хоккеистов.

Для написания исходного кода программы “Максимальный аэробный тест на льду” использовались методы объектно-ориентированного программирования. Код был написан с помощью программного продукта, инструмента быстрой разработки приложений (RAD), системы, используемой программистами для разработки программного обеспечения на языке программирования C++ Borland C++ Builder.

Для большей специфичности тест проводился в полной хоккейной экипировке, т.к. это влияет на скорость потребления кислорода и энергозатратность нагрузки.

В исследовании приняли участие 40 хоккеистов 1987-1990 г.р. НП СК «АВАНГАРД» ДЮСШ «Авангард» г. Омск, БУ ДО г.Омска «СДЮСШОР А.В. Кожевникова», сборной команды СибГУФК.

Результаты исследования и их обсуждение. Апробация максимального аэробного теста на льду у хоккеистов показала следующие результаты (табл.). Максимальная скорость достигнутая в тесте у студентов СибГУФК (1997 г.р.) составила 4,5-4,7 м/с, у хоккеистов ДЮСШ «Авангард» (команда 1999 г.р.) – 5,5-5,9 м/с, «СДЮСШОР А.В. Кожевникова» (команда 2000 г.р.) – 5,7-6,1 м/с. Максимальная скорость достигнутая в тесте у вратарей была значительно ниже, чем у полевых игроков – 3,7-4,5 м/с.

Все исследованные хоккеисты, справившиеся с точным выполнением протокола теста, показали высокий уровень работоспособности. МПК в среднем составило 65 мл/кг/мин, что является очень высоким показателем. Так как тест являлся прерывистым, то аэробные возможности организма в основном были задействованы в период 30 с отдыха, в связи с чем не всегда получалось однозначно определить порог аэробного обмена. Скорость и частота сердечных сокращений (ЧСС) на уровне анаэробного порога (ПАНО) были достаточно высокими и составили в среднем соответственно 4,5 м/с и 184 уд/мин.

Мониторирование сердечного ритма (рис. 3) показало большую динамику пульсограмм у спортсменов имеющих большие значения МПК и ПАНО. Более высокие величины данных показателей отмечались у спортсменов, имеющих большее снижение ЧСС в период 30 секундного отдыха, т.е. характеризующихся лучшими процессами восстановления сердечного ритма. Корреляционный анализ показал высокую положительную взаимосвязь между показателями максимальной достигнутой скорости в тесте и величиной ЧСС на уровне ПАНО, максимальной достигнутой в тесте ЧСС и ЧСС на уровне ПАНО и максимальной достигнутой скоростью, величиной ЧСС на уровне ПАНО и величиной снижения ЧСС во время 30 с. отдыха после второй минуты работы. Данная взаимосвязь подтверждает высокую прогностичность теста для определения аэробных и анаэробных возможностей спортсменов.

Таблица 1

Результаты выполнения максимального аэробного теста на льду у хоккеистов ДЮСШ «Авангард» (команда 1999 г.р.)

	VAЭП (м/с)	ВПАНО (м/с)	ЧССАЭП (уд/мин)	ЧСС ПАНО (уд/мин)	МПК (мл/кг/ мин)	Vmax (м/с)	ЧСС max (уд/мин)
Ш-н	3,9	4,7	175	184	60	5,3	185
Л-о	4,3	5,1	177	193	71	5,9	202

Я-о	3,7	4,3	176	195	60	5,3	205
Б-в	3,5	3,9	173	190	67	5,7	199
К-б	3,5	4,3	179	193	71	5,9	201
Ш-в	3,9	4,5	180	191	67	5,7	194
Л-в	3,9	4,9	157	171	63	5,5	184
Ш-а	3,5	4,3	165	192	71	5,9	201
Р-н	3,7	4,3	176	185	67	5,7	190
П-в	3,5	4,3	163	189	71	5,9	206
С-о	3,5	4,1	169	197	60	5,3	198
Л-в	4,1	4,5	163	183	63	5,5	194
Д-в	4,5	5,1	154	164	63	5,5	174
В-н	3,7	4,3	168	180	60	5,3	180
М-в	3,7	4,3	156	170	67	4,7	173
С-р	4,1	5,1	149	168	71	5,9	184
Ц-в	3,5	4,9	163	179	63	5,5	189
З-в	3,5	4,1	173	187	63	5,5	194
Б-й	3,5	4,1	161	187	63	5,6	191
К-н	3,5	5,1	156	183	63	5,5	193
Б-в	3,5	4,1	167	179	63	5,5	192
Р-ь	3,5	4,1	165	186	60	5,3	199

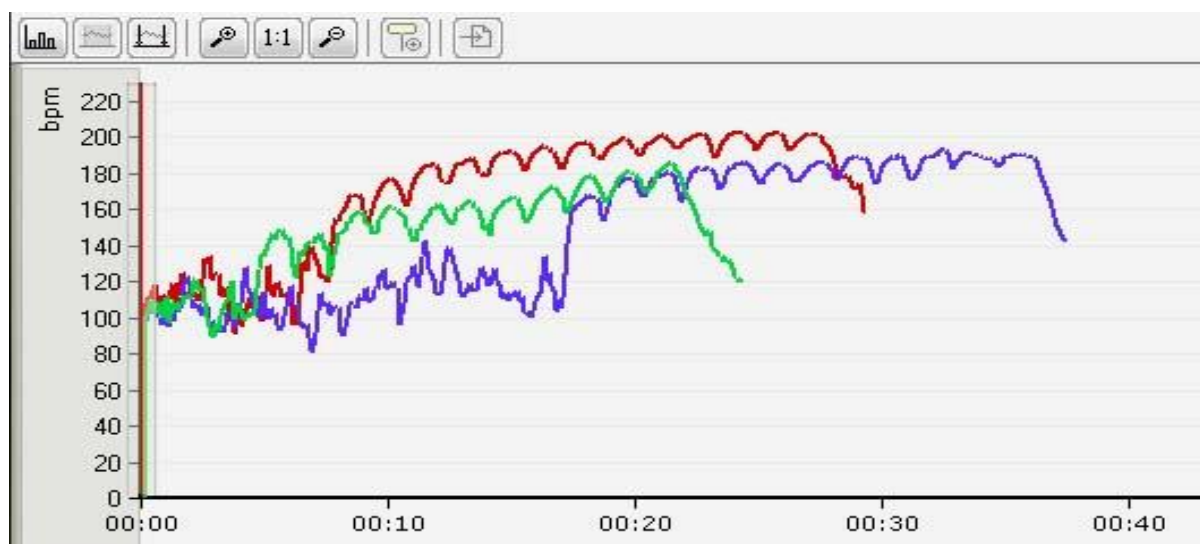


Рис. 3. Образцы пульсограмм хоккеистов при проведении максимального аэробного теста на льду

Выводы

1. Максимальный аэробный тест на льду можно применять для мониторинга тренированности и специальной подготовленности хоккеистов.
2. Данный тест является прерывистым и задействует разные уровни интенсивности, что позволяет определять, как аэробные, так и анаэробные возможности.
3. Преимуществом данного теста является то, что он может выполняться на ледовой арене или в обычной хоккейной коробке, в полной хоккейной экипировке, что отражает условия игровой ситуации и согласуется с принципом специфичности. Тест может проводиться одновременно у 10 и более игроков.
4. Для получения корректных результатов, тест должен применяться с осторожностью у слабо технически подготовленных спортсменов, а также необходимо точно соблюдать протокол выполнения теста.

Библиография

1. Корягина Ю. В. Комплексный контроль в футболе / Ю. В. Корягина, В. А. Блинов, Ю. И. Сиренко. – Омск: Изд-во СибГУФК, 2012. – 136 с.
2. Нопин С. В. Информационные технологии в научно-методическом обеспечении спортивной подготовки / С. В. Нопин // Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений. - 2014. - Т. 2. - С. 245-252.

3. Нопин С.В. Максимальный аэробный тест на льду / С.В. Нопин, Ю.В. Корягина, В.А. Блинов // Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем. - 2016. - № 8. - С. 2016617502
4. Leone M. An on-ice aerobic maximal multistage shuttle skate test for elite adolescent hockey players / M. Leone, L. A. Léger, G. Larivière, A. S. Comtois // International Journal Sports Medicine. – 2007. – V. 28. – P. 823–828.
5. Montgomery D. L. Physiological profile of professional hockey players – a longitudinal comparison / D. L. Montgomery // Appl Physiol Nutr Metab. – 2006. – V. 31. – P. 181–185.

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЫШЕЧНОЙ И
СЕРДЕЧНОСОСУДИСТОЙ СИСТЕМ СПОРТСМЕНОВ ЮНОШЕЙ И
ДЕВУШЕК 15-16 ЛЕТ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В ЛЫЖНЫХ
ГОНКАХ**

Кылов А.А., канд. биол. наук

Малиновский С.А., магистрант

*ВГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет», г. Череповец
andranat79@mail.ru*

Аннотация. В работе оценены аэробные и анаэробные способности лыжников и лыжниц 15-16 лет. Показаны средние значения этих показателей в данном возрасте и при данной спортивной специализации. Установлены различия между юношами и девушками в степени развития аэробного и анаэробного компонентов работоспособности.

Ключевые слова: лыжники-гонщики, аэробная и анаэробная работоспособность, концентрация лактата, ударный объем крови.

**EVALUATION OF THE OPPORTUNITIES OF THE MUSCULAR AND
CARDIOVASCULAR SYSTEM OF SPORTSMEN OF YOUTH AND GIRLS
15-16 YEARS, SPECIALIZED IN SKI RACES**

Kylosov A.A, PhD equivalent in biological sciences

Malinovskiy S.A. student of a magistracy

Cherepovets State University, Cherepovets, 162600, Russia

Abstract. Aerobic and anaerobic abilities of skiers and skiers of 15-16 years are estimated in the work. The average values of these indicators at a given age and for a given sports specialization are shown. Differences between young men and girls in

the degree of development of aerobic and anaerobic components of working capacity are established.

Keywords: Skiers, aerobic and anaerobic working capacity, lactate concentration, shock volume of blood.

Введение. Лыжный спорт предъявляет высокие требования, как к уровню развития сердечнососудистой системы, так и аэробным способностям мышц. Кроме этого, как подчеркивает С.Г. Сорокин современный лыжный спорт имеет такие дисциплины как спринт, командный спринт, лыжные гонки с масс-старта – все это делает соревновательную борьбу лыжников более контактной, чем при раздельном старте. Более высокие результаты в лыжных гонках при таких условиях демонстрируют спортсмены, способные совершать по ходу гонки стремительные ускорения, а также финишировать на высокой скорости [2]. В.Н. Селуянов в своих работах подчеркивает, что достижение высоких результатов в лыжных гонках могут лимитировать возможности сердца или мышц. При этом со стороны мышц – либо их низкие аэробные возможности, либо недостаточность силы мышц или, образно говоря, их поперечника [1]. Уровень развития тех или иных систем организма должен определять направленность и характер проводимой тренировочной работы.

Цель исследования. В своем исследовании мы решили оценить возможности мышечной и сердечнососудистой систем спортсменов юношей и девушек 15-16 лет, специализирующихся в лыжных гонках.

Исследование проходило в ноябре 2016 года. Участники – лыжники-гонщики 15-16 лет, квалификации первого взрослого разряда, в количестве 25 человек (15 юношей, 10 девушек).

Методы исследования. Оценку работоспособности проводили с использованием велоэргометрического теста со ступенчато-повышающейся нагрузкой на велоэргометре «Monark 828E» (Швеция). Частота вращения педалей составляла 75 оборотов в минуту; мощность повышали каждую минуту на 37,5 Вт. Работу проводили до отказа. Значения мощности работы при отказе от нее, рассчитывали относительно веса спортсмена. Частоту сердечных сокращений (ЧСС) во время работы и в первые минуты восстановления фиксировали с помощью пульсометра «PolarRS810» (Финляндия). Каждые 2 минуты теста проводили забор капиллярной крови из пальца для оценки концентрации лактата в крови (анализатор глюкозы и лактата SuperGLEasy (drMuller, Германия)). Фиксировали максимальные показатели концентрации лактата, продемонстрированные спортсменами. Данный показатель отражает уровень развития анаэробных способностей. Мощность анаэробного порога (ПАНО) определяли по перегибу графика кривой концентрации лактата (уровень лактата в капиллярной крови достигал индивидуальных значений от 3,8 до 4,5 ммоль/л). Значения мощности анаэробного порога рассчитывали относительно веса. Максимальную алактатную мощность (МAM) определяли с

использованием 5-ти секундного максимального теста. Спортсменам необходимо за 5 секунд развить максимальную частоту вращения педалей, фиксировали пиковую мощность, которую смог продемонстрировать спортсмен, затем рассчитывали эти значения относительно веса. Показатели мощности анаэробного порога рассчитывали в процентном выражении от максимальной алактатной мощности. По данным В.Н. Селуянова, этот показатель отражает степень насыщения мышц митохондриями, при этом самые максимальные его значения могут достигать 40-45%.

Оценка деятельности сердечнососудистой системы проводилась при помощи реографического исследования (реограф «Диамант», Россия). Основным показателем, определяемым нами, был ударный объем крови (УОК), косвенно отражающий объем сердца. Исследование проводилось утром, в спокойной обстановке, перед записью реограммы, спортсмен находится в положении лежа в течение 5-ти минут. Запись осуществлялась в течение 2 минут.

Математическая обработка результатов проводилась при помощи программы Statistica 10.0 с использованием описательных методов, сравнение независимых (несвязанных) совокупностей – с помощью U-критерия Манна-Уитни.

Результаты исследования. В таблице 1 представлены результаты проведенного тестирования.

Таблица 1

Результаты тестирования возможностей мышечной и сердечнососудистой систем лыжников-гонщиков 15-16 лет

	W дост/кг	W АНП/кг	МAM/кг	% АНП от МAM	макс Lac	УОК
юноши						
1	4,26	3,79	12,1	33	7,3	140
2	4,37	3,89	13,17	29,5	7,04	136
3	4,48	3,78	12,44	30,5	8,7	114
4	4,77	3,99	12,18	32,8	8,2	101
5	4,46	3,72	12,32	30,2	8,6	107
6	5,8	4,8	12,3	38,1	8,9	140
7	4,6	4,3	12	38,5	8,4	106
8	4,5	3,7	13,2	28,2	11,7	105
9	4,6	3,9	12,9	30,5	11,9	120
10	4,9	4,1	12,8	31,9	9,3	140
11	4,6	3,6	13,6	27	9,5	111
12	4,3	3,5	10	34,5	9	150
13	4,7	3,8	10	34,1	8,3	110
14	4,8	4	12,1	32,5	12,1	120

15	4,5	3,9	12,6	30,8	8,2	100
M±s	4,6±0,37	3,9±0,31	12,2±1,02	32,1±3,24	9,1±1,57	120±16,7
девушки						
1	4,27	4,03	10,12	37	6,5	100
2	3,08	2,76	9,85	27	5,6	86
3	3,78	3,38	12,37	27	7,9	90
4	3,75	2,99	11,73	25	11	75
5	3,63	3,14	10,12	31	5	110
6	3,5	2,8	11,8	23,5	6	100
7	3,9	3	11,9	25,5	6,8	95
8	3,6	3,1	11,4	27	6,9	110
9	4	3,1	12,1	25,6	7	92
10	3,4	2,8	11,4	24,7	7	60
M±s	3,7±0,33	3,1±0,37	11,3±0,91	27,3±3,95	6,97±1,64	92±15,4

Как мы видим, девушки закономерно уступают юношам в показателях работоспособности: у них зафиксированы более низкие значения мощностей отказа от работы, анаэробного порога, а также максимальной алактатной. При этом, и в других показателях девушки также уступают юношам. Это касается степени насыщения мышц митохондриями (по показателю % АнП от МАМ), что свидетельствует о более низких аэробных способностях мышц девушек. Средние значения максимальной концентрации лактата в период проведения теста у лыжниц также ниже по сравнению с юношами, что является показателем более низких анаэробных способностей. Значения ударного объема крови девушек в среднем ниже, чем у юношей на 28 мл.

Также обращает на себя внимание то, что спортсмены (как юноши, так и девушки) специализирующиеся в лыжных гонках имеют резерв в улучшении результатов как за счет увеличения аэробных свойств мышц – путем повышения значений % АнП от МАМ, так и за счет повышения анаэробных способностей.

Сравнение результатов тестирования с использованием методов математической статистики представлено в таблице 2.

Таблица 2

Оценка достоверности различий в результатах тестирования
возможностей мышечной и сердечнососудистой систем между группами
юношей и девушек (U-критерий Манна-Уитни)

	Valid N - м	Valid N - д	Rank Sum - м	Rank Sum - д	U	p-value
W дост	15	10	269,0	56,0	1,0	0,000046
W АнП	15	10	258,0	67,0	12,0	0,000527
МАМ	15	10	244,0	81,0	26,0	0,007139
% АнП от МАМ	15	10	248,5	76,5	21,5	0,003283

макс Лас	15	10	256,0	69,0	14,0	0,000791
УОК	15	10	258,0	67,0	12,0	0,000527

Данные таблицы указывают на наличие достоверных различий во всех показателях. При этом различия в значениях максимальной концентрации лактата более существенные, чем в показателях насыщения мышц митохондриями. Это свидетельствует о том, что девушки в большей степени уступают юношам в уровне развития анаэробных способностей.

Выводы

1. Результаты исследования показывают, что спортсмены лыжники, юноши и девушки имеют возможности в улучшении результатов как за счет повышения аэробных свойств мышц, так и за счет анаэробных.
2. Девушки существенно уступают юношам по всем показателям, при этом в большей мере – в степени развития анаэробных способностей, а также в значениях ударного объема крови.

Библиография

1. Селуянов В.Н. Сердце не машина... // Электронный ресурс – режим доступа: http://yellowvelo.narod.ru/books/serdce_ne_mashina.pdf
2. Сорокин С.Г. Функциональные показатели, влияющие на рост спортивного мастерства квалифицированных лыжников-гонщиков. // Омский научный вестник. 2014. № 5 (132). С. 171-174.

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГООБМЕНА В ДИНАМИКЕ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА В ВЕЛОЭРГОМЕТРИЧЕСКОМ ТЕСТЕ ДО ОТКАЗА У ЛЫЖНИКОВ.

Логинова Т.П., к.б.н.

Гарнов И.О.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Сыктывкар, Россия

log73tag@yandex.ru

Ключевые слова: лыжники, функциональное состояние, велоэргометрическое тестирование.

DYNAMICS OF ENERGY EXCHANGE INDICATORS IN THE DYNAMICS OF THE TRAINING PROCESS IN THE MAXIMAL VELOEREGOMETRIC TEST AT SKIERS.

Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Physiology of the Komi Science Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

Key words: *skiers, functional status, maximal cycle ergometer test.*

Введение. Определение функционального состояния и физиологических резервов организма спортсменов высокой квалификации необходимо для получения высоких соревновательных результатов (Карпман, Белоцерковский, 1988). Важным моментом в этом является мониторинг тренировочного процесса (ТП). Основной направленностью ТП является развитие необходимых для соответствующего вида спорта физических качеств: силы, выносливости, скорости и т.д. Зачастую, некорректно составленный ТП может привести к ухудшению функционального состояния спортсменов и снижению результатов (Янсен, 2006). В связи с этим, цель нашей работы состояла в изучении показателей функционального состояния квалифицированных спортсменов в динамике тренировочного цикла.

Методика и организация исследования. В обследовании принимали участие лыжники-гонщики в возрасте от 18 до 22 лет ($n=10$), первого спортивного разряда, кандидатов и мастеров спорта, членов сборных команд, проживающих на Европейском Севере России. Обследование проводили на этапе общеподготовительных (май-июнь), специально-подготовительных тренировок (октябрь-ноябрь) и в соревновательный (декабрь-февраль) период. У всех обследованных регистрировали антропометрические показатели (рост, вес, содержание жира). Все обследуемые выполняли максимальный велоэргометрический тест «до отказа» с использованием эргоспирометрической системы «OxusonPro» (ErichJaeger) в режиме «breath by breath» с усреднением показателей по 15-ти секундным отрезкам (Бутулов и др., 2004). На всем протяжении теста регистрировали артериальное давление, пульс, частоту дыхания, потребление O_2 (VO_2 /кг), выделение CO_2 , кислородный пульс (КП), дыхательный коэффициент (respiratory exchange ratio, RER — отношение между продукцией углекислого газа и потреблением кислорода), энергозатраты и окисление макронутриентов.

Результаты исследования и их обсуждение. При анализе антропометрических показателей у обследованных молодых мужчин наблюдалось постепенное увеличение массы тела от общеподготовительного к соревновательному в среднем, на 0,8 кг, и отсутствие достоверных изменений % жировой массы тела, что, по всей видимости, может говорить об увеличении мышечной массы

в ТП. Вместе с тем, только у 3 из 10 обследованных наблюдалось увеличение времени и мощности выполненной нагрузки в соревновательный период. У 7 обследованных лыжников максимальная длительность теста наблюдалась в специально-подготовительный период. Поскольку причиной этого могло быть то, что спортсмены не «выкладывались» максимально при нагрузочном тестировании, сберегая резервы для соревновательных стартов, мы провели анализ других показателей.

Среднее значение относительного максимального потребления кислорода у обследованных спортсменов увеличивалась с 62,5 мл/мин/кг в общеподготовительный до 65,5 мл/мин/кг в специально-подготовительный и, затем, снижалась до 61,8 мл/мин/кг в соревновательный период, но эти изменения носили характер тенденции. При анализе порога анаэробного обмена, который мы принимали при достижении дыхательным коэффициентом единицы (Логина и др., 2016), только у двух обследованных наблюдалось увеличение аэробной зоны в соревновательный период. У остальных обследованных максимальная длительность зоны аэробного энергообеспечения была отмечена в специально-подготовительный период. Анализ энерготрат и соотношения окисленных макронутриентов выявил тенденцию к тому, что в специально-подготовительный период, начиная с 280 Вт, «энергетическая стоимость» выполненной нагрузки несколько ниже, чем в общеподготовительный и соревновательный периоды за счет более активного окисления углеводов.

Выводы

1. В соревновательный период у обследованных спортсменов наблюдалась тенденция к снижению функциональных возможностей по сравнению с этапом специально-подготовительных тренировок. Вопрос, является ли это реакцией на психофизические перегрузки соревновательного периода, особенностями конкретной обследованной группы, или результат неэффективного тренировочного процесса, требует дальнейшего изучения.

Библиография

1. Бутулов Э.Л., Головачев А.И., Козьменко В.Г., Усакова Н.А., Богданов П.Б., Кондратов Н.Н., Потоцкий В.Л. Разработка и обоснование методов оценки уровня функциональной подготовленности спортсменов зимних видов спорта на этапах подготовки // Вестник спортивной науки. 2004. №3. С. 13-16.

2. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. М.: Физкультура и спорт, 1988. 210 с.

3. Логинова Т.П., Потолицына Н.Н., Гарнов И.О., Нутрихин А.В., Ветров А.И., Бойко Е.Р. Динамика функциональных показателей, характеризующих порог анаэробного обмена, в велоэргометрическом тесте до отказа у юношей – лыжников // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2016. №6. С. 4-8.

4. Янсен П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость. - Мурманск: Издательство "Тулома", 2006. 160 с.

ОЦЕНКА ЭНЕРГООБМЕНА И СКОРОСТИ ОКИСЛЕНИЯ ЖИРОВ У ЛЫЖНИКОВ – ГОНЩИКОВ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ И ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ «ДО ОТКАЗА»

Людина А.Ю., Логинова Т.П., Варламова Н.Г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, г. Сыктывкар, e-mail: salu_06@inbox.ru

Аннотация. Цель работы состояла в анализе показателей энергообмена и кинетики окисления жиров при велоэргометрической нагрузке «до отказа». Обследованы 25 лыжников–гонщиков из сборной команды Республики Коми по лыжным гонкам в возрасте от 18 до 37 лет. В общем за тестирование энерготраты не превышали 100 ккал со скоростью расхода - 10,80 ккал/мин. Во время теста максимальная скорость окисления жира составила в среднем 0,56 г/мин (соответствуя диапазону нагрузки мощностью 200-240Вт); в покое – 0,06 г/мин. В диапазоне 40-50% от $VO_2\max$ пик окисления жиров составил 0,63 г/мин (соответствуя нагрузке мощностью 160Вт). При дальнейшем увеличении мощности выполняемой нагрузки происходил спад скорости окисления жиров. Используемые показатели могут быть востребованы в оценке готовности организма к выполнению интенсивной и высокообъемной работы.

Ключевые слова: энерготраты, скорость окисления жиров, лыжники-гонщики

Актуальность. Количественная оценка энергетических потребностей, основанная на исследовании газообмена [2], с помощью непрямой калориметрии является известным и хорошо зарекомендовавшим себя методом [3,4,5].

Развитие выносливости в лыжных гонках сильно зависит от функционирования кардиореспираторной системы и способности скелетных мышц к окислению жиров и углеводов. Последние два параметра имеют первостепенное значение для спортсменов [5,6]. Стратегии увеличения запасов

гликогена достаточно хорошо изучены, в то время как стратегии адаптации скорости окисления жиров получили высокий интерес со стороны ученых, тренеров и спортсменов только лишь в последнее десятилетие. Тренированность среди элитных спортсменов связана с большей утилизацией жира в организме, превышением скорости окисления жиров почти в 2 раза, чем у не тренированных лиц [1,5].

ESTIMATION OF ENERGY EXCHANGE AND FAT OXIDATION IN SKIERS - RACERS AT REST AND AT CYCLE EXERCISE “UNTIL EXHAUSTION”

Alexandra Lyudinina, Tatyana Loginova, Nina Varlamova

Annatation. The purpose of this study was to analyze the energy metabolism and fat oxidation at rest and under cycle exercise “until exhaustion”. Twenty-five male trained athletes aged between 18 and 37 from the Regional cross-country skiing team participated in the study. In total, the testing of energy expenditure did not exceed 100 kcal with a flow rate of 10.8 kcal/min. The average maximal fat oxidation was 0.56 g / min (occurring at load 200-240 W); at rest - 0.06 g / min. In the range of 40-50% of VO_{2max} , the peak of fat oxidation was 0.63 g / min (corresponding to a load of 160W). With further increases in exercise intensity (about 60% VO_{2max}) fat oxidation rates decreased. The observed parameters can be used in assessing of the endurance of the organism to perform intensive and high-volume work.

Key words: energy metabolism, maximal fat oxidation, cycle exercise, cross-country skiers

Актуальность. Количественная оценка энергетических потребностей, основанная на исследовании газообмена [2], с помощью непрямой калориметрии является известным и хорошо зарекомендовавшим себя методом [3,4,5].

Развитие выносливости в лыжных гонках сильно зависит от функционирования кардиореспираторной системы и способности скелетных мышц к окислению жиров и углеводов. Последние два параметра имеют первостепенное значение для спортсменов [5,6]. Стратегии увеличения запасов гликогена достаточно хорошо изучены, в то время как стратегии адаптации скорости окисления жиров получили высокий интерес со стороны ученых, тренеров и спортсменов только лишь в последнее десятилетие. Тренированность среди элитных спортсменов связана с большей утилизацией жира в организме, превышением скорости окисления жиров почти в 2 раза, чем у не тренированных лиц [1,5].

Всвязисэтим, **целью работы** была анализ показателей энергообмена и кинетики окисления жиров при физической нагрузке «доотказа» на велоэргометре у лыжников – гонщиков.

Материал и методы исследования. Обследованы 25 лыжников–гонщиков в возрасте от 18 до 37 лет. Показатели энергетического обмена, такие как потребление кислорода (VO_2), выделение углекислого газа (VCO_2), дыхательный коэффициент (ДК), энерготраты (ЕЕ) и скорость окисления жиров в покое лежа и сидя и при ступенчато повышающейся нагрузке на велоэргометре (начиная со 120Вт, шаг 40Вт через 2 мин) определяли методом непрямой калориметрии (эргоспирометрическая система «Oxicon-Pro», Jaeger, Germany).

Результаты исследования. У лыжников-гонщиков в покое лежа наблюдали потребление O_2 и выделение CO_2 равное в среднем 289,6 мл/мин и 250,1 мл/мин соответственно; в покое сидя данные показатели составили 320,5 мл/мин и 260,5 мл/мин. С постепенным увеличением вело-эргометрической нагрузки потребление O_2 увеличилось до 15 раз и составило в среднем при мощности нагрузки 400Вт – 4,47 л/мин. Выделение CO_2 – увеличилось в 21 раз и составило при мощности 400Вт – 5,27 л/мин. Средние показатели ДК в состоянии покоя лежа составили 0,86; в покое сидя – 0,82; с нарастанием физической нагрузки ДК изменялся от 0,76 до 1,19, поскольку выделение CO_2 и потребление O_2 мышцами увеличилось. Энерготраты в среднем по группе в покое лежа составили 1,40 ккал/мин; в покое сидя - 1,50 ккал/мин; в течение всей нагрузки – 13,50 ккал/мин. В общем за тестирование энерготраты не превышали 100 ккал со скоростью расхода - 10,80 ккал/мин. Во время теста максимальная скорость окисления жира составила в среднем 0,56 г/мин (соответствуя диапазону нагрузки мощностью 200-240Вт); в покое – 0,06 г/мин.

При расчете окисления жира относительно потребляемого O_2 мах были получены несколько иные результаты, которые представлены на рисунке. Группа сравнения - высококвалифицированные велосипедисты и триатлонисты из Швеции [5].

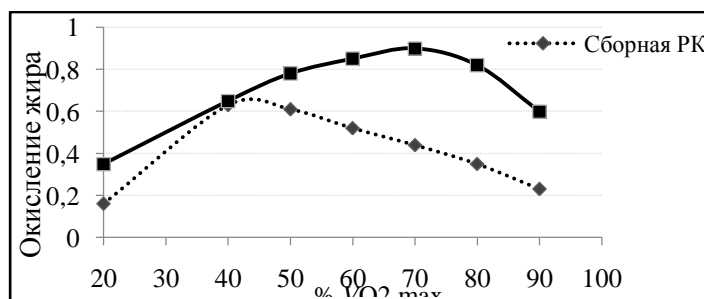


Рисунок 1. Кинетика скорости окисления жира в зависимости от процента максимального потребления кислорода

В диапазоне от 10 до 20% от VO_{2max} окисление жиров было минимальным и составило в среднем 0,16 г/мин. Пик окисления жиров наблюдался в диапазоне 40-50% от VO_{2max} и составил 0,63 г/мин (соответствуя нагрузке мощностью 160Вт). При дальнейшем увеличении мощности выполняемой нагрузки происходил спад скорости окисления жиров.

Заключение. Полученные нами данные согласуются с данными литературы и свидетельствуют об активном участии жиров в поддержании высокой работоспособности спортсменов [1,4].

Выводы

1. Проведенная нами работа свидетельствует о необходимости контроля метаболизма жиров в тренировочном цикле и выявления максимальной эффективности работы в конкретной тренировочной зоне.

Библиография

1. Людина А.Ю., Бойко Е.Р. Сопряжение общих липидов плазмы крови и жирового компонента в организме лыжников-гонщиков на разных этапах годового тренировочного цикла" // "Экстремальная деятельность человека". 2016. №4(41). с36-41.

2. Brandi L.S., Bertolini R., Calafa M. Indirect calorimetry in critically ill patients: clinical applications and practical advice // Nutrition. 1997. Vol.13. P. 349-358.

3. Burszstein S. Energy metabolism, indirect calorimetry, and nutritional balance // Baltimore, Md: Williams and Wilkens; 1983. 488p.

4. Cheneviere X., Borrani F., Droz D., Gojanovic B., and Malatesta D. Effects of 2 different prior endurance exercises on whole-body fat oxidation kinetics: light vs. heavy exercise // Appl Physiol Nutr Metab. 2012. V.37. P. 955-964.

5. Weibel E.R., Hoppeler H. Exercise-induced maximal metabolic rate scales with muscle aerobic capacity // J Exp Biol. 2005. V. 208. P.1635-1644.

6. Hall A.U., Edin F., Pedersen A., Madsen K. Whole-body fat oxidation increases more by prior exercise than overnight fasting in elite endurance athletes // Appl Physiol Nutr Metab.2016. V.41(4). P.430-437.

ПОКАЗАТЕЛИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ В ВМХ-RACE

Медведев В.Г., к.п.н., доцент
Дышаков А.С.

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма

*Россия, Москва
biomechanics@bk.ru; d.a85@mail.ru*

Аннотация. В данной статье рассматриваются показатели результативности, являющиеся альтернативными для изучения взаимосвязей спортивных результатов в гонках по велоспорту – ВМХ.

Ключевые слова: хроногонка, лучший результат, корреляция, средняя скорость, велосипедист, велоспорт, соревнование.

INDICATORS OF PERFORMANCE IN BMX-RACE

Medvedev V.G., Phd
Dyshakov A.S.
*RSUPESY&T (SCOLIPE),
Russia, Moscow*

Abstract. This article presents alternative indicators of performance for the study of correlations between characteristics of abilities of athletes and their sport results in BMX races.

Keywords: time trial, best result, correlation, average velocity, cyclist, cycle sport, competition.

Введение. Во многих спортивных дисциплинах место, занятое на соревнованиях, непосредственно связано с измеряемым значением какого-либо показателя (время, вес, дистанция, баллы, очки и т.п.). Для исследования взаимосвязей различных показателей двигательных способностей спортсменов и их спортивных результатов более подходящим является выражение результата с помощью непрерывных количественных данных [2, 5].

В гонках по велоспорту – ВМХ, время прохождения дистанции регистрируется лишь на начальных этапах соревнований (в хроногонке). Нецелесообразность регистрации времени финальных заездов связаны с разнообразием конструкций ВМХ-велодромов и различиями соревновательной дистанции.

Олимпийский турнир в данных дисциплинах (BMX-Race) проводится в две фазы, гонка на время и квалификационная фаза с финалом. Гонка на время состоит из двух отдельных заездов для каждого участника, по результатам которой (по времени своего лучшего круга из двух) гонщик получает расстановку в основных соревнованиях [3, 4, 6].

В связи с этим актуальным является изучение показателей соревновательной деятельности велогонщиков ВМХ, определяющие итоговое место спортсмена.

Цель исследования – выявить показатели результативности в гонках по велоспорту – ВМХ.

Методы исследования. В данном исследовании были использованы такие методы, как: анализ литературных источников (в особенности, протоколов официальных соревнований) и методы математической статистики (описательная статистика, непараметрическая статистика, корреляционный анализ, анализ трендов).

Для изучения показателей результативности в BMX-Race были проанализированы результаты соревнований 2 этапа Кубка России по велоспорту – BMX среди мужчин и женщин 1996 г.р. и старше (г. Саранск) [1] различной квалификации из разных стран. Для сравнения были рассмотрены результаты хроногонки, результаты (занятые места) первого и второго дня соревнований и итоговый (зачетный) результат – сумма двух дней соревнований у одних и тех же спортсменов.

Квалификация участников – MC и KMC (1 представитель 2 разряда).

Результаты исследования. Описательная статистика результатов хроногонки двух групп участников (мужчины и женщины) представлена ниже (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты хроногонки 2 этапа Кубка России по велоспорту – BMX среди мужчин и женщин 1996 г.р. и старше (г. Саранск)

Группа участников	Лучший результат, с	Худший результат, с	Среднее значение и стандартное отклонение, с
Мужчины (n=23)	26,37	40,08	28,685±3,1923
Женщины (n=19)	29,47	42,55	32,325±2,9875

Корреляционный анализ результатов хроногонки, мест, занятых в первом и втором дне соревнований и суммы двух дней соревнований показал наличие высоких корреляций между этими показателями (таблица 2).

Таблица 2 – Матрица коэффициентов корреляции показателей результатов соревнований 2 этапа Кубка России по велоспорту – BMX среди мужчин и женщин 1996 г.р. и старше (г. Саранск)

Показатель	Место – 1 день соревнований (1)	Место – 2 день соревнований (2)	Сумма двух дней (3)	Время – хроногонка (4)
<i>Мужчины (n=23)</i>				
1	—	0,84	0,95	0,86
2	—	—	0,96	0,93
3	—	—	—	0,94

<i>Женщины (n=19)</i>				
1	—	0,86	0,95	0,88
2	—	—	0,95	0,93
3	—	—	—	0,91
Примечание — $p < 0,05$				

При сравнении результатов соревнований в первый и второй день с помощью критерия Вилкоксона (попарное сравнение зависимых выборок) статистически значимых различий в рассматриваемых группах не обнаружено ($n=23$, $p > 0,05$; $n=19$, $p > 0,05$). Это говорит о том, что в большинстве случаев результаты гонки в первый день и во второй день соревнований схожи, с учетом коэффициента детерминации (0,9) можно сказать, что итоговый результат (сумма двух дней) на 90% объясняется результатом в один из дней соревнований).

Графическое представление зависимостей результатов соревнований в первый и второй день (занятое место) от результатов в хроногонке (время) приводится на рисунках 1 и 2 для мужчин и женщин, соответственно. Обращает на себя внимание тот факт, что данные зависимости как у мужчин, так и у женщин носят нелинейный характер (уравнения полиномиальных линий тренда представлены рядом с графиками). Вероятно, среди участников соревнований встречаются спортсмены, не типичные для данных выборок, но появление таких «нетипичных» спортсменов довольно часто на различных соревнованиях. Кроме того, высокий риск травматизма накладывает определенный отпечаток на характер состязательной деятельности и на варианты тактической борьбы, связанной с получением преимущества в первые секунды общего заезда.

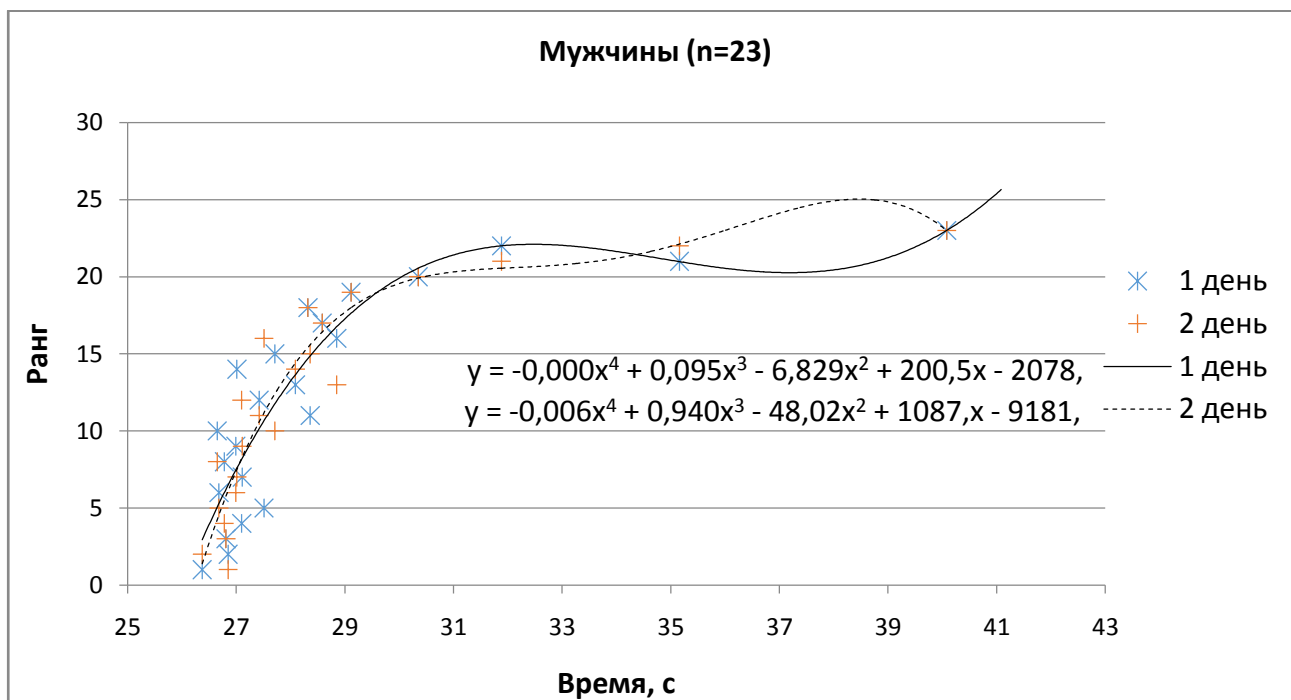


Рисунок 1 – Зависимость результатов в хроногонке (X) и результатов в первый и второй день соревнований (Y) 2 этапа Кубка России (г. Саранск, 2015 г.) по велоспорту – ВМХ среди мужчин 1996 г.р. и старше

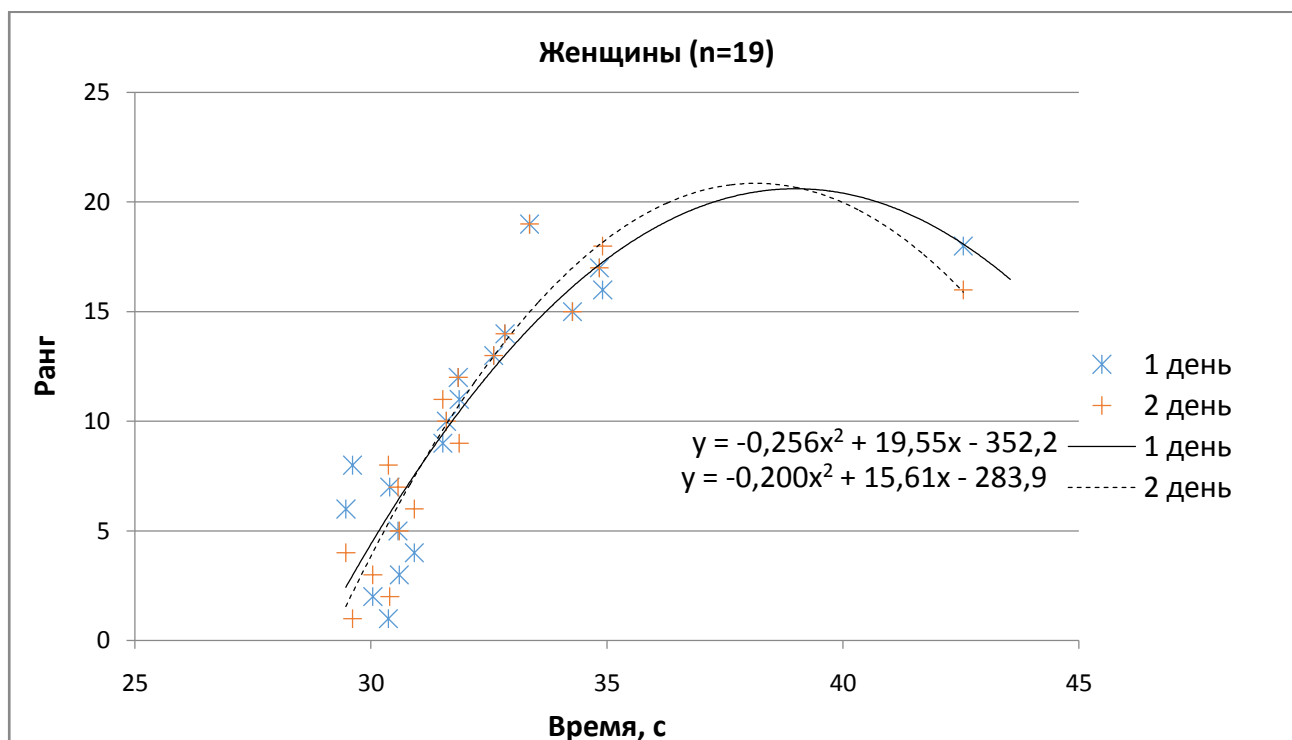


Рисунок 2 – Зависимость результатов в хроногонке (X) и результатов в первый и второй день соревнований (Y) 2 этапа Кубка России (г. Саранск, 2015 г.) по велоспорту – ВМХ среди женщин 1996 г.р. и старше

Аналогичные зависимости наблюдаются при рассмотрении результатов в хроногонке и итоговых результатов соревнований по сумме мест, занятых в двух днях соревнований (рисунок 3).

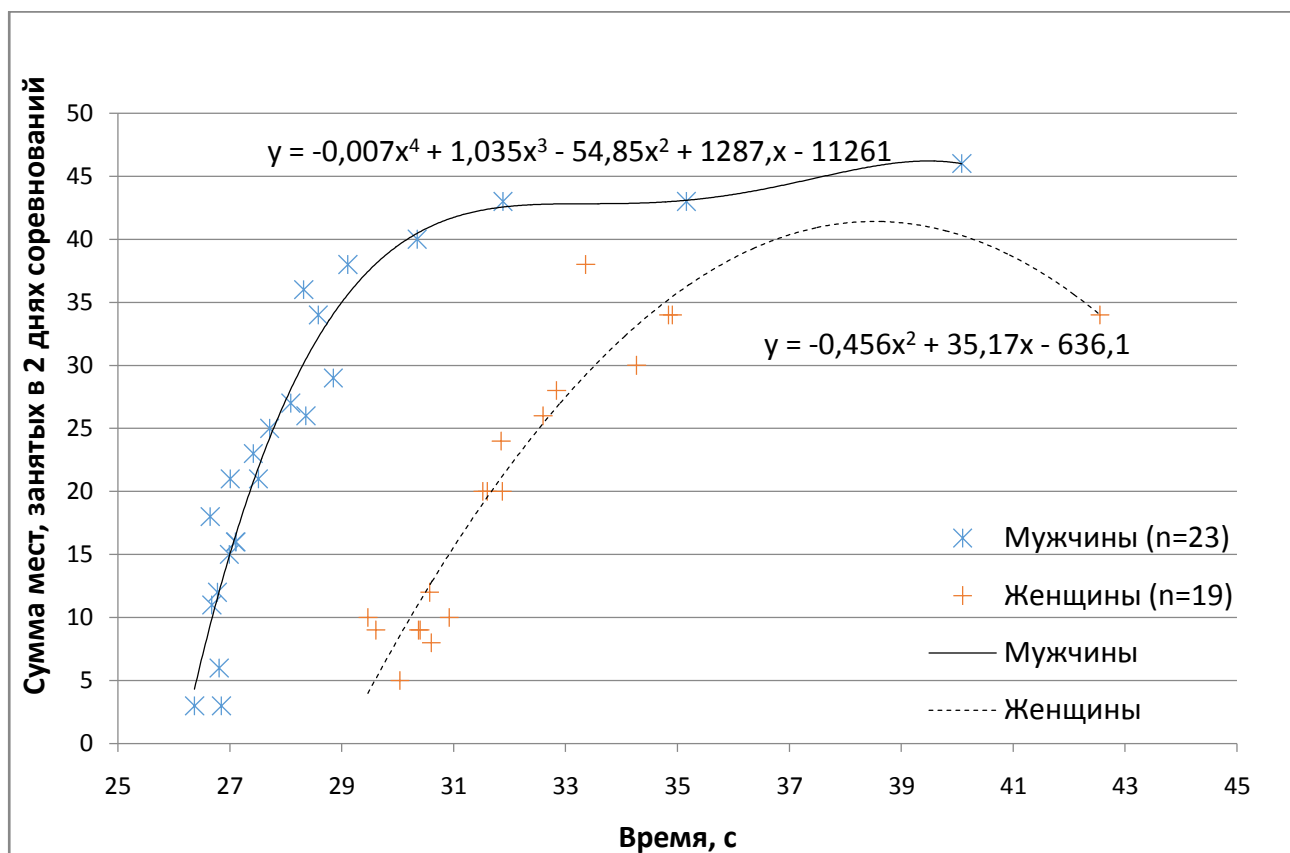


Рисунок 3 – Зависимость итогового результата соревнований 2 этапа Кубка России по велоспорту – ВМХ среди мужчин и женщин 1996 г.р. и старше (г. Саранск, 2015 г.) от результатов в хроногонке

Таким образом, в связи с наличием высокой статистической значимой ($p < 0,05$) связи между длительностью заезда (по результатам хроногонки) и результатом в соревновании (занятым местом) можно использовать результат хроногонки как объективный показатель результативности в ВМХ. Но в связи с тем, что длина соревновательных треков (дистанция) на различных соревнованиях может значительно меняться, то для сравнения результатов, достигнутых спортсменом на разных ВМХ-велодромах, целесообразно использовать показатель средней скорости прохождения соответствующей дистанции.

Например, соревнования в г. Саранске проходили в 2015 году на трассе длиной 270 м. Вышеизложенные результаты хроногонки (среднее значение и стандартное отклонение) можно представить следующим образом: средняя скорость у мужчин составила $9,5 \pm 0,85$ м/с, а у женщин – $8,4 \pm 0,66$ м/с.

Выводы

1. Показателем результативности в BMX-race (относящимся к непрерывным количественным данным) является результат в хроногонке.

2. Для возможности сопоставления результатов хроногонок на различных соревнованиях рекомендуется использовать показатель средней скорости прохождения соответствующей дистанции.

Библиография

1. BMX. Результаты соревнований. Результаты 2015 год [Электронный ресурс] // Федерация велосипедного спорта России. – 2007-2015. – Режим доступа: <http://fvsr.ru/bmx/bmx-results.html> (дата обращения: 16.03.2015).

2. Лакин, Г.Ф. Биометрия: учебное пособие для студентов биологических специальностей вузов: доп. Гос. ком. СССР по нар. образованию. 4-е изд. / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

3. Правила по велоспорту-BMX 2008 (обновление 12/12/2008) [Электронный ресурс] // Федерация велосипедного спорта России. – 2009. – Режим доступа: http://fvsr.ru/images/pdf-bmx/BMX_Rules_2008_-_Final.pdf (дата обращения: 07.05.2015).

4. Правила вида спорта «Велоспорт-BMX», проект (12.03.2012) [Электронный ресурс] // Федерация велосипедного спорта России. – 2012. – Режим доступа: http://fvsr.ru/images/pdf_federation/rules/20120312-bmx-pravila.doc (дата обращения: 07.05.2015).

5. Реброва, О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О.Ю. Реброва. – М.: МедиаСфера, 2002. – 312 с. – ISBN 5-89084-013-4.

6. UCI Cycling Regulations. Part 6 BMX (version on 4.04.14) [Electronic resource] // Union Cycliste Internationale (UCI). – 2015. – URL: http://www.uci.ch/mm/Document/News/Rulesandregulation/16/61/41/6BMX-E-040414-DEF_English.pdf (дата обращения: 07.05.2015).

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНИКИ СТАРТОВОГО ДЕЙСТВИЯ В BMX-RACE

Медведев В.Г., к.п.н., доцент

Дышаков А.С.

*Российский государственный университет физической культуры спорта,
молодежи и туризма, Россия, Москва*

biomechanics@bk.ru; d.a85@mail.ru

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследования эффективности техники старта и определен фазовый состав стартового

действия в BMX-Race.

Ключевые слова: велоспорт, велогонщик, BMX, гонки, реализационная эффективность техники, старт, видеоанализ, интегративный подход, реакция.

EFFECTIVENESS OF TECHNIQUE OF START ACTION IN BMX-RACE

V.G. Medvedev, Phd,

A.S. Dyshakov,

RSUPESY&T (SCOLIPE),

Russia, Moscow

Abstract. This article considers the methodic of control of technical fitness of BMX cyclists in performance of start actions. The investigation included the reaction time test (both audible and visual stimuli) and start action (video analysis of lateral video recordings). Subjects were 36 cyclists different qualifications with body mass $50,46 \pm 16,534$ kg, body length $1,586 \pm 0,1669$ m, aged $13,3 \pm 4,30$ years. Regression equation was $y = 1,2746 \cdot x + 0,5895$. Reaction time was $0,3046 \pm 0,04604$ ms, start action time was $0,9778 \pm 0,11509$ ms. Parameters of effectiveness technique of start action were found. Using of the complex of special exercises for increasing coordination movement abilities resulted to 8% better start action ($p < 0.05$, $n = 12$).

Keywords: cycling, cycle sport, cyclist, BMX, races, realization effectiveness of technique, start, video analysis, integrative approach, reaction time.

Введение. В BMX-Race особое место отводится старту, как возможности занять выгодную позицию на соревновательной дистанции [1]. Стартовое двигательное действие, являясь примером сложной двигательной реакции, требует изучения как физического механизма его выполнения, так и возможностей спортсменов в его освоении и реализации.

Цель исследования – выявить параметры эффективной техники стартового действия в BMX-Race.

Методы исследования. Для изучения техники стартового действия использовались принципы модифицированного интегративного подхода [2]. Исследование проводилось на базе ГБУ «Спортивная школа олимпийского резерва «Нагорная» Москомспорта. В первом эксперименте приняли участие 36 велогонщиков различной квалификации: масса тела – $50,46 \pm 16,534$ кг, длина тела – $1,586 \pm 0,1669$ м, возраст – $13,3 \pm 4,30$ лет. Регистрировались: длительность простой зрительно-слуховой реакции (MuscleLab) и длительность стартового действия («ГЦОЛИФК-2012» [4]). Во втором (педагогическом) эксперименте

участвовали 12 велогонщиков различной квалификации: масса тела – $48,2 \pm 17,28$ кг, длина тела – $1,526 \pm 0,1531$ м, возраст – $12,1 \pm 3,20$ лет. Испытуемые до и после внедрения комплекса специальных упражнений [1] выполняли старты двумя способами: «рывком» – движение велосипеда начиналось за счет естественного качения вслед за падающими воротами, интенсивное педалирование начиналось после полного падения стартовых ворот; «толчком» – после реагирования на первый сигнал (красный сигнал светофора или звуковой тоновый сигнал) велогонщик старался успеть двигаться вперед вместе с падающими воротами (а не катиться вслед за ними), т.е. интенсивное давление на педали начиналось ещё до полного падения стартовых ворот.

Результаты исследования. В результате проведенного видеоанализа различных способов выполнения стартового действия при сопоставлении графиков изменения скорости и ускорения оси заднего колеса велосипеда удалось определить фазовый состав старта в BMX-Race (рисунок 1).

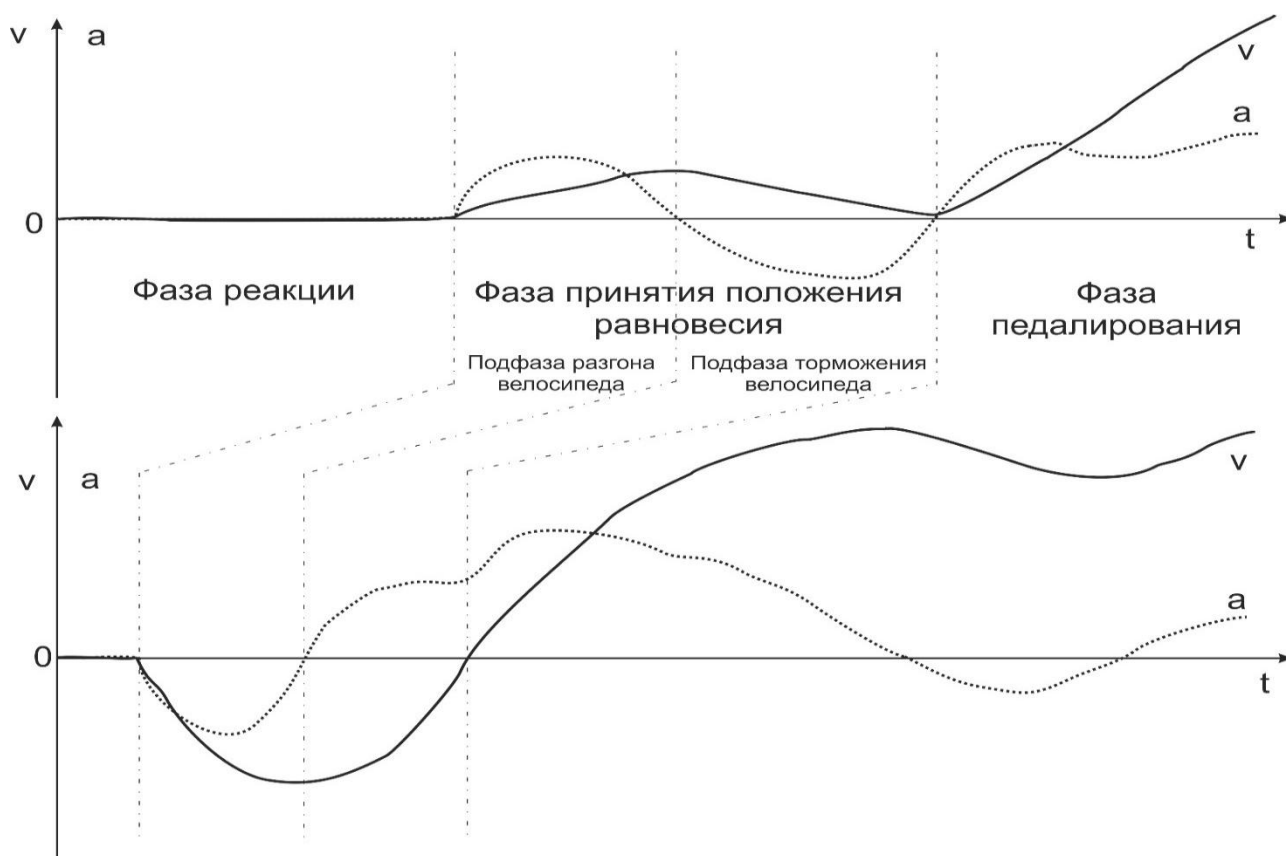


Рисунок 1 – Фазовый состав стартового действия, выполненного способом «рывком» (сверху) и «толчком» (снизу), по графикам изменения скорости и ускорения велосипеда

Фаза реакции длится от начала подачи первого светозвукового сигнала светофора на старте до начала движения велосипеда. Способ «рывком»

характеризуется более длительной фазой реакции, так как движение велосипеда начинается в результате и после падения стартовых ворот в диапазоне от 360 до 692 мс от начала фазы. В способе «толчком» движение может начинаться заблаговременно.

Фаза принятия положения равновесия длится от начала увеличения скорости движения велосипеда до первого её максимального снижения. Данная фаза включает *подфазу разгона велосипеда* (изменение скорости от 0 до максимального значения) и *подфазу торможения велосипеда* (изменение скорости от максимального значения до 0 или минимального). Способ «рывком» характеризуется положительным (в направлении вперед) ускорением в подфазе разгона и отрицательным – в подфазе торможения. В способе «толчком» – наоборот (отрицательное – при разгоне, положительное – при торможении), при этом положительное ускорение на конец фазы оказывается значительно выше по сравнению с первым способом.

Фаза педалирования является переходной от стартового действия к стартовому разгону и начинается с момента опускания педали впередистоящей ноги и движения велосипеда вперед (положительные скорость и ускорение). Эффективный разгон в фазе педалирования связан с принятием велосипедистом положения тела с «положительным углом хвата руля» [3] и выпрямленными руками [4]. Проведенный сравнительный видеонализ старта до и после педагогического эксперимента [1] подтвердил более быстрый старт (в среднем на 8%; $p < 0,05$; $n = 12$), совмещенный с увеличением положительного угла хвата руля и выпрямлением рук (рисунок 2).

До педагогического эксперимента После педагогического эксперимента



Рисунок 2 – Изменение положения тела при выполнении стартового действия в BMX-Race до и после педагогического эксперимента у спортсмена высокой (сверху) и низкой (снизу) квалификации

Повышение эффективности старта будет связано с уменьшением длительности соответствующих фаз: фазы реакции – за счет раннего реагирования до начала падения стартовых ворот; фазы принятия положения равновесия – за счет повышения уровня координационных способностей к обеспечению устойчивости системы велосипед-велосипедист [1]. Обращает на себя внимание тот факт, что с повышением квалификации велогонщиков фаза принятия положения равновесия уменьшается, а в способе «рывком» практически отсутствует (рисунок 3). Таким образом, уменьшение длительности стартового действия возможно за счет заблаговременного реагирования велосипедиста (до начала падения стартовых ворот) путём выполнения ускоренного движения телом вперед, в следствие чего с возникновением инерционных сил давление велосипеда на стартовые ворота снижается или полностью исчезает.

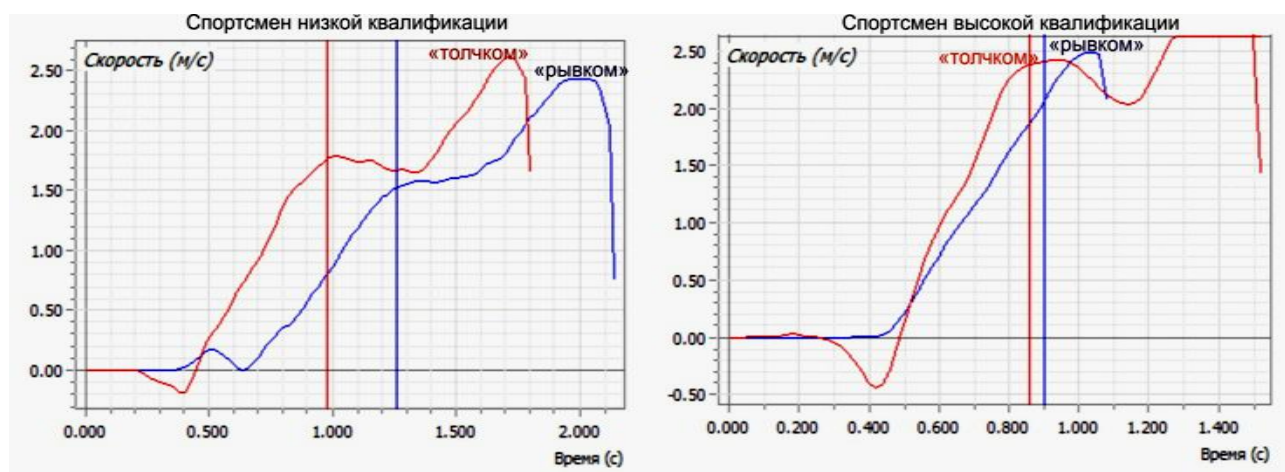


Рисунок 3 – Различия в паттернах изменения скорости при выполнении стартового действия в BMX-Race у спортсмена высокой и низкой квалификации (вертикальной линией отмечен момент пересечения края стартовых ворот после их падения)

Оценка эффективности техники стартового действия возможна по степени реализации велогонщиком его потенциала – быстроты простой двигательной реакции (реализационная эффективность). Средняя длительность простой зрительно-слуховой реакции составила $0,3046 \pm 0,04604$ мс, а длительность стартового действия – $0,9778 \pm 0,11509$ мс ($n = 36$).

Связь быстроты простой зрительно-слуховой реакции и быстроты стартового действия ($r=0,51$; $p<0,05$; $n=36$) описывается уравнением регрессии:

$$y = 1,2746 \cdot x + 0,5895,$$

где y – среднее значение длительности выполнения старта, x – среднее значение длительности простой зрительно-слуховой реакции.

Реализационная эффективность техники стартового действия оценивается методом регрессионных остатков, как разница между реальным результатом и теоретическим (рассчитанным по уравнению регрессии). Диапазон «средней» эффективности техники принят равным величине стандартного отклонения и соответствует величинам регрессионных остатков $\pm 0,06$ (с) относительно теоретического результата. Регрессионные остатки более $0,06$ и менее $-0,06$ (с) соответствуют оценкам реализационной эффективности старта «ниже среднего» и «выше среднего». На рисунке 4 представлена номограмма оценки реализационной эффективности техники стартового действия.

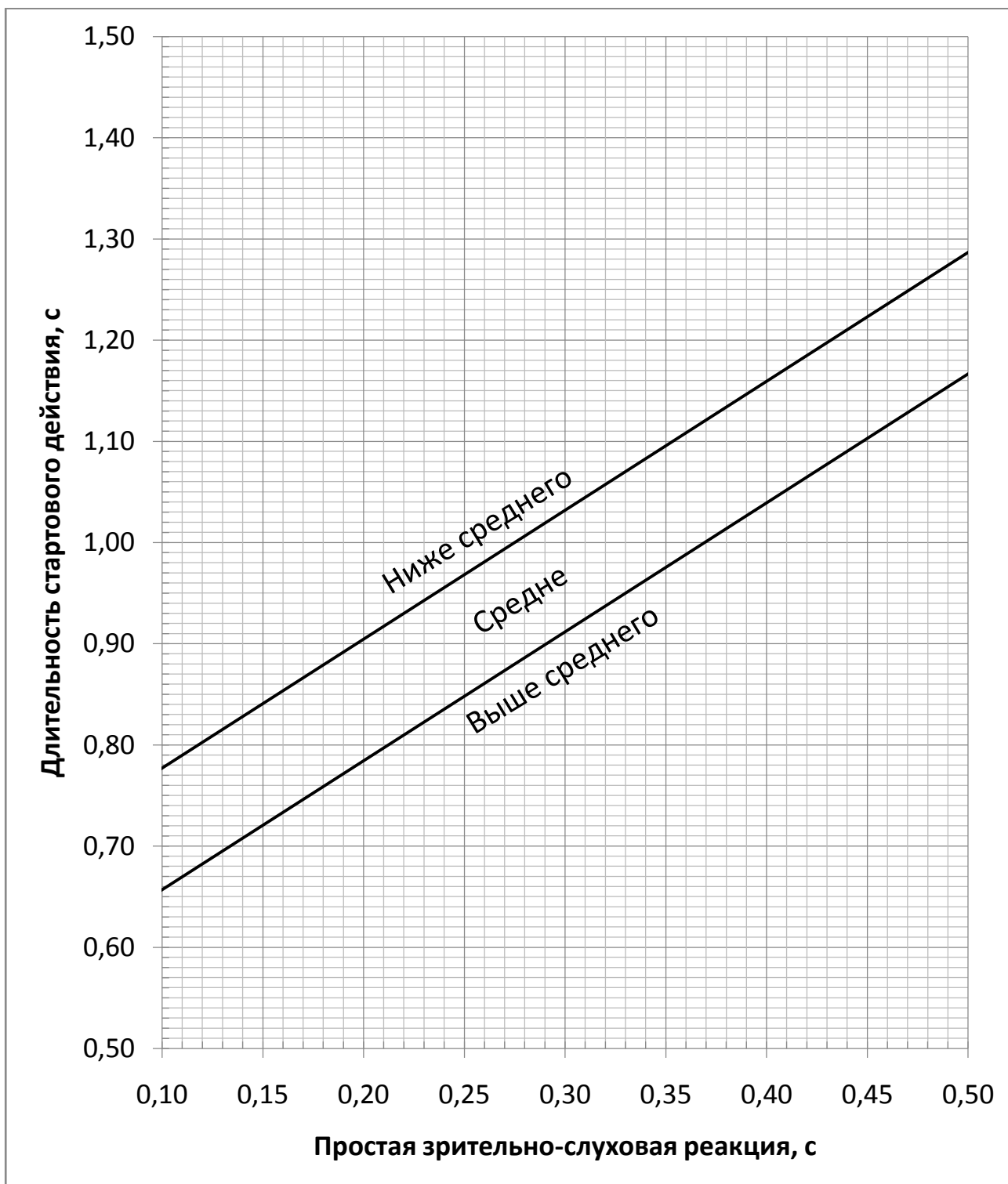


Рисунок 4 – Номограмма оценки реализационной эффективности техники стартового действия по степени использования спортсменом своего потенциала – быстроты простой зрительно-слуховой реакции

Сравнительный видеоанализ выполнения стартового действия испытуемыми с оценками выше и ниже среднего выявил следующие особенности неэффективной техники: движение велосипедиста после начала падения стартовых ворот, потеря устойчивости, «отрицательный угол хвата руля» [3], согнутые руки в локтевых суставах. Повышение эффективности техники возможно за счет подбора специализированных упражнений, создающих необходимые условия для формирования соответствующих двигательных навыков [1].

Выводы

1. Уравнение регрессии и разработанная номограмма могут быть использованы для оценки реализационной эффективности техники стартового действия в BMX-Race.
2. Выявленные параметры техники стартового действия в BMX-Race могут учитываться в учебно-тренировочном процессе при проведении контроля технической подготовленности велогонщиков BMX.

Библиография

3. Дышаков, А.С. Принципы подбора упражнений для повышения уровня координационных способностей (на примере BMX-race) / А.С. Дышаков, В.Г. Медведев // Совершенствование системы подготовки в танцевальном спорте: материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции 9 февраля 2017 г. / под ред. В.А. Александровой. – М.: РГУФКСМиТ, 2017. – С. 32-36. – ISBN 978-5-90576065-5.

4. Медведев, В.Г. Модификация интегративного подхода к изучению и оценке техники двигательных действий в педагогических исследованиях / В.Г. Медведев // Материалы открытой итоговой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава РГУФКСМиТ 16-18 ноября 2016 г. – М.: РГУФКСМиТ, 2016. – С. 97-100. – ISBN 978-5-905760-70-9.

5. Медведев, В.Г. Техника разгона по горизонтальной прямой в BMX-race // В.Г. Медведев, А.С. Дышаков // Экстремальная деятельность человека. – 2016. – №3 (40). – С. 9-12. – ISSN 2311-343X.

6. Шалманов, А.А. Сравнительный анализ кинематических показателей движения штанги в рывке и толчке у спортсменов легких и тяжелых весовых категорий / А.А. Шалманов, В.Ф. Скотников, А.А. Атлас // Труды кафедры биомеханики университета им. П.Ф. Лесгафта, 2016. – Вып.10. – С. 50-61. – ISSN 2225-8094.

**СТАБИЛЬНОСТЬ ДОЛИ АНАЭРОБНОГО ГЛИКОЛИЗА В
ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У
БАЙДАРЧИКОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ НА
ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ЭТАПЕ**

Мороз Е.А.¹,

Шкуматов Л.М.¹, канд. биол. наук,

Шантарович В.В.², доцент,

РНИЦ спорта¹,

РЦОП по гребным видам спорта²,

Республика Беларусь, г. Минск

morgen1@tut.by; info@medsport.by

Аннотация. В работе представлены данные по определению доли гликолиза в энергообеспечении упражнения при прохождении последней ступени теста 22 гребцами-байдарочниками, имеющих квалификацию МСМК, 3х1000 м через 3 мин отдыха на гребном эргометре DANSPRINT. Установлено, что доля анаэробного гликолиза составляет около 20 % при энергообеспечении мышечной деятельности на 1000 м дистанции. Емкость гликолиза и вклад гликолитического механизма в энергетику упражнения у высококвалифицированных гребцов на байдарках остаются стабильными на одинаковых этапах различных годовых тренировочных циклов.

Ключевые слова: энергообеспечение мышечной деятельности, анаэробный гликолиз, кинетика лактата, гребля на байдарках.

**STABILITY IN THE PROPORTION OF ANAEROBIC GLYCOLYSIS
IN ENERGY SUPPLY OF MUSCULAR ACTIVITY OF HIGHLY SKILLED
KAYAKERS DURING PREPARATORY PERIOD**

Moroz E.A.¹,

Shkumatov L.M.¹, Ph.D.in biology,

Shantarovich V.V., associate professor,

SI Republican scientific and practical center of sport,

SI Republican Olympic reserve center of rowing sports,

Republic of Belarus, Minsk

Abstract. The article represents the data of defining of glycolysis' proportion in exercises' energy supply during overcoming the last phase of test by 22 kayakers that have the qualification of master of sports of International Class, 3x1000 m after 3 minutes rest on the rowing ergometer DANSPRINT. It was established that the proportion of anaerobic glycolysis is about 20% under energy supply of muscular activity at 1000 m distance. The glycolysis capacity and glycolytic mechanism contribution to the exercises' energy of highly skilled kayakers remain stable during the same steps of different year training cycles.

Key words: energy supply of muscular activity, anaerobic glycolysis, lactate kinetics, rowing.

Введение. Система подготовки высококвалифицированных гребцов на байдарках должна учитывать индивидуальные данные физической работоспособности. Одним из компонентов, обеспечивающих ее, являются анаэробные возможности организма. У гребцов вообще и у байдарочников особенно, основную роль в анаэробном энергообеспечении мышечной деятельности играет гликолиз. Поэтому постоянно актуальным является определение доли анаэробного гликолиза в энергетике тестирующих упражнений. В спортивной практике чаще всего параметры анаэробных механизмов оценивают, по приходу кислорода, величине и структуре кислородного долга. Однако данный метод обладает рядом принципиальных недостатков, и его результаты могут быть поставлены под сомнение. С этой же целью можно использовать метод анализа биоптатов мышечной ткани [1, 3, 5]. Однако по причине высокой травматичности его нельзя использовать в тренировочном процессе. Количественное определение емкости анаэробного гликолиза на основе фармакокинетики лактата позволяет определять его вклад в энергообеспечение мышечной деятельности

Ранее нами с помощью этой методики были определена емкость анаэробного гликолиза у членов национальной команды по гребле на байдарках при выполнении различных тестов. Установлено, что с увеличением продолжительности тестирующей работы с 2 до 4 минут вклад анаэробного гликолиза уменьшился с 40-50% до 20% [2]. Причем емкость гликолиза существенно не изменяется, оставаясь на уровне 1-1,5 моль АТФ.

Цель исследования—сравнить вклад анаэробного гликолиза в энергообеспечение мышечной деятельности при выполнении одинаковых упражнений постоянным и переменным составом Национальной команды по гребле на байдарках, в середине (конец января – начало февраля) подготовительных периодов к сезонам 2011 и 2013 гг.

Материалы и методы исследования. В исследовании принимало участие 22 гребца мужчин, имеющих квалификацию МСМК. Выполнено 256 анализов концентрации лактата в крови.

Определение емкости гликолиза проводили после прохождения последней ступени теста 3x1000 м через 3 мин отдыха на гребном эргометре DANSPRINT. Определяли содержания лактата на анализаторе «BIOSEN» (Германия). Фиксировали точное время забора крови. Для математического описания кинетики лактата использовали данные о концентрации лактата перед выполнением и в процессе восстановления в 8-13 точках после последней ступени тестирующей. Рассчитывали для каждого спортсмена количество АТФ, затраченное на осуществление мышечной деятельности при выполнении работы на последней ступени нагрузки ($n(\text{АТФ})_t$). Для вычисления этого используют механические параметры работы на тренажере-эргометре DANSPRINT и показатели гидролиза 1 моль АТФ до АДФ. Вычисляли константу исчезновения (k_d) лактата из крови, используя регрессионный анализ и индивидуальные данные кинетики исчезновения лактата в крови. Константу скорости появления лактата в крови, т.е. выхода его из мышц (k_a), с помощью метода подбора параметров в среде электронных таблиц Excel, используя время достижения максимальной концентрации лактата в крови и константу исчезновения лактата в крови на основе одночастевой фармакокинетической модели с всасыванием. Для этого использовали максимальную концентрацию лактата, зафиксированную в сыворотке крови, концентрацию лактата до последней ступени нагрузки, время достижения максимальной концентрации лактата в крови. На основании константы элиминации и константы всасывания вычисляли изменение концентрации лактата в объеме распределения ($\Delta C_{\max}(v)$) и определяли количество АТФ, ресинтезированное в процессе анаэробного гликолиза ($n(\text{АТФ})_{gl}$). Вклад анаэробного гликолиза в энергообеспечение мышечной деятельности определяли как отношение $n(\text{АТФ})_{gl}/n(\text{АТФ})_t$. Процедуры и вычисления проводили согласно описанной ранее методики [4].

Результаты и обсуждения. Показатели индивидуальных тестов были проверены на соответствие закону нормального распределения с применением критерия Шапиро-Уилка. Закону нормального распределения соответствуют показатели: время выполненной работы, выполненная работа, общее количество АТФ, затраченное на выполнение мышечной деятельности, константа накопления лактата. Остальные изучаемые показатели не соответствовали закону нормального распределения, поэтому статистическую обработку данных проводили с применением методов непараметрической статистики. Изучали взаимосвязь между временем прохождения дистанции на последней ступени с полученными и расчетными данными исследования с применением метода Спирмена, проанализировано 22 пары признаков для каждого показателя. Выявили статистически значимую умеренную положительную взаимосвязь с концентрацией лактата в крови до выполнения последней ступени ($r=0,44$; $p=0,005$). Выявили статистически значимую умеренную отрицательную взаимосвязь с количеством АТФ, ресинтезированном в процессе анаэробного гликолиза, ($r=-0,32$; $p=0,04$), что

свидетельствует о большом значении анаэробного гликолиза в энергообеспечение мышечной деятельности при прохождении дистанции 1000 м с максимальной скоростью.

В таблице представлены показатели энергетических характеристик упражнения, фармакокинетические параметры лактата, вклад гликолитического механизма в энергетику упражнения у гребцов на байдарках при прохождении 1000 м на гребном эргометре при первом и втором тестировании представлены в виде медианы, 25-го и 75-го перцентилей.

Сравнение изучаемых показателей проводили с помощью U-критерия Манна-Уитни. Из приведенных данных видно, что статистически значимые различия между изучаемыми показателями двух тестирований проведенных с интервалом в 2 года отсутствуют. Это говорит о том, что предложенная методика, основанная на измерении механической работы на гребном эргометре DANSPRINT, метаболического потенциала организма и доли в нем анаэробного гликолиза на основании фармакокинетики лактата валидна и воспроизводима.

Таблица – Групповые показатели кинетических параметров лактата, вклад гликолитического механизма в энергетику упражнения у гребцов на байдарках при прохождении 1000 м на последней ступени эргометрии

Показатели	I тестирование(n=12)	II тестирование(n=10)
$n(\text{АТФ})_t$, моль	5,37(5,16–5,72)	5,33(4,80–5,61)
K_d , мин ⁻¹	0,02(0,02–0,03)	0,04(0,03–0,05)
K_a , мин ⁻¹	0,26(0,16–0,3)	0,16(0,11–0,22)
t_{\max} , мин	11,84(8,91–14,38)	13,50(8,91–14,05)
C_1 , ммоль/л	6,17(5,14–7,03)	5,60(4,70–7,69)
$C_{\max}(b)$, ммоль/л	18,23(16,48–18,81)	14,68(13,44–16,37)
$C_{\max}(v)$, ммоль/л	14,82(12,26–16,96)	14,60(10,98–16,85)
$n(\text{АТФ})_{gl}$, моль	1,16(0,99–1,38)	1,21(0,82–1,39)
p , %	21,01(18,61–24,56)	22,80(17,26–24,26)

Выводы

1. Механизм анаэробного гликолиза поставляет около 20 % энергии, играя значительную роль в успешном прохождении дистанции 1000 м.
2. Емкость гликолиза и вклад гликолитического механизма в энергообеспечение мышечной деятельности у гребцов-байдарочников высокой квалификации не изменяется на подготовительном этапе различных годовых тренировочных циклов.

Библиография

1. Иванчикова, Н.Н. Особенности адаптации организма гребцов-академистов высокой квалификации к тренировочным нагрузкам в зависимости от объемов работы в различных зонах энергообеспечения: дис. ... канд. биол. наук: 14.03.11 / Н.Н. Иванчикова – Москва, 2012. – 127 с.

2. Мороз, Е.А. Вклад анаэробного гликолиза при прохождении дистанций 500 и 1000 м на гребном эргометре гребцами на байдарках / Е.А. Мороз // Ученые записки: сб. рец. науч. тр. / редкол.: Т.Д. Полякова (гл. ред.) [и др.]; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск: БГУФК, 2013. – Вып. 16. – С. 262–268.

3. Ширковец, Е.А. Критерии и механизмы управления подготовкой спортсменов в циклических видах спорта / Е.А. Ширковец, А.Ю. Титлов, С.М. Луньков// Вестник спортивной науки. – 2013. – № 5. – С. 44–48.

4. Шкуматов, Л.М. Метод индивидуализации подготовки высококвалифицированных гребцов на байдарках на основе особенностей кинетики эндогенного лактата: практ. пособие / Л.М. Шкуматов, В.В. Шантарович, Е.А. Мороз. – Минск: БГУФК, 2014. – 39 с.

5. Moxnes, J.F. Mathematical simulation of energy expenditure and recovery during sprint cross-country skiing/ J. F.Moxnes, E.D.Moxnes // Open Access J. Sports Med.– 2014. – Vol. 5. – P. 115–121.

ПРОБЛЕМЫ БИОХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ПРОЦЕССЕ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ

ПОРТАТИВНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ БИОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ ФИТНЕС-ТРЕНЕРА

Жигур В.Ш., Сергеева К.В., Сухарева Н.Ю.,

Литвиненко С.Н., д.п.н., доцент,

*Российский государственный университет физической культуры, спорта,
молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Россия, Москва*

litvinenko_svetlana@yahoo.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные возможности и направления применения современных портативных устройств для биохимического мониторинга в практической работе фитнес-тренера.

Ключевые слова: фитнес-тренер, портативные устройства, биохимический мониторинг.

PORTABLE DEVICES FOR BIOCHEMICAL MONITORING IN THE PRACTICAL WORK OF THE FITNESS-COACH

Venera Zhigur, Kseniya Sergeeva, Nadezhda Sukhareva, Svetlana Litvinenko, Doctor of Pedagogic Sciences, Associate Professor, Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Russia, Moscow

Annotation. In this article an attempt is made to reveal the main opportunities and directions for the use of portable devices for biochemical monitoring in fitness industry.

Key words: fitness coach, portable devices, biochemical monitoring.

Введение. Уровень тренированности человека, состояние аэробного и анаэробного обеспечения можно оценить по показателям, характеризующими процессы адаптации к физическим нагрузкам, таким, как МПК, гематокрит, ПАНО, кислородный приход, лактатный долг, щелочный резерв крови и другие [2].

Однако, такие исследования проводятся в лабораторных условиях, а физическая нагрузка моделируется на различных тренажерах. Для проведения исследований биологических жидкостей организма биохимическими методами необходимы квалифицированные специалисты. В отличие от этого, портативные биохимические анализаторы доступны для использования фитнес-тренерами и не требуют участия медика. Их применение позволяет оперативно получить объективные данные о текущем состоянии человека.

В то же время, в фитнесе данные устройства для биохимического мониторинга уровня тренированности на сегодняшний день пока не нашли широкого применения, что обуславливает актуальность представленного исследования.

Цель исследования – проанализировать возможности и разработать подходы к использованию портативных биохимических приборов в фитнес-тренировках.

Методы исследования. Исследование проводилось с помощью аналитического обзора литературных источников.

Результаты исследования.

Пульсоксиметр (от англ. pulse oximeter) предназначен для определения насыщения кислородом гемоглобина крови человека (SpO_2) и частоты сердечных сокращений (ЧСС). В основу метода положено 2 явления. Во-первых, поглощение Hb света двух различных по длине волн меняется в зависимости от насыщения его кислородом. Во-вторых, световой сигнал,

проходя ткани, приобретает пульсирующий характер вследствие изменения объёма артериального русла при каждом сердечном сокращении.

Пульсоксиметр имеет периферический датчик, в котором находится источник света двух длин волн: 660 нм («красный») и 940 нм («инфракрасный»). Степень поглощения зависит от того, насколько гемоглобин крови насыщен кислородом (каждая молекула Hb способна присоединить максимум 4 молекулы кислорода). Фотодетектором регистрируются изменения цвета крови в зависимости от этого показателя (рис. 1).

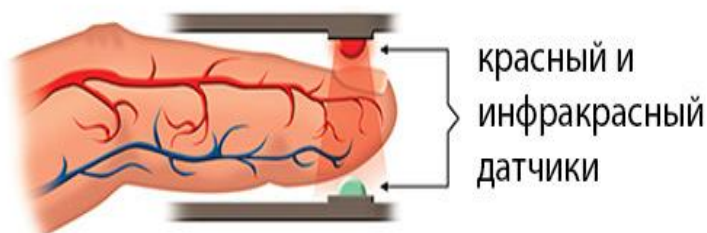


Рис. 1. Схема работы пульсоксиметра

Для оценки степени насыщения используется термин «сатурация». У здорового человека почти весь гемоглобин связан с кислородом, норма составляет 96-99%. Процентное отражение насыщенности крови кислородом называется – индексом сатурации. Если этот показатель падает ниже 95%, то можно говорить о каких-либо нарушениях в работе дыхательной и сердечно-сосудистой систем.

Норма сатурации одинакова для взрослого и ребенка и составляет **95-98%**, в венозной крови — обычно в пределах **75%**. Снижение этого показателя говорит о развивающейся гипоксии.

Использование пульсоксиметра в фитнесе позволяет быстро определить состояние кардиореспираторной системы занимающегося и его аэробные способности. Измерение сатурации целесообразно проводить до и после кардиотренировки.

Портативный анализатор уровня холестерина в крови работает на фотометрическом и электрохимическом методах.

Фотометрические анализаторы определяют изменение окраски тест-зоны, возникающее в результате реакции холестерина крови со специальными веществами, нанесёнными на полоску («приборы первого поколения»).

Электрохимические анализаторы крови измеряют показатели в соответствии с величиной тока, появляющегося при реакции холестерина крови со специальными веществами в тест-полоске (амперометрия или кулонометрия). Эти приборы относятся уже к следующему поколению, технология которых позволяет минимизировать влияние внешних факторов на результат и получить более точные показания, особенно с течением времени.

Результаты замеров могут выводиться как в единицах «ммоль/л» (норма составляет 3,9-6,5 ммоль/л), так и в международных единицах «мг/дл».

Различают фракции холестерина липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) и липопротеидов высокой плотности (ЛПВП). Фракция ЛПНП называется атерогенной, то есть способствующей развитию атеросклероза. ЛПВП является антиатерогенной фракцией, так как снижают риск развития атеросклероза [2].

Коэффициент атерогенности (КА) = (общий холестерин – ЛПВП)/ЛПВП. Если КА < 3, риск развития атеросклероза минимален. Если КА 3-4 и выше, то выше содержание атерогенных фракций, имеется высокая степень вероятности развития атеросклероза.

Измерение холестерина является важным показателем эффективности оздоровительных тренировок, направленных на улучшение липидного обмена. Поскольку измерение холестерина отражает кумулятивный эффект тренировок, то его целесообразно проводить не чаще, чем один раз в 4 месяца.

Лактатометр – портативный прибор для измерения уровня молочной кислоты (лактата) в крови с использованием фотометрического либо электрохимического метода. Норма содержания лактата в крови составляет 1,0-1,5 ммоль/л [4].

При физической нагрузке уровень лактата в крови меняется следующим образом:

- В аэробной зоне – 2-4 ммоль/л
- Условная граница анаэробного обмена – 4 ммоль/л (ЛП или ПАНО)
- В смешанной зоне – 4-10 ммоль/л
- В анаэробной зоне – более 10 ммоль/л
- Максимум у нетренированного человека – до 5-6 ммоль/л
- Максимум у тренированного человека – до 20 ммоль/л и выше.

Применение лактатометра в фитнесе имеет ограниченный характер в отличие от спорта высших достижений, где данный показатель является одним из ключевых. Основное препятствие – необходимость регулярного забора крови, что не подходит многим занимающимся.

Портативный прибор для неинвазивного определения ПАНО (BSXinsight) использует специальные светодиодные лампы, которые светятся в ближнем инфракрасном спектре, чтобы непрерывно измерять изменения насыщения кислородом мышц у спортсменов во время тренировки. Исследовательская группа в BSX Laboratories открыла связь между изменениями насыщения кислородом мышц и динамикой концентрации молочной кислоты. Благодаря этой запатентованной технологии BSXinsight может неинвазивно измерять лактатный порог (ПАНО) [6].

Применение данного прибора в фитнесе, на наш взгляд, будет целесообразно для определения индивидуальных пульсовых зон

занимающегося. Соответственно, частота измерений может варьировать от одного измерения в месяц до одного измерения в полгода.

Глюкометр – прибор для измерения уровня глюкозы в органических жидкостях (кровь, ликвор и т.п.).

Достаточно нанести каплю крови на одноразовую индикаторную пластину, установленную в глюкозоксидазный биосенсор), и через несколько секунд концентрация уровня глюкозы в крови (гликемия) известна. Для разных лабораторий, методик и аппаратов нормы гликемии различны, для глюкозоксидажного метода норма составляет 3,33—5,55 ммоль/л при условии, что измерение проведено натощак. По принципу действия глюкометры делятся на фотометрические и электрохимические.

Гликоген мышц и глюкоза крови являются важным субстратом для образования АТФ при физических нагрузках субмаксимальной и большой мощности. Использование только липидов в качестве энергетического источника обычно не может поддерживать физические нагрузки мощностью, превышающей 50–60 % МПК [3]. Изменение концентрации глюкозы в крови во время работы характеризуется фазностью. В начале работы обычно уровень глюкозы в крови возрастает. Наиболее высокая скорость гликогенолиза в печени отмечается в начале работы. Это объясняется тем, что в начале работы в печени имеются большие запасы гликогена и гликогенолиз протекает с высокой скоростью. С другой стороны, в начале работы мышцы тоже обладают значительными запасами гликогена, которые они используют для своего энергообеспечения, и поэтому не извлекают глюкозу из кровяного русла. При выполнении интенсивных нагрузок в мышцах наблюдается уменьшение запасов гликогена. В связи с этим печень направляет все меньше и меньше глюкозы в кровь, а мышцы, наоборот, начинают в большей мере использовать глюкозу крови для получения энергии. При длительной работе часто наблюдается снижение концентрации глюкозы в крови. Поэтому, по изменению содержания глюкозы в крови судят о скорости аэробного окисления ее в тканях организма при мышечной деятельности и интенсивности мобилизации гликогена печени.

Особенностью проведения биохимических исследований в спорте является их сочетание с физической нагрузкой. Именно поэтому при проведении биохимических исследований пробы для анализа берут до тестирующей физической нагрузки, во время ее выполнения, после ее завершения и в разные сроки восстановления. Физические нагрузки, используемые для тестирования, делятся на два типа: стандартные и максимальные. Максимальные, или предельные, физические нагрузки не имеют заранее заданного объема. Их выполняют или с заданной интенсивностью в течение максимального времени или в течение заданного времени, или на определенной дистанции с максимально возможной мощностью. 2-х минутный

интервал является оптимальным и раскрывается емкость анаэробного гликолиза. Для изучения углеводного обмена при выполнении мышечной работы концентрацию глюкозы в капиллярной крови в покое лучше определять на 3-й и 10-й минутах срочного восстановления, когда наступают наибольшие изменения в крови [4].

Влияние центральной нервной системы на углеводный обмен осуществляется главным образом посредством симпатической иннервации. Раздражение симпатических нервов усиливает образование адреналина в надпочечниках, который вызывает расщепление гликогена в печени и скелетных мышцах и повышение концентрации глюкозы в крови [3].

Спортсмены, занимающиеся скоростно-силовыми видами спорта, имеют наибольшую емкость гликолитического механизма энергообразования. Глюкоза в крови существенно возрастает при выполнении максимальной физической работы и свидетельствует о более высоком уровне тренированности при хорошем спортивном результате или о большей метаболической емкости и мощности гликолиза. Минимальные показатели глюкозы после свидетельствуют о том, что организм, исчерпав запасы анаэробного энергообразования и максимально сместив рН в кислую сторону, снижает мощность нагрузки и переходит на аэробное энергообразование. У спортсменов отрицательная динамика уровня глюкозы крови при выполнении физических нагрузок связана, вероятно, с истощением симпато-адреналовой системы и снижением адаптационно-приспособительных возможностей организма. Снижение концентрации глюкозы крови при выполнении физических нагрузок может служить информативным показателем недостаточной функциональной активности симпатического отдела ВНС.

У молодых спортсменов 9–14 лет снижение концентрации глюкозы крови при выполнении физических нагрузок обусловлено недостаточной функциональной активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы [1].

И напротив, меньшее количество глюкозы при выполнении стандартной нагрузки связано с увеличением доли аэробных механизмов и, соответственно, о большей тренированности [5].

Принцип действия портативных анализаторов крови, определяющих уровень триглицеридов, основан на рефрактометрическом методе. Результаты замеров могут выводиться и в стандартных российских «ммоль/л», так и в международных «мг/дл²» от с диапазоном измерений от 0,8 до 6,9 ммоль/л.

Большая часть жирных кислот, используемых при длительных физических нагрузках поступает, главным образом, из двух источников: внутримышечных триглицеридов и триглицеридов, находящихся в адипоцитах. Относительный вклад жиров находится в динамической зависимости от интенсивности работы и размера доступных резервов гликогена. Углеводы

составляют значительную долю при более высокой интенсивности, в то время как жир составляет большую долю в тот момент, когда имеющиеся в наличии запасы гликогена истощаются. Снижение окисления мышечного гликогена в результате тренировок на выносливость напрямую связано с увеличением окисления триглицеридов, получаемых из самих мышц, но не из плазмы. Внутримышечные триглицериды являются основным источником жира, окисление которого происходит быстрее в результате адаптации к тренировкам на выносливость [5].

Помимо энергии, поставляемой внутримышечными триглицеридами, еще одним источником энергии для мышц являются триглицериды плазмы. Предполагается, что при физических нагрузках слабой интенсивности, т.е. при 25% $VO_2 \max$, свободные жирные кислоты плазмы являются единственным жировым источником энергии. Но при интенсивности в 65% $VO_2 \max$ на долю внутримышечных триглицеридов приходится уже почти половина всего окисления жиров [5].

Также в спортивной практике для определения перехода энергообразования с углеводных источников на липидные измеряют уровень кетоновых тел, которые образуются в печени из ацетил-КоА при усиленном окислении жирных кислот в тканях организма. Уровень кетоновых тел в крови отражает скорость окисления жиров.

Поэтому, по изменению содержания триглицеридов, СЖК и кетоновых тел в крови контролируют степень подключения липидов к процессам энергообеспечения. Более раннее подключение липидных источников указывает на экономичность аэробных механизмов энергообеспечения мышечной деятельности, что взаимосвязано с ростом тренированности организма [4].

Выводы.

1. В практической работе фитнес-тренера целесообразно использовать портативные приборы биохимического мониторинга при построении индивидуальных тренировочных программ. Необходимы дальнейшие исследования для построения алгоритмов мониторинга.

Библиография.

1. Бутова О.А. Адаптация к физическим нагрузкам: анаэробный метаболизм мышечной ткани / С.В. Масалов, О.А. Бутова // Вестник Нижегородского Университета им. Н.И. Лобачевского. - 2011. - № 1. С. 123-128.
2. Волков, Н.И. Биохимия мышечной деятельности / Н.И. Волков, Э.Н. Несен, А.А. Осипенко, С.Н. Корсун. - Киев: Олимпийская литература, 2013. - 504 с.

3. Кудря О.Н. К вопросу о регуляции углеводного обмена при мышечной деятельности / О.Н. Кудря // Омский научный вестник. – 2011. - № 1 (104). – С. 213-216.

4. Никулин Б.А. Биохимический контроль в спорте / Б. А. Никулин, И. И. Родионова: учебное пособие. – М.: Советский спорт, 2011. – 232 с.

5. Фатьянов И.А. Проблема формирования специфического профиля энергообеспечения при подготовке к марафонской дистанции / И.А. Фатьянов // Современные проблемы науки и образования. - 2013. -№6.

6. What is BSXinsight and how does it work? [Электронный ресурс] URL: <https://support.bsxinsight.com/hc/en-us/articles/204394525-What-is-BSXinsight-and-how-does-it-work->

УЧЕТ ОСЦИЛЛЯЦИЙ КИНЕТИЧЕСКОЙ КРИВОЙ НАКОПЛЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ НАПРЯЖЕННОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРАКТИКЕ БИОХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Тамбовцева Р.В., д.б.н., профессор

Никулина И.А., ст. преподаватель

Плетнева Е.В.

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Россия, Москва

ritta7@mail.ru

Аннотация. В настоящей работе изучена динамика молочной кислоты при выполнении физических упражнений с предельными и непредельными мощностями и разной продолжительностью. Экспериментально подтверждено существование тесной корреляции между устранением избытка молочной кислоты и оплатой медленного кислородного долга. Выявлено наличие значительных колебаний в кинетике кривой молочной кислоты в условиях напряженной мышечной деятельности, зависящих от изменений активной реакции внутренней среды организма.

Ключевые слова. Молочная кислота, гликолитическое энергообразование, напряженная мышечная деятельность, фосфогены, мощность, экономичность, эффективность, мышца.

ACCOUNT OF OSCILLATIONS OF THE KINETIC CURVE OF ACCUMULATION AND REMOVAL OF DAIRY ACID UNDER STRESSED MUSCLE ACTIVITY IN THE PRACTICE OF BIOCHEMICAL CONTROL

Tambovtseva R. V., Ph.D., Professor

Nikulina I.A., art. teacher

Pletneva E.V.

*Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism
(GTSOLIFK), Russia, Moscow*

Annotation. In the present work, the dynamics of lactic acid in the exercise of physical exercises with limiting and unlimited capacities and different duration was studied. Experimentally confirmed the existence of a close correlation between the elimination of excess lactic acid and payment of a slow oxygen debt. The presence of significant fluctuations in the kinetics of the lactic acid curve under conditions of intense muscular activity, which depend on changes in the active reaction of the internal environment of the organism, has been revealed.

Keywords. Lactic acid, glycolytic energy education, intense muscular activity, phosphogens, power, efficiency, efficiency, muscle.

Введение. В настоящее время определение концентрации молочной кислоты в крови широко используется в качестве показателя уровня развития анаэробного гликолитического энергообразования. Это связано со способностью молочной кислоты достаточно быстро диффундировать из тканей в кровь и распределяться по всему циркуляторному пространству. Концентрация молочной кислоты в крови в покое, при выполнении упражнения и в восстановительном периоде зависит от трех составляющих: скорости образования, диффузии через клеточные мембраны и скорости устранения [1]. Однако в зависимости от конкретных условий скорость этих процессов может сильно изменяться [2,3]. С учетом этих факторов возникает вопрос, насколько правомерно использование измерений концентрации этого метаболита в крови для оценки мощности, емкости и эффективности гликолитического энергообразования в мышцах. Поэтому целью настоящего исследования явилось выяснение причины и условия усиленного образования молочной кислоты в организме при напряженной мышечной деятельности.

Методы. В настоящем исследовании было использовано несколько серий экспериментов, включавших варианты степ-теста, работы на велоэргометре, а также специфические тренировочные и соревновательные нагрузки, выполненные квалифицированными спортсменами. Для определения содержания концентрации молочной кислоты в крови использовали энзиматический метод, применяя фотометрическую установку «doctorLange» и стандартные наборы реактивов «Beringer» (Германия). Математическая статистика осуществлялась в пакете Statgraf.

Результаты исследования и обсуждение. В ходе эксперимента показано, что концентрация молочной кислоты в крови в состоянии покоя испытуемых составила 1,2-1,5 мМ/л, небольшое ее увеличение наблюдалось при мощности, составляющей 8-10% от максимальной анаэробной мощности. Значительный прирост концентрации наблюдался при выполнении теста ступенчатого повышения нагрузки до отказа. Пробы крови, взятые в промежутке между мощностью порога анаэробного обмена и «критической» мощности, свидетельствовали о резком увеличении концентрации молочной кислоты по сравнению с ее увеличением при пороговой мощности. В упражнениях с 10, 45, 90 – секундной продолжительностью концентрация молочной кислоты в крови изменялась прямо пропорционально изменениям мощности, однако в пределах каждой продолжительности не зависели от величины кислородного дефицита, который образовался во время работы. При интенсивности упражнений, превышающих значение критической мощности наблюдается линейная зависимость между максимумом концентрации молочной кислоты в крови и мощностью нагрузки. Поскольку стимуляция сократительного аппарата и усиление гликолитического энергообразования происходит при участии общих регуляторов, существование этой линейной зависимости указывает на усиление гликолитического энергообеспечения в мышцах как главную причину накопления молочной кислоты. Однако при мощности ниже критической линейный характер зависимости названными показателями нарушается, а в упражнениях с мощностью ниже порога анаэробного обмена эта зависимость совсем не проявляется. В этих условиях нет оснований считать гликолиз в работающих мышцах основным фактором, определяющим содержание молочной кислоты в крови.

При кратковременных нагрузках максимальной мощности в стандартных лабораторных тестах максимум молочной кислоты в крови у спортсменов, специализирующихся в циклических и ациклических видах спорта не превышает 9 ммоль/л. При выполнении специфической тренировочной и соревновательной работы с такой же мощностью были зафиксированы более высокие значения: до 11-13 ммоль/л. Наибольшие максимальные значения молочной кислоты в крови отмечались при выполнении 180-секундных предельных упражнениях на велоэргометре и при беге 800 м с соревновательной скоростью, в специфических тестах на стадионе и на льду у хоккеистов. В наших исследованиях максимальные значения молочной кислоты в крови никогда не обнаруживались непосредственно после окончания нагрузки, но на 2-3 минутах восстановления выявлялась только при мощностях упражнений ниже критической. При более высокой интенсивности время появления молочной кислоты приходилось на 4-12 минуты восстановления, а у пловцов, тренирующихся с задержкой дыхания – на 16-17 минуту. Время появления максимума молочной кислоты в крови возрастало с увеличением

продолжительности предельной работы, а при фиксированной продолжительности – с ростом значений достигнутой мощности.

Таким образом, при напряженной мышечной работе максимум молочной кислоты в крови никогда не появляется раньше 4-6 минут восстановления. Значения, измеренные на 2-3 минуте, обычно составляли только $1/3 - 1/4$ от значений максимума. Эти данные указывают на необходимость коррекции общепринятой методики взятия проб крови при использовании показателя концентрации молочной кислоты в практике биохимического контроля в спорте. Сопоставление величин константы скорости накопления молочной кислоты с величинами его максимума в наших экспериментах показало, что константа скорости накопления молочной кислоты всегда снижается при увеличении концентрации молочной кислоты в крови. При этом величины константы скорости устранения молочной кислоты оказались значительно меньше констант скорости накопления.

Взаимосвязь максимальных значений молочной кислоты с константой скорости устранения оказывается более сложным процессом. При величинах максимума, не превышающих 14,5 ммоль/л, зависимость между ними и константой скорости устранения была прямолинейной, однако при более высоких значениях максимума она сменяется на обратную.

При напряженной мышечной деятельности в кинетических кривых молочной кислоты в крови наблюдаются выраженные осцилляторные изменения, особенно ярко проявляющиеся в кратковременных упражнениях, выполняемых с мощностью, близкой к предельной. Эти осцилляции воспроизводились при повторном выполнении избранного вида работы. Такие изменения обнаруживались как в стандартных лабораторных тестах, так и при выполнении циклических упражнений предельной мощности, характерных для конкретной спортивной специализации. В осцилляциях обнаруживается определенная периодичность, зависящая от мощности и продолжительности упражнения. Возможность появления осцилляторных изменений в кинетике молочной кислоты в крови должна учитываться при использовании этого показателя в практике биохимического контроля в спорте. Сравнение результатов измерения концентрации молочной кислоты при выполнении 3 и 10-минутного степ-теста с одинаковой мощностью показывает, что 20-25% образовавшейся молочной кислоты в трехминутной работе окисляется в ходе десяти минутной работы. Следовательно, как показатель мощности и метаболической емкости гликолитических процессов накопление молочной кислоты в крови может рассматриваться только в ограниченном диапазоне мощности и предельной продолжительности физической нагрузки, относящихся к напряженной мышечной деятельности. Повышение концентрации молочной кислоты в крови при выполнении предельной работы

максимальной мощности свыше 9 ммоль/л можно рассматривать как следствие недостаточности развития таких структурных элементов системы энергообеспечения, как емкость кислородного депо организма, мощность и емкость кислородного депо, мощность и емкость креатинфосфокиназной системы, мембранной проницаемости и энергизации митохондриальных мембран. Более низкие концентрации молочной кислоты при условии поддержания высоких абсолютных значений максимальной мощности свидетельствуют об оптимальном соотношении в деятельности всех процессов энергетического обеспечения, в то время как при невысоких значениях максимальной мощности испытуемого подобные концентрации молочной кислоты говорят об общем низком уровне развития адаптационных механизмов человека. При предельной продолжительности работы с субмаксимальной мощностью достигались наивысшие концентрации молочной кислоты, в 20-30 раз превышающие уровень в покое. В этой зоне мощности концентрация молочной кислоты в крови наиболее точно отражает уровень развития анаэробного гликолитического энергообеспечения в мышцах. Чем больше концентрация молочной кислоты во время такой работы, тем больше потенциальная возможность спортсмена достичь высоких абсолютных значений интенсивности нагрузки.

При сравнении результатов стандартного эргометрического тестирования спортсменов более высокие значения концентрации молочной кислоты в крови при одинаковой мощности и продолжительности служит показателем более низкой степени готовности спортсмена к выполнению соревновательных нагрузок. Сравнение величин медленного компонента кислородного долга и накопления молочной кислоты в крови приводит к выводу, что размеры медленного компонента достаточно отражают интенсивность и объем гликолитического энергообеспечения только в ограниченном диапазоне мощности и продолжительности напряженной мышечной работы. В других случаях они могут рассматриваться только как интегральный показатель гомеостатических изменений, вызванных рабочей нагрузкой. Концентрация молочной кислоты в крови и ее кинетические константы в исследованном диапазоне мощности и продолжительности нагрузки коррелирует не только с показателями медленного и быстрого компонента кислородного долга. В таких условиях не молочная кислота, а флавінзависимые субстраты могут быть преимущественными источниками энергии для ресинтеза фосфогенов в быстрой фазе оплаты кислородного долга. Константы скорости накопления молочной кислоты и устранение быстрого убывающего компонента кислородного долга различаются на порядок величин.

Таким образом, закономерности динамики молочной кислоты в крови, обнаруженные в модельных лабораторных опытах, полностью воспроизводятся

во время тренировок и соревнований по отдельным видам спорта. Максимальное накопление молочной кислоты в крови при напряженной мышечной деятельности линейно связано с выделением «неметаболического излишка» углекислого газа. Время появления этого излишка экспоненциально возрастало с увеличением максимума молочной кислоты крови.

Выводы

1. Кинетические константы молочной кислоты проявляют тесную зависимость с абсолютными значениями максимума его концентрации в крови.
2. Константа скорости накопления молочной кислоты связана с максимумом его концентрации в крови обратной линейной зависимостью.
3. При умеренных значениях концентрации молочной кислоты между максимумом и константой скорости устранения существует прямая линейная связь.
4. При высоких значениях максимума, устранение молочной кислоты замедляется, и корреляция между показателями принимает отрицательный характер.
5. Максимум концентрации молочной кислоты в крови линейно зависит от мощности выполняемого упражнения, однако количественные показатели этой зависимости существенно различаются в упражнениях разной предельной продолжительности.
6. Время достижения максимума молочной кислоты в крови увеличивается с увеличением предельной продолжительности упражнения, а при фиксированной продолжительности – с ростом мощности упражнения.

Библиография

1. Бреслав И.С., Волков Н.И., Тамбовцева Р.В. – М.: Советский спорт, 2013, 334 с.
2. Голлник Ф.Д., Германсен Л. Биохимическая адаптация к упражнениям: анаэробный метаболизм // Наука и спорт. – М.: Прогресс. – 1982. – с. 14-59.
3. Ленинджер А. Биохимия. Молекулярные основы структуры и функции клетки. – М.: Мир, 1974, 957 с.

БИОХИМИЯ МЫШЦ И МЫШЕЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ

RESPONSES OF MITOCHONDRIAL RESPIRATORY FUNCTION IN THE SKELETAL MUSCLES TO HINDLIMB UNLOADING IN RATS

Halyna Tkachenko¹, Ph.D.

Valentina Nosar², Ph.D.

Natalia Kurhaluk¹, Dr. Sci.

¹*Department of Zoology and Animal Physiology, Institute of Biology and Environmental Protection, Pomeranian University in Słupsk, Arciszewski Str. 22B, 76-200 Słupsk, Poland, tkachenko@apsl.edu.pl;*

¹*Department of Hypoxia States Studying, Bogomoletz Institute of Physiology,*

Bogomoletz Str. 4, Kiev 01024 Ukraine

tkachenko@apsl.edu.pl

Abstract. The aim of present study was assessment of the effect of the hindlimb unloading model on the mitochondrial respiratory function [State 2, State 3, State 4, respiratory control ratio (RCR) described by Chance, the ADP/O ratio, and the rate of phosphorylation (Vph)] in the muscles of rats using succinate and α -ketoglutarate as substrates in mitochondria. The procedure of tail-suspension described by Wronski and Morey-Holton (1987) was adopted in the present study. The oxygen consumption data in muscle mitochondria of rats exposed to simulated weightlessness by hindlimb elevation model was evaluated in two groups of animals: 1) control group; 2) group that was weightlessness simulation by mechanical skeletal unloading of the hind limbs during a two-week period. Mitochondria were isolated by differential centrifugation according to Kondrashova and Doliba (1989) method. Mitochondrial respiratory function was measured in the multichannel chamber using a Clark-type electrode by the polarographic method of Chance and Williams (1956). This study has demonstrated that the exposure of isolated mitochondria to 1 mM α -ketoglutarate led to an mild activation of Complex I-stimulated respiration. We confirmed a higher state 3 respiration at FAD-generated substrates compared to NAD-induced oxidation in mitochondria. The additive increase in both the respiratory control ratio and ADP/O ratio can be interpreted as an activation in maximal phosphorylation capacity and an additional coupling of oxidative phosphorylation beyond those caused by 0.35 mM succinate. We suggest that the mitochondria increased qualitatively because, with succinate as respiratory substrate, state 3 in these mitochondria increased significantly. Because we observed a non-significant alterations in mitochondrial oxygen consumption with succinate but not with α -ketoglutarate as substrate after

unloading of hindlimb, our results indicate that hypodynamia may act on complex I or prior sites, but not on complex II of the electron transport chain. These data also indicate that predominantly NAD-induced oxidation in mitochondria are more responsive to unloading than oxidation of FAD-generated substrates.

Keywords: skeletal hindlimb unloading model, mitochondrial oxygen consumption, rats, muscles, α -ketoglutarate, succinate

Introduction. A model that uses hindlimb unloading of rats was developed to study the consequences of skeletal unloading and reloading as occurs during and following space flight. The model mimics some aspects of exposure to microgravity by removing weightbearing loads from the hindquarters and producing a cephalic fluid shift. Unlike space flight, the forelimbs remain loaded in the model, providing a useful internal control to distinguish between the local and systemic effects of hindlimb unloading (Morey-Holton and Globus 1998). Wronski and Morey-Holton (1987) findings indicated that tail suspension may be a more appropriate model for evaluating the effects of simulated weightlessness on skeletal homeostasis. Moreover, the hindlimb unloading model provides a unique opportunity to evaluate in detail the physiological and cellular mechanisms of the skeletal response to weightbearing loads, and has proven to be an effective model for space flight. Skeletal unloading in the growing rat induced a temporary inhibition of bone formation and thereby a deficit in bone calcium compared with age-matched, normally loaded animals (Wronski et al. 1981, Sessions et al. 1989). Morey-Holton and Globus (1998) revealed that rats that are hindlimb unloaded by tail traction gain weight at the same rate as paired controls, and glucocorticoid levels are not different from controls, suggesting that systemic stress is minimal. Unloaded bones display reductions in cancellous osteoblast number, cancellous mineral apposition rate, trabecular bone volume, cortical periosteal mineralization rate, total bone mass, calcium content, and maturation of bone mineral relative to controls (Morey-Holton and Globus 1998).

The muscle adaptations induced by gravitational unloading are directly associated with the levels of mechanical loading and consist with the morphological, metabolic, and contractile properties of skeletal muscles. Such regulation was not necessarily associated with the neural activity. They are influenced by neural, mechanical, and metabolic activities (Ohira et al. 2015). It has been reported that gravitational unloading by exposure to weightlessness causes atrophy mainly in slow anti-gravity muscles and/or muscle fibers (Ohira 2000). Gravitational unloading also inhibits the protein synthesis in antigravity muscles (Kawano et al. 2008, Ohira et al. 2015). Baehr and co-workers (2017) have measured alterations in protein synthesis and degradation in the soleus, medial gastrocnemius, and tibialis anterior muscles of

adult and old rats subjected to hindlimb unloading for 3, 7 or 14 days. Loss of muscle mass was progressive during the unloading period, but highly variable (-9 to -38%) across muscle types and between ages. In response to unloading, a decrease in protein synthesis was apparent in all muscles, but varied in amount between muscles. Increases in protein degradation occurred primarily in predominantly slow-twitch extensor muscles, resulting in greater loss of muscle mass. Additionally, atrophy-associated gene expression showed only sporadic correlation with protein degradation (Baehr et al. 2017). A decrease in neuromuscular activation is one of the causes for the unloading-related changes in muscle properties (Ohira et al. 2002).

Studies on both rats and humans demonstrate a rapid loss of cell mass with microgravity. In rats, a reduction in muscle mass of up to 37% was observed within 1 week. For both species, the antigravity soleus muscle showed greater atrophy than the fast-twitch gastrocnemius. However, in the rat, the slow type I fibers atrophied more than the fast type II fibers, while in humans, the fast type II fibers were at least as susceptible to space-induced atrophy as the slow fiber type (Fitts et al. 2001). In addition to fiber atrophy and the loss of force and power, weightlessness reduces the ability of the slow soleus to oxidize fats and increases the utilization of muscle glycogen, at least in rats. Glucose uptake, in the presence of insulin, and activities of glycolytic enzymes are increased by space flight. In contrast, oxidation of fatty acids may be diminished. Oxidation of pyruvate, activity of the citric acid cycle, and ketone metabolism in muscle seem to be unaffected by microgravity (Tischler and Slentz 1995).

Muscle mitochondria rely on fatty acids and carbohydrates (in the form of pyruvate) as substrates for energy production. Both substrates supply acetyl CoA to the tricarboxylic acid cycle (TCA) cycle for further oxidation (Randle-effect) (Jørgensen et al. 2017). This metabolic flexibility inherent to muscle mitochondria may be seen as the ability of the pyruvate dehydrogenase and β -oxidation pathways to individually, as well as collectively, to adapt to the TCA flux needed by the actual energy demand of the cell. Furthermore, the β -oxidation pathway and succinate dehydrogenase reaction of the TCA cycle may interact since they are sharing the mitochondrial FAD/FADH₂ redox couple (Jørgensen et al. 2012). The substrate choice event in the cell can be considered an important and most probably dynamic adaptation of the mitochondrial metabolic pathways, in particular the interactions between the pyruvate dehydrogenase, the β -oxidation and the TCA cycle flux, in response to shifting substrate availability (Jørgensen et al. 2017).

The effect of the hindlimb unloading model on the mitochondrial respiratory function [State 2, State 3, State 4, respiratory control ratio (RCR) described by

Chance, the ADP/O ratio, and the rate of phosphorylation (V_{ph})] in the muscles of rats was determined at oxidation of succinate and α -ketoglutarate as substrates in mitochondria. This was an aim of present study.

Materials and Methods. Animals. All procedures followed the criteria, technical standards and rights applied to animal research with the statements of the European Union regarding handling of experimental animals. This investigation conforms to law and local ethical committee guidelines for animal research. Experiments were conducted on adult male Wistar rats (weight range 0.22-0.25 kg) provided with standard rat chow with water *ad libitum*. Animals were housed (4 per cage) in a room with 12:12-h light-dark cycle at 22°C.

Skeletal unloading procedure. The procedure of tail-suspension described by Wronski and Morey-Holton (1987) was adopted in the present study. Animals were suspended using metal rings with stainless steel implanted in the tail. Ring was implanted into tail of one-month rats. 1.5 months after implantation and the fibrous tissue formation around implanted ring, rats were subjected to the model with a head-down tilt for a two-week period. Total mechanical unloading of the hind limbs occurred. Animals were subjected in a 35° head-down tilt position, and the forelimbs maintained contact with the floor, allowing a 360° range of movement and access to food and water freely. The suspension height was adjusted to prevent the animal's hind limb from touching any supportive surface. The suspension height and animal behavior were monitored daily. Control animals were allowed to move unconstrained around the cages.

Experimental groups. The oxygen consumption data in muscle mitochondria of rats exposed to simulated weightlessness by hind limb elevation model was evaluated in two groups of animals: 1) control group; 2) group that was weightlessness simulation by mechanical skeletal unloading of the hind limbs during a two-week period. Each experimental group consisted of 6 rats. Animals were lightly anesthetized with ether and then decapitated immediately after the experiment.

Isolation of muscle mitochondria. Muscles were removed immediately from rat after decapitation. One muscle sample was used for each mitochondrial preparation. Mitochondria were isolated by differential centrifugation according to Kondrashova and Doliba (1989) method. Briefly, muscles from hindlimbs were excised, weighed and washed in ice-cold buffer. The minced tissue was rinsed clear of blood with cold isolation buffer and homogenized in a glass Potter-Elvehjem homogenizing vessel with a motor-driven Teflon pestle on ice. The isolation buffer contained 120 mM KCl, 2 mM K₂CO₃, 10 mM HEPES, and 1 mM EGTA; pH 7.2 adjusted with KOH. The suspension was then centrifuged for 5 min at 600 g at 0°C. The

mitochondrial fraction was obtained by centrifugation of supernatant for 12 min at 8,000 g at 0°C. Finally, mitochondria were resuspended in the isolation buffer to a concentration of 4 to 6 mg of protein per mL, and were kept in the tube on ice until polarographic measurements were performed. The protein concentration in each sample was determined according to Bradford (1976) using bovine serum albumin as a standard. There were 6 mitochondrial preparations in each experimental group.

Measurement of oxygen consumption. Mitochondrial respiratory function was measured in the multichannel chamber using a Clark-type electrode by the polarographic method of Chance and Williams (1956). Mitochondria were added to the respiration chamber containing a total volume of 1.0 mL of incubation media. The medium has contained 120 mM KCl, 2 mM K_2CO_3 , 2 mM KH_2PO_4 , 10 mM HEPES. Potassium hydroxide (1.0 N) was used to adjust the pH of the medium to 7.20 at 26°C. Succinate (0.35 mM final concentration) and α -ketoglutarate (1 mM final concentration) were used as oxidative substrates. ADP (phosphate acceptor) was administered at a concentration of 0.2 mM.

Mitochondrial oxygen consumption parameters measured were the following: State 2 (oxygen consumption before the addition of ADP), State 3 (oxygen consumption stimulated by ADP), State 4 (oxygen consumption after cessation of ADP phosphorylation), respiratory control ratio (RCR) described by Chance (ratio of state 3 to state 4), the ADP/O ratio (ratio between the nanomoles of ADP phosphorylated and the nanomoles of oxygen consumed during state 3), and the rate of phosphorylation (V_{ph}). The respiratory control ratio and ADP/O ratio were calculated by the method of Chance and Williams (1956). Oxygen consumption was determined in the presence (state 3) or the absence (state 4) of phosphate acceptor and recorded as nanogram oxygen atoms per minute per milligram of mitochondrial protein. The respiratory control ratio by Chance was calculated as the ratio of state 3 to state 4 respiration rates. The ADP-to-oxygen-ratio (ADP/O) was calculated as the ratio of nmoles of added ADP per nanogram atoms of oxygen utilized during state 3 (Chance and Williams 1956).

Statistical analysis. Results are expressed as mean \pm S.E.M. All variables were tested for normal distribution using the Kolmogorov-Smirnov test ($P > 0.05$). Significance of differences in the oxygen consumption data (significance level at $p < 0.05$) was examined using Mann-Whitney U test according to Zar (1999). All statistical calculation was performed on separate data from each individual with STATISTICA 8.0 software (StatSoft, Poland).

Results. Figures 1 and 2 showed the mitochondrial oxygen consumption data in rat muscle tissue using FADH- (succinic acid) and NADH-dependent substrates (α -

ketoglutarate) at skeletal unloading model. In order to determine the IHT effect on mitochondrial oxygen consumption data, skeletal hindlimb unloading model was tested.

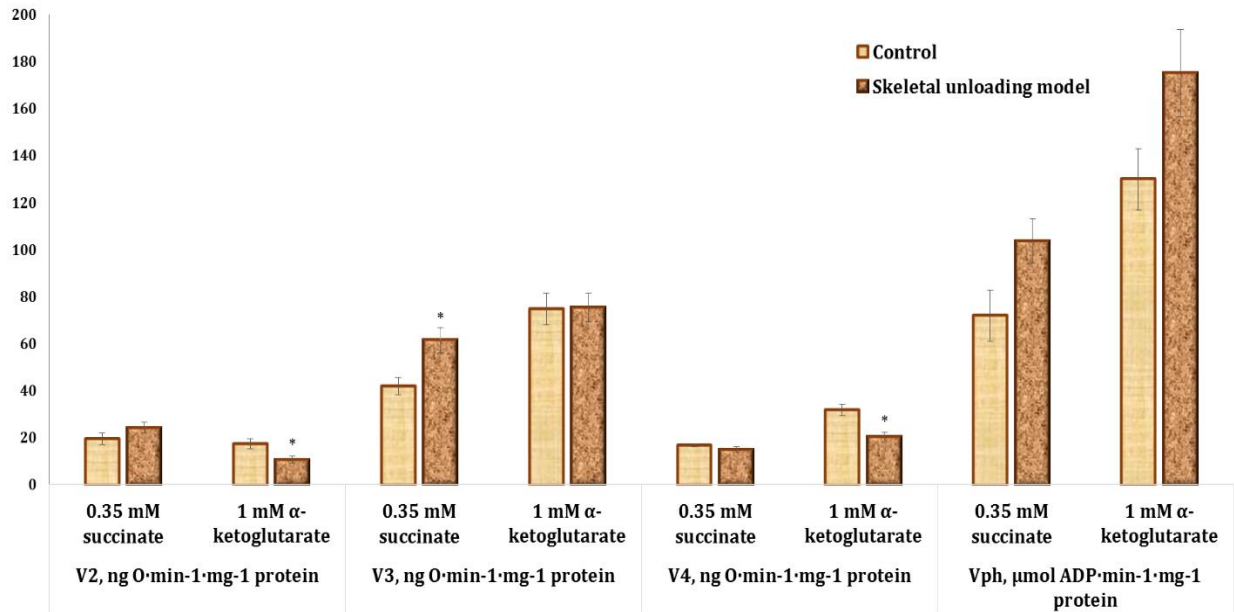


Fig. 1. Effect of skeletal hindlimb unloading model on muscle mitochondrial oxygen consumption data in rats. Succinate and α -ketoglutarate as substrates of oxidation (mean \pm S.E.M., n=6).

* $p < 0.05$, Skeletal unloading group was compared vs. untreated group (as Control).

Skeletal unloading induced a considerably increase the V_3 value by 46.5% ($p < 0.05$) and ADP/O ratio by 68.8% ($p < 0.05$) at succinate oxidation compared to the control group. More significant alterations in the mitochondrial oxygen consumption data have been detected for α -ketoglutarate oxidation. Skeletal unloading resulted in the decrease of the V_2 (by 39.5%, $p < 0.05$) and V_4 (by 36%, $p < 0.05$), while RCR and ADP/O ratio were increased by 62% ($p < 0.05$) and by 35.6% ($p < 0.05$), respectively (Figs 1 and 2).

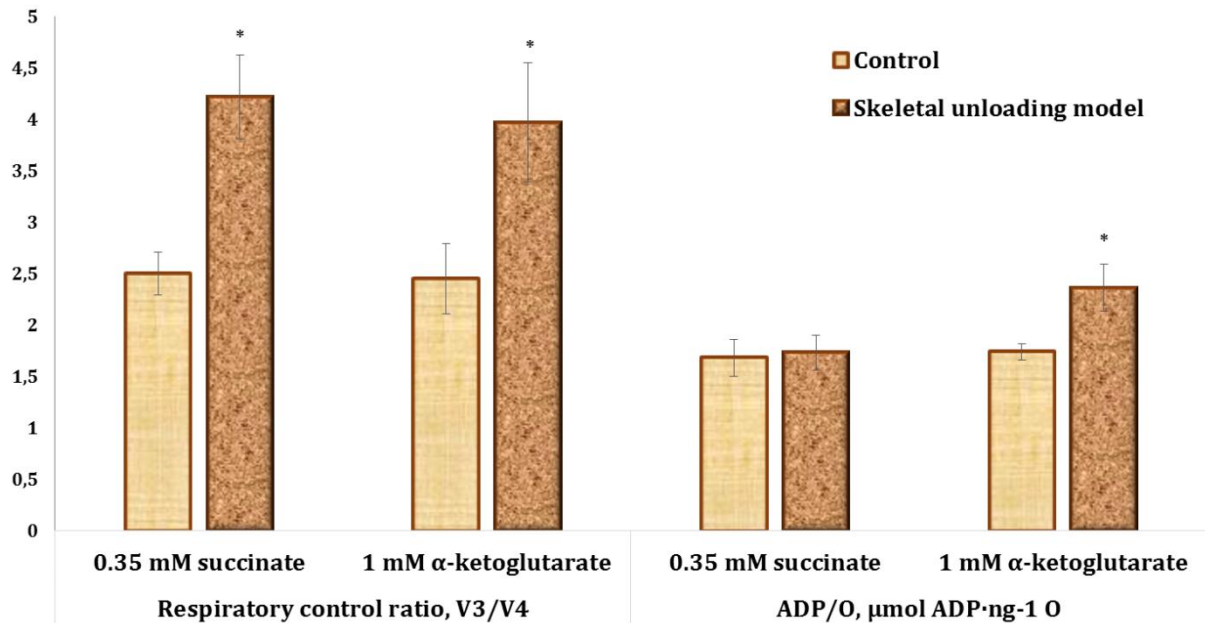


Fig. 2. Effect of skeletal hindlimb unloading model on the respiratory control ratio and ADP/O ratio in the muscle tissue of rats. Succinate and α -ketoglutarate as substrates of oxidation (mean \pm S.E.M., n=6).

* $p < 0.05$, Skeletal unloading group was compared vs. untreated group (as Control).

Discussion. This study has demonstrated that the exposure of isolated mitochondria to 1 mM α -ketoglutarate led to a mild activation of Complex I-stimulated respiration. Pretreatment with 1 mM α -ketoglutarate did not modify the State 3 (oxygen consumption stimulated by ADP) in skeletal hindlimb unloading group. The additive increase in both the respiratory control ratio and ADP/O ratio can be interpreted as an activation in maximal phosphorylation capacity and an additional coupling of oxidative phosphorylation beyond those caused by 0.35 mM succinate (Figs 1 and 2). The minimal effect of skeletal unloading model on succinate-stimulated respiration is in accord with our previous study with hepatic tissue (Kurhaluk et al. 2013).

We confirmed a higher state 3 respiration at FAD-generated substrates compared to NAD-induced oxidation in mitochondria. The differences in mitochondrial yields could be explained by the type of muscle used in each study. The endurance training program of daily running significantly increased state III respiration and respiratory control index in the subsarcolemmal mitochondria of the gastrocnemius, but the program did not increase these measurements in the intermyofibrillar mitochondria in study of Kriger and co-workers (1980). In addition, 2 days of hindlimb immobilization resulted in a significant decrease in state II respiration and the respiratory control index of the subsarcolemmal mitochondria;

however, immobilization did not affect the intermyofibrillar mitochondria (Krieger et al. 1980). In study of Cogswell and co-workers (1993), State 3 respiration was 2.3- to 2.8-fold greater in intermyofibrillar (IMF) than in subsarcolemmal (SS) mitochondria in the quadriceps. Site 1 inhibition of respiration with rotenone reduced this difference to 1.4-fold. When sites 1 and 2 were inhibited with antimycin, the 1.4-fold differences remained. The activities of cytochrome-c oxidase and succinate dehydrogenase (SDH) could account for some of these differences, since cytochrome-c oxidase was 20% greater in IMF mitochondria, and SDH was 40% greater in SS mitochondria. Cytochromes a, b, c, and c1 contents were similar in the two fractions. The biochemical and functional differences could not solely be due to differences in mitochondrial protein synthesis but could also be due to nuclear-directed protein synthesis specific to each mitochondrial fraction in each study (Cogswell et al. 1993).

The literature reports conflicting results concerning the effect of hindlimb hypodynamia on skeletal muscle mitochondrial activity. Yajid and co-workers (1998) showed that IMF mitochondria are more sensitive to hindlimb suspension and seems to act negatively on complex I of the electron-transport chain or prior sites. They have investigated in rats the effect of 4 weeks of hypodynamia on the respiration of mitochondria isolated from four distinct muscles [soleus, extensor digitorum longus, tibial anterior, and gastrocnemius] and from SS and IMF regions of mixed hindlimb muscles that mainly contained the four cited muscles. With pyruvate plus malate as respiratory substrate, 4 weeks of hindlimb suspension produced an 18% decrease in state 3 respiration for IMF mitochondria compared with those in the control group. The SS mitochondria state 3 were not significantly changed. Concerning the four single muscles, the mitochondrial respiration was significantly decreased in the gastrocnemius muscle, which showed a 59% decrease in state 3 with pyruvate + malate. The other muscles presented no significant decrease in respiratory rate in comparison with the control group. With succinate + rotenone, there was no significant difference in the respiratory rate compared with the respective control group, whatever the mitochondrial origin (SS, or IMF, or from single muscle). The muscle mitochondria most affected are those isolated from the gastrocnemius muscle. Krieger and co-workers (1980) showed that hindlimb immobilization resulted in decreased activity of complex I of the respiratory chain in SS mitochondria without any significant decrease in IMF activity. Joffe and co-workers (1983) observed a decrease, after denervation, in both SS and IMF mitochondrial activity. These differences can be explained by the different durations of muscle hypodynamia and the methods used to induce it (Yajid et al. 1998).

Early reduction of the intensity of cell respiration under unloading could be caused by degradation of the protein desmin that determines intracellular localization of mitochondria. Mirzoev and co-workers (2012) have studied the parameters of fibers cell respiration and desmin content in Wistar rat soleus muscle after 1, 3, 7 and 14 days of gravitational unloading. Gravitational unloading was simulated by antiorthostatic hindlimb suspension. The intensity of cell respiration is reduced after three days of gravitational unloading, reaches a minimum level after seven days and slightly increases by the fourteenth day of hindlimb unloading, as well as the content of desmin, which, however, to the fourteenth day returns to the control level (Mirzoev et al. 2012).

Nikawa and co-workers (2004) have postulated that mitochondrial dislocation during spaceflight has deleterious effects on muscle fibers, leading to atrophy in the form of insufficient energy provision for construction and leakage of reactive oxygen species from the mitochondria. They examined the expression of approximately 26,000 gastrocnemius muscle genes in space-flown rats by DNA microarray analysis. Comparison of the changes in gene expression among spaceflight, tail-suspended, and denervated rats revealed that such changes were unique after spaceflight and not just an extension of simulated weightlessness. The microarray data showed two spaceflight-specific gene expression patterns: 1) imbalanced expression of mitochondrial genes with disturbed expression of cytoskeletal molecules, including putative mitochondria-anchoring proteins, A-kinase anchoring protein, and cytoplasmic dynein, and 2) up-regulated expression of ubiquitin ligase genes, MuRF-1, Cbl-b, and Siah-1A, which are rate-limiting enzymes of muscle protein degradation. Distorted expression of cytoskeletal genes during spaceflight resulted in dislocation of the mitochondria in the cell. Several oxidative stress-inducible genes were highly expressed in the muscle of spaceflight rats (Nikawa et al. 2004).

Conclusions

We found a higher mitochondrial respiratory rate for rats with unloading model at succinic oxidation in comparison with the NAD-induced oxidation. This is in agreement with other findings. Moreover, this result confirmed the effective oxidation both NAD- and FAD-generated substrates in the mitochondria of the skeletal muscle. Moreover, increase of efficacy in oxygen consumption and phosphorylation at α -ketoglutarate oxidation clearly indicates the mild activation of Complex I-stimulated respiration in skeletal unloading group (Figs 1 and 2).

We suggest that the mitochondria increased qualitatively because, with succinate as respiratory substrate, state 3 in these mitochondria increased significantly. Because we observed a non-significant alterations in mitochondrial oxygen consumption with

succinate but not with α -ketoglutarate as substrate after unloading of hindlimb, our results indicate that hypodynamia may act on complex I or prior sites, but not on complex II of the electron transport chain. These data also indicate that predominantly NAD-induced oxidation in mitochondria are more responsive to unloading than oxidation of FAD-generated substrates.

References

1. Baehr L.M., West D.W., Marshall A.G., Marcotte G.R., Baar K., Bodine S.C. 2017. Muscle-specific and age-related changes in protein synthesis and protein degradation in response to hindlimb unloading in rats. *J. Appl. Physiol.* (1985), jap.00703.2016.
2. Bradford M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, 72: 248-254.
3. Chance B., Williams G.R. 1956. The respiratory chain and oxidative phosphorylation. *Adv. Enzymol. Relat. Subj. Biochem.*, 17: 65-134.
4. Cogswell A.M., Stevens R.J., Hood D.A. 1993. Properties of skeletal muscle mitochondria isolated from subsarcolemmal and intermyofibrillar regions. *Am. J. Physiol.*, 264 (Cell Physiol. 33): C383-C389.
5. Fitts R.H., Riley D.R., Widrick J.J. 2001. Functional and structural adaptations of skeletal muscle to microgravity. *J. Exp. Biol.*, 204(Pt 18): 3201-3208.
6. Joffe M., Savage N., Isaacs H. 1983. Respiratory activities of subsarcolemmal and intermyofibrillar mitochondrial populations isolated from denervated and control rat soleus muscles. *Comp. Biochem. Physiol. B Comp. Biochem.*, 76: 783-787.
7. Jørgensen W., Jelnes P., Rud K.A., Hansen L.L., Grunnet N., Quistorff B. 2012. Progression of type 2 diabetes in GK rats affects muscle and liver mitochondria differently; pronounced reduction of complex I flux is observed in liver only. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, 303: E515-E523.
8. Jørgensen W., Rud K.A., Mortensen O.H., Frandsen L., Grunnet N., Quistorff B. 2017. Your mitochondria are what you eat: a high-fat or a high-sucrose diet eliminates metabolic flexibility in isolated mitochondria from rat skeletal muscle. *Physiol. Rep.*, 5(6): pii: e13207.
9. Kawano F., Takeno Y., Nakai N., Higo Y., Terada M., Ohira T., Nonaka I., Ohira Y. 2008. Essential role of satellite cells in the growth of rat soleus muscle fibers. *Am. J. Physiol. Cell Physiol.*, 295: C458-C467.
10. Kondrashova M, Doliba N. 1989. Polarographic observation of substrate level phosphorylation and its stimulation by acetylcholine. *FEBS Lett.*, 243: 153-155.
11. Krieger D.A., Tate C.A., McMillin-Wood J., Booth F.W. 1980. Populations of rat skeletal muscle mitochondria after exercise and immobilization. *J. Appl. Physiol.* 48: 23-28.

12. Kurhaluk N., Tkachenko H., Nosar V. 2013. The Effects of Intermittent Hypoxia Training on Mitochondrial Oxygen Consumption in Rats Exposed to Skeletal Unloading. *Annals of Clinical & Laboratory Science*, 43(1): 54-63.
13. Mirzoev T.M., Biriukov N.S., Veselova O.M., Larina I.M., Shenkman B.S., Ogneva I.V. 2012. [Parameters of fibers cell respiration and desmin content in rat soleus muscle at early stages of gravitational unloading]. *Biofizika*, 57(3): 509-514 [Article in Russian, Abstract in English].
14. Morey-Holton E.R., Globus R.K. 1998. Hindlimb unloading of growing rats: a model for predicting skeletal changes during space flight. *Bone*, 22(5 Suppl): 83S-88S.
15. Nikawa T., Ishidoh K., Hirasaka K., Ishihara I., Ikemoto M., Kano M., Kominami E., Nonaka I., Ogawa T., Adams G.R., Baldwin K.M., Yasui N., Kishi K., Takeda S. 2004. Skeletal muscle gene expression in space-flown rats. *FASEB J.*, 18(3): 522-524.
16. Ohira T., Kawano F., Ohira T., Goto K., Ohira Y. 2015. Responses of skeletal muscles to gravitational unloading and/or reloading. *J. Physiol. Sci.*, 65(4): 293-310.
17. Ohira Y. 2000. Neuromuscular adaptation to microgravity environment. *Jpn. J. Physiol.*, 50: 303-314.
18. Ohira Y., Nomura T., Kawano F., Sato Y., Ishihara A., Nonaka I. 2002. Effects of nine weeks of unloading on neuromuscular activities in adult rats. *J. Gravit. Physiol.*, 9: 49-60.
19. Sessions N.D., Halloran B.P., Bikle D.D., Wronski T.J., Cone C.M., Morey-Holton E. 1989. Bone response to normal weight bearing after a period of skeletal unloading. *Am. J. Physiol.*, 257: E606-E610.
20. Tischler M.E., Slentz M. 1995. Impact of weightlessness on muscle function. *ASGSB Bull.*, 8(2): 73-81.
21. Wronski T.J., Morey-Holton E. 1987. Skeletal response to simulated weightlessness: a comparison of suspension techniques. *Aviat. Space Environ. Med.*, 58: 63-68.
22. Wronski T.J., Morey-Holton E., Jee W.S. 1981. Skeletal alterations in rats during space flight. *Adv. Space Res.*, 1: 135-140.
23. Yajid F., Mercier J.G., Mercier B.M., Dubouchaud H., Préfaut C. 1998. Effects of 4 wk of hindlimb suspension on skeletal muscle mitochondrial respiration in rats. *J. Appl. Physiol.* (1985), 84(2): 479-485.
24. Zar J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Fourth ed. New Jersey, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, 620 p.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СМЫСЛ РАЗОБЩЕННОГО ТКАНЕВОГО ДЫХАНИЯ ПРИ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ

Сонькин В.Д., д.б.н., профессор

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Москва, Россия

Sonkin@mail.ru

Аннотация. Анализ литературы по структуре и функции разобщающих митохондриальных белков семейства UCP (uncoupling proteins) и экспериментальные исследования взаимоотношений между полиморфизмом генов разобщающих белков и показателями аэробной и анаэробной производительности футболистов позволяют предполагать, что эти белки не только снижают эффективность энергетических процессов в организме, но и способствуют повышению емкости энергетических систем организма спортсменов. В этом случае они могут стать объектом прицельного изучения в сфере спортивной физиологии и биохимии как активные участники механизмов поддержания гомеостаза при напряженной мышечной работе.

Ключевые слова: разобщающие белки; полиморфизм генов; аэробная производительность; анаэробная производительность; энергетическая эффективность; гомеостаз при мышечной работе.

PHYSIOLOGICAL IMPORTANCE OF THE UNCOUPLED TISSUE RESPIRATION DURING MUSCLE WORK

Sonkin V.D., d.b.s., professor

Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russia

Annotation. Analysis of the literature on the structure and function of uncoupling mitochondrial proteins of the UCP family (uncoupling proteins) and experimental studies of the relationship between the polymorphism of the genes of uncoupling proteins and the indices of aerobic and anaerobic productivity of football players suggest that these proteins not only reduce the efficiency of energy processes in the body, but also contribute to an increase capacity of the body's energy systems in athletes. In this case, the UCP's can be targeted in the field of sports physiology and biochemistry as active participants in the mechanisms of homeostasis maintaining within intense muscular work.

Key words: uncoupling proteins; Gene polymorphism; Aerobic performance; Anaerobic productivity; Energy efficiency; Homeostasis in muscular work.

Введение. Разобщение окисления и фосфорилирования в процессе митохондриального дыхания было открыто в 50-е годы прошлого века и поначалу рассматривалось исключительно как проявление патологических сдвигов или реакции на острый стресс. Так продолжалось до 70-х годов, когда был открыт особый белок «термогенин», которому приписывалась ключевая роль в терморегуляторной функции митохондрий бурого жира у мелких млекопитающих. В результате активности этого белка часть энергии окисления превращалась сразу в тепло, а не в макроэргические связи, и это тепло участвовало в поддержании постоянства температуры тела в условиях холода, то есть выполняло гомеостатическую функцию. Такой факультативный (то есть не всегда имеющий место) «несократительный термогенез» (то есть осуществляемый без сократительной активности скелетных мышц, в том числе без холодовой дрожи) встречается только у плацентарных млекопитающих, а стало быть в эволюционном процессе возникает достаточно поздно и, по-видимому, обеспечивает некое позитивное адаптивное преимущество его обладателям. Однако к середине 90-х оказалось, что существует целое семейство разобщающих белков «UCP» (*uncoupling proteins*), обнаруженных в митохондриях многих тканей здоровых млекопитающих, птиц и других позвоночных животных, включая рыб. Это белковое семейство стало активно исследоваться в последние 10-15 лет благодаря тому, что разобщение окисления и фосфорилирования в митохондриях ассоциируется с контролем массы тела и жиротложения, в том числе у человека. Белки семейства UCP встраиваются в мембрану митохондрий и, благодаря своей структуре, позволяют протонам из межмембранного пространства возвращаться в митохондриальный матрикс, минуя АТФ-синтазу, снижая таким образом количество синтезированного АТФ. При этом освобождающаяся в окислительно-восстановительных реакциях цикла Кребса энергия преобразуется в тепло.

Семейство UCP является достаточно разветвленным и разнообразным. Так, UCP1 (термогенин) экспрессируется главным образом в БЖТ, однако при определенных условиях данный ген экспрессируется в скелетных мышцах, белой жировой ткани и в β -клетках поджелудочной железы. Белок UCP2 обнаруживается в скелетных мышцах, белой жировой ткани, легких и почках, а также в сердце и центральной нервной системе. Экспрессия UCP3 ограничена, главным образом, скелетными мышцами. Зачем они там, чем помогают организму?

Имеются данные о том, что бурая жировая ткань (БЖТ), содержащая значительные количества белка UCP1, способна поглощать молочную кислоту, и эта ее способность усиливается под влиянием физической тренировки, что было показано на мышцах группой итальянских ученых. В наших прежних исследованиях на спортсменах было показано, что кратковременная (1 мин)

активация несократительного термогенеза за счет острого регионального холодового воздействия ведет к значительному (1,5-кратному) снижению уровня лактата в крови в условиях мышечного покоя. При напряженной мышечной работе (рамптест до достижения МПК) с помощью инфракрасной термографии мы обнаружили возрастание температуры поверхности участков тела, где чаще всего бывают расположены анклавы бурой жировой ткани.

Менее очевиден функциональный смысл присутствия разобщающих белков в митохондриях тканей, не предназначенных для терморегуляции. На сегодняшний день в литературе преобладает мнение, что разобщающие белки участвуют в противостоянии оксидативному стрессу и старению, хотя конкретные механизмы этих форм активности пока не расшифрованы.

Мутации в генах разобщающих белков, влияющие на экспрессию данных генов, или нарушающие структуру синтезируемого белка, могут оказывать влияние на степень разобщения процессов клеточного дыхания и окислительного фосфорилирования. Некоторые характеристики образа жизни также способны модулировать экспрессию генов разобщающих белков, хотя в данных разных авторов немало противоречий. Так, показано, что ограничение калорийности пищи приводит к двукратному увеличению экспрессии генов *UCP2* и *UCP3* в адипоцитах и скелетных мышцах. В то же время, увеличение количества жиров в пище приводит к увеличению экспрессии генов тех же разобщающих белков 2 и 3; длительные тренировки на выносливость снижают экспрессию разобщающих белков.

Цель исследования: сопоставить популяционный полиморфизм генов разобщающих белков семейства UCP с функциональными характеристиками спортсменов (на примере футболистов).

Методы исследования включали генетический анализ биоматериалов (буккальный эпителий), методики антропометрических исследований, а также аэробные и анаэробные тесты работоспособности спортсменов в сочетании с газоанализом и регистрацией пульсовой кривой. Математический аппарат был применен для оценки популяционных различий и коэффициентов ранговой корреляции между генетическими характеристиками и результатами эргометрических тестов.

Результаты. Полученные совместно с генетиками МГУ результаты позволяют сделать несколько предварительных гипотетических утверждений, которые требуют дальнейшей экспериментальной проверки как на генетическом, так и на физиологическом уровне:

1) Работоспособность спортсменов в различных ее проявлениях, как в аэробном (рамптест), так и в анаэробном (Вингейтский тест) диапазоне, подкрепляется разобщением дыхания и фосфорилирования в мышцах, что ставит вопрос о вероятной позитивной роли разобщающих белков в поддержании гомеостаза при напряженной мышечной работе.

2) Энергозатраты на тяжелую физическую работу выше у обладателей активно разобщающих окисление и фосфорилирование членов семейства UCP (в первую очередь – 3), что может быть важным аргументом в пользу эффективности физических нагрузок для нормализации жирового обмена и контроля массы тела избирательно у этой части популяции.

3) Наличие в организме активных аллелей разобщающего белка UCP2, чаще других встречающегося в легких, стимулирует вентиляторную функцию легких при напряженной физической работе циклического характера, что способствует нормализации состояния внутренней среды организма.

4) Повышенные значения эргометрических показателей аэробной работоспособности (на уровне АНП и МПК) у обладателей активных разобщающих белков могут быть следствием эффективной утилизации молочной кислоты, в которой, вероятно, могут участвовать митохондрии БЖТ, скелетных мышц, а также другие ткани, имеющие в своей структуре разобщающие белки.

Библиография

1. Северин С.Е., Скулачев В.П., Маслов С.П. и др. Терморегуляторное разобщение дыхания и фосфорилирования // Доклады Академии наук. 1960. Т. 131. С. 1447.
2. Биохимия: Учеб. для вузов. Под ред. Е.С. Северина. Изд-во ГЭОТАР-Медиа. Москва, 2003. 779 с. ISBN 5-9231-0254-4.
3. Nicholls D.G., Rial E. A history of the first uncoupling protein, UCP1 // J. Bioenerg. Biomembr. 1999. V. 31. P. 399.
4. Oelkrug R.1., Polymeropoulos E.T., Jastroch M. Brown adipose tissue: physiological function and evolutionary significance. // J Comp Physiol B. 2015. Aug. V. 185. №6. P. 587. doi: 10.1007/s00360-015-0907-7. Epub 2015. May 13.
5. Affourtit C., Crichton P.G., Parker N., Brand M.D. Novel uncoupling proteins // Novartis Found Symp. 2007. V. 287. P.70-80; discussion 80-91.
6. Bouillaud F., Alves-Guerra M.C., Ricquier D. UCPs, at the interface between bioenergetics and metabolism // Biochim Biophys Acta. 2016. Apr 16. pii: S0167-4889(16)30102-1. doi: 10.1016/j.bbamcr.2016.04.013. [Epub ahead of print]
7. Dalgaard LT, Pedersen O (2001) Uncoupling proteins: functional characteristics and role in the pathogenesis of obesity and Type II diabetes. // Diabetologia 44: 946–965.
8. Azzu V., Brand M. The on-off switches of the mitochondrial uncoupling proteins. Trends Biochem Sci v.35: (2010). P. 298.
9. Erlanson-Albertsson C (2002) Uncoupling proteins—a new family of proteins with unknown function. Nutr Neurosci v.5: p.1–11

10. Brondani L.A., Assmann T.S., Duarte G.C.K., Gross J.L., Canani L.H. et al. (2012) The role of the uncoupling protein 1 (UCP1) on the development of obesity and type 2 diabetes mellitus. // *Arq Bras Endocrinol Metabol* v.56: p.215–225.
11. Cui Y., Xu X., Bi H. et al. (2006) Expression modification of uncoupling proteins and MnSOD in retinal endothelial cells and pericytes induced by high glucose: the role of reactive oxygen species in diabetic retinopathy. // *Exp Eye Res* v.83: p.807–816
12. Iwanaga T., Kuchiiwa T., Saito M. Histochemical demonstration of monocarboxylate transporters in mouse brown adipose tissue // *Biomed Res*. 2009. V. 30. P. 4. P. 217.
13. De Matteis R. et al. Exercise as a new physiological stimulus for brown adipose tissue activity // *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2013 v.23 #6:p. 582-90. doi: 10.1016/j.numecd.2012.01.013.
14. Brondani LA1, Assmann TS, Duarte GC, Gross JL, Canani LH, Crispim D. The role of the uncoupling protein 1 (UCP1) on the development of obesity and type 2 diabetes mellitus. // *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2012 Jun;56(4):215-25.
15. Esterbauer H, Oberkofler H, Liu YM, Breban D, Hell E, Krempler F, et al. Uncoupling protein-1 mRNA expression in obese human subjects: the role of sequence variations at the uncoupling protein-1 gene locus. *J Lipid Res*. 1998;39(4):834-44.
16. Kogure A, Yoshida T, Sakane N, Umekawa T, Takakura Y, Kondo M. Synergic effect of polymorphisms in uncoupling protein 1 and beta3-adrenergic receptor genes on weight loss in obese Japanese. *Diabetologia* 1998;v.41:p.1399.
17. Ukkola O, Tremblay A, Sun G, Chagnon YC and Bouchard C. Genetic variation at the uncoupling protein 1, 2 and 3 loci and the response to long-term overfeeding *European Journal of Clinical Nutrition* (2001) v.55, p.1008–1015.

ГЕНЕТИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ ТРЕНИРОВОК, НАПРАВЛЕННЫХ НА ГИПЕРТРОФИЮ МЕДЛЕННОСОКРАЩАЮЩИХСЯ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН

Чекунов М.К., ООО «Алатырь», Россия, Санкт-Петербург;
Клевер-Чекунова О.А., ООО «Алатырь», Россия, Санкт-Петербург;
Чекунова Е.М., д.б.н., СПбГУ, Россия, Санкт-Петербург.
micha_chek@mail.ru

Аннотация. У спортсменов из группы пауэрлифтеров был определен генотип по гену АСТН3, кодирующему основной белок быстрых мышечных

волокон (БМВ). Двухмесячные тренировочные результаты показали, что атлеты с самым распространенным генотипом RX по гену ACTN3 прогрессируют в целевых упражнениях быстрее и с видимым результатом, если в тренировочную программу включить тренинг медленносокращающихся мышечных волокон.

Ключевые слова: генотип, быстросокращающиеся мышечные волокна (БМВ), медленносокращающиеся мышечные волокна (ММВ), ген ACTN3.

GENETIC REASONS FOR THE TRAINING DIRECTED TO THE HYPERTROPHY OF SLOW-TWITCH MUSCLE FIBERS

*Chekunov M.K., Alatir Company Ltd., Russia, Saint-Petersburg;
Klever-Chekunova O.A., Alatir Company Ltd., Russia, Saint-Petersburg;
Chekunova E.M, Dr. Sci. Biol., SPbSU, Russia, Saint-Petersburg.*

Abstract. At athletes from group of powerlifters the genotype has been determined by ACTN3 gene coding the main protein of the fast muscle fibers (FMF). Two-month training results have shown that athletes with the most widespread genotype of RX on the ACTN3 gene progress in target exercises quicker and with visible result if in the training program to include training of slow twitch muscle fibers.

Key words: genotype, slow-twitch muscle fibers, fast-twitch muscle fibers, gene ACTN3.

Актуальность. Длительное время в силовых видах спорта уделялось внимание развитию только быстросокращающихся мышечных волокон (БМВ). При этом, медленносокращающимся мышечным волокнам (ММВ) не отводилось значимой роли в таких спортивных дисциплинах как, например, пауэрлифтинг [2]. В последние годы стало ясно, что тренировки, направленные на гипертрофию ММВ, в пауэрлифтинге дают не только увеличение мышечной массы, но и неплохой прирост силовых результатов, как в сумме, так и в отдельных упражнениях [1, 3].

Содержание того или иного типа мышечных волокон и их соотношение в организме каждого спортсмена, обычно определяют индивидуально в процессе длительных наблюдений и тестирования с использованием определенных силовых упражнений. Существуют и гистологические методы оценки мышечных волокон – путем биопсии ткани. В первом случае, тестирование занимает определенное время и не всегда дает верный результат. Процедуру биопсии мышечной ткани нельзя назвать приятной, да и требует она материальных затрат. В настоящее время развивается еще один метод, – он основан на результатах генетических исследований в спорте, поскольку типы и преобладание мышечных волокон каждого человека определяются его генами

(генотипом). В 2003 году в научной печати были впервые опубликованы данные о полиморфизме гена *ACTN3*, ассоциированного с особенностями развития мускулатуры человека [8]. Этот ген кодирует альфа-актинин 3 – миофибриллярный белок, который локализован в Z-мембране быстрых мышечных волокон и участвует в кратковременных, быстрых и интенсивных мышечных сокращениях. Известно две аллели гена *ACTN3*, – их обозначают символами: R и X. Аллель R кодирует функциональный белок *ACTN3*, а у аллели X в результате мутации синтез белка альфа-актинина 3 заблокирован. Каждый человек несет две аллели этого гена – по одной от каждого из родителей. Таким образом, возможны три варианта генотипов: R/R, R/X и X/X, каждый из которых и определяет функциональные особенности мускулатуры человека. В ходе длительных исследований было установлено, что разные генотипы по данному гену ассоциированы с различными типами мышечных волокон: генотип R/R свидетельствует о полном преобладании БМВ; генотип R/X характеризуется наличием БМВ и ММВ при незначительном преобладании быстрых волокон; а генотип X/X означает полное преобладание ММВ [5, 6, 7]. Таким образом, определение генотипа атлета по гену *ACTN3* позволяет делать выводы о структуре и особенностях его мышечных волокон. Эти знания открывают широкие возможности для разработки индивидуальных комплексов тренировок, направленных на оптимальное развитие скелетной мускулатуры данного конкретного спортсмена.

Цель исследования. Настоящее исследование было осуществлено с целью проверки авторской гипотезы о том, что целенаправленный тренинг ММВ может дать прирост силовых результатов у атлетов с генотипом RX по гену *ACTN3*

Методы исследования. Для генотипирования спортсменов из проб их буккального (защечного) эпителия выделяли ДНК методом СТАВ[4]. Геномный полиморфизм (R577X, rs1815739) гена *ACTN3* изучали методом аллель-специфичных полимеразных цепных реакций в реальном времени (ПЦР-РВ), где в качестве матриц использовали ДНК их проб спортсменов. Реакции проводили на приборе BioRad CFX-96. Праймеры были сконструированы в ходе работы. Нуклеотидные последовательности амплифицированных фрагментов ДНК проверяли методом прямого секвенирования по Сэнгеру на автоматическом капиллярном секвенаторе ABI Prism 3130XL.

Тренировочный процесс был организован таким образом, что все атлеты тренировались по сопряженному методу: один день в тренировочной неделе работали над максимальной силой, один день в неделю работали над взрывной силой, и к этому был добавлен день работы на развитие ММВ.

Наибольший интерес для исследования представляли атлеты, имеющие самый распространенный в человеческой популяции генотип R/X по гену

ACTN3. Предполагалось, что включение в тренировочный процесс одного дня в неделю, посвященного тренингу ММВ, среди целевой группы атлетов, состоящей из пауэрлифтеров-любителей, окажет позитивное влияние на силовые характеристики их организмов.

Результаты исследования. Наш эксперимент проводился в течение двух месяцев. В результате было установлено, что при включении тренинга ММВ в тренировочный процесс десяти атлетов генотипа: R/X по гену *ACTN3* прибавка в жиме лежа у каждого из них превзошла прибавку у тех же атлетов за другие два месяца, когда такой тренинг не использовали. При отсутствии дня ММВ в тренировочной программе прибавка в максимальных результатах составила от 2.5 до 5 кг, а в случае с включением дня ММВ – от 5, до 7.5 кг, что без сомнения является обнадеживающим результатом (Таблица).

Таблица 1

Результаты тренировочного процесса у атлетов генотипа R/X по гену ACTN3

<i>№</i>	<i>Тренировка ММВ</i>	<i>Время</i>	<i>Упражнение</i>	<i>Прибавка (кг)</i>
1	нет	4 недели	Жим лежа	3,4 ± 0,44
2	есть	4 недели	Жим лежа	6,7 ± 0,42

Выводы

С целью увеличения личных результатов в пауэрлифтинге можно и нужно использовать методы ДНК-типирования атлетов, а именно определение генотипа по гену *ACTN3*.

Атлеты с генотипом RX по гену *ACTN3* прогрессируют в целевых упражнениях быстрее и с видимым результатом, если в тренировочную программу включить тренинг ММВ.

Библиография

1. Мякинченко Е.Б. Сила медленных мышечных волокон как основной фактор локальной выносливости в циклических видах спорта. / Юбилейный сборник трудов ученых РГАФК, посвященный 80-летию академии. – Москва: ФОН, 1998. Т. 1. С. 3-8.
2. Уилмор Дж.Х., Костилл Д.Л. Физиология спорта и двигательной активности / К.: Олимпийская литература, 1997. С. 33-35.
3. Хоппелер Г. Ультраструктурные изменения в скелетной мышце под воздействием физической нагрузки // Физкультура и спорт. 1987. В. 6. С. 3-48.
4. Aidar M., Line S.R. 2007. A simple and cost-effective protocol for DNA isolation from buccal epithelial cells // Braz. Dent J. V. 18. P. 148–152.

5. Beggs A.H., Byers T.J., Knoll J.H., Boyce F.M., Bruns G.A., Kunkel L.M. Cloning and characterization of two human skeletal muscle alpha-actinin genes located on chromosomes 1 and 11// J. Biol. Chem. 1992. V. 267. P. 9281- 9288.

6. North K.N. Why is alpha-actinin-3 deficiency so common in the general population. The evolution of athletic performance // Twin Res Hum Genet. 2008. V. 11. P. 398-394.

7. North K.N., Yang N., Wattanasirichaigoon D., Mills M., Eastal S. et al. A common nonsense mutation results in a actinin-3 deficiency in the general population // Nature Genetics. 1999. V. 21. P. 353–354.

8. Yang N., MacArthur D.G., Gulbin J.P., Hahn A.G., Beggs A.H., et al. ACTN3 genotype is associated with human elite athletic performance // American Journal of Human Genetics. 2003. V. 73: P. 627–631.

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ

ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И СОСУДИСТОЙ НАГРУЗКИ СЕРДЦА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ПОСЛЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ТАНЦЕВАЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Александрова В.А., к.п.н, доцент

Тамбовцева Р.В., д.б.н., профессор, *ritta7@mail.ru*

Орел В.Р., к.б.н., доцент, *orel.v2010@yandex.ru*

*Российского государственного университета физической культуры, спорта,
молодежи и туризма, Москва, Россия*

Аннотация. В спортивных бальных танцах выделяют два вида программ: латиноамериканская и стандартная. Эти программы состоят из пяти танцев, каждый из которых отличается от другого особенностями выполнения обязательных шагов, прыжков, музыкальным сопровождением и т.д. Анализ соревновательной деятельности обеих танцевальных программ по показателям частоты сердечных сокращений выявил, насколько нагрузочной для работы сердечно-сосудистой системы является выполнение данных видов танцев. Однако ЧСС не является самостоятельным детерминантом физического состояния спортсмена. Величина ЧСС формируется в результате взаимодействия основных физиологических механизмов, определяющих гемодинамический режим сердечного выброса [3,4,6,7].

Ключевые слова: центральная гемодинамика, сосудистая нагрузка сердца

CHANGES IN CENTRAL HEMODYNAMICS AND VASCULAR LOADS OF HEART IN RECOVERY AFTER PERFORMANCE DANCE PROGRAMS

Alexandrova V.A., kpn, Associate Professor

Tambovtseva R.V., Ph.D., Professor

Orel V.R., PhD, Associate Professor

*Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism,
Moscow, Russia*

Annotation. In ballroom dancing are two types of programs: Latin American and standard. These programs consist of five dances, each one different from the other features of performance required steps, jumps, music, etc. Analysis of the competitive activities of the two dance programs in terms of heart rate showed how much load to the cardiovascular system is the implementation of these types of dances. However, the heart rate is not an independent determinant of the physical condition of the athlete. The value of the heart rate is formed by the interaction of the basic physiological mechanisms that determine the hemodynamic cardiac output mode [3, 4, 6, 7].

Keywords: central hemodynamics, vascular heart load

Введение. В данной работе исследовались показатели сосудистой нагрузки сердца (эластическое и периферическое сопротивления), под действием которых [3,5,6] изменяются базальные показатели кровообращения: частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое артериальное давление (САД), ударный объем крови (УО) и минутный кровоток (МОК). Исследования изменений показателей центральной гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца в покое и сразу после выполнения мышечной работы важны для оценки функционального состояния и адаптивных возможностей системы кровообращения спортсменов [5, 6, 8, 9]

Методы исследования. Исследование проводилось в течение месяца на базе лаборатории НИИ спорта РГУФКСМиТ. В исследовании приняли участие 10 человек (5 пар) – танцоры спортивных бальных танцев высокой квалификации в возрасте 18-21г.

Тестирование проводилось по следующему регламенту.

Перед началом выполнения танцевальных программ у каждого испытуемого измерялись показатели центральной гемодинамики и

артериальное давление в режиме [7, 8, 9] трехмоментной ортопробы (сидя, стоя, лежа). Затем такие же измерения центральной гемодинамики и артериального давления производились сразу после выполнения каждым испытуемым двух танцев: выполнение танца медленный вальс: - три серии 3-х минутной работы - 20 секунд отдых между ними; - выполнение танца квикстеп: три серии 3-х минутной работы - 20 секунд отдых между ними.

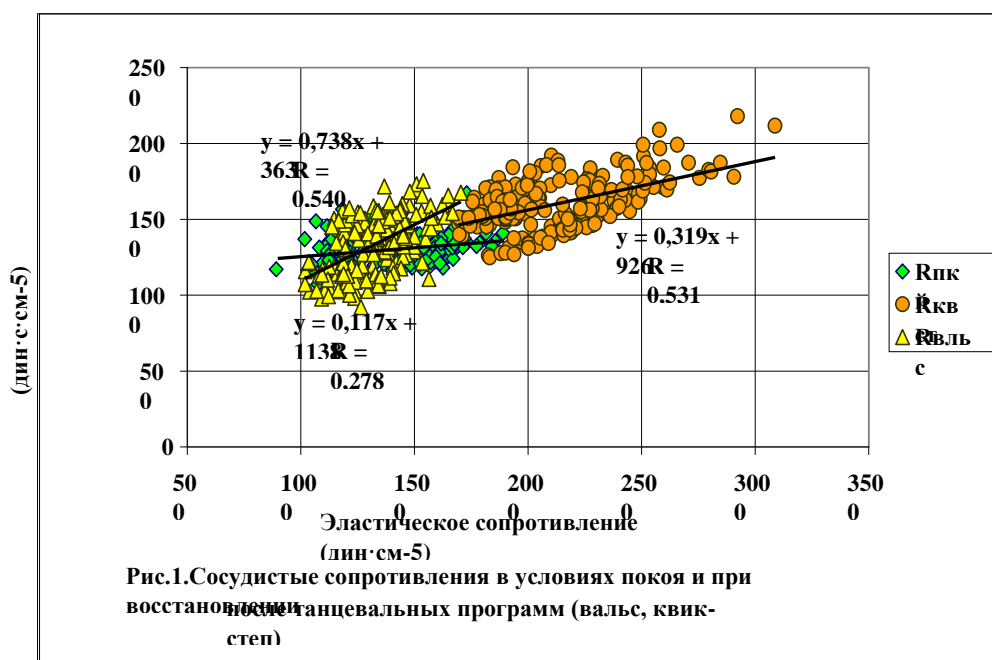
Между нагрузочными процедурами был отдых в течение 8-10 мин. При выполнении трехмоментной ортопробы [8, 9] артериальное давление измерялось аускультативно. Непрерывно регистрировалась реограмма центрального пульса методом тетраполярной реографии [2]. Архивированные в комплексе РЕОДИН-504 результаты содержали данные о ЧСС, ударном объеме крови, фазах сердечного цикла и артериальном давлении. По этим данным вычислялись эластическое (E_a) и периферическое (R) сопротивления артериальной системы. Величины E_a и R зависят [3,5,6] от пяти показателей гемодинамики: P_d (ДАД) и P_s (САД) – диастолическое и систолическое артериальное давление; Q_s (УО) – ударный объем крови; C , S – длительности сердечного цикла и периода изгнания соответственно.

Импедансная плетизмография представляет собой неинвазивный метод исследования центрального и регионального кровообращения, основанный на регистрации колебаний сопротивления живых тканей организма переменному току высокой частоты [2] .

Реограмма центрального пульса регистрируется с помощью реовазографа по методу тетраполярной реографии центрального пульса [2]. Для того на испытуемого накладывают электроды на область лба, на шею, грудную клетку (на уровне мечевидного отростка грудины) и на голень.

Перед проведением эксперимента необходимо собрать данные об испытуемом, включающие: ФИО, вес тела, рост, окружность грудной клетки и шеи, расстояние спереди и сзади между датчиками, которые накладываются на шею и грудину. Эти данные вводятся в программу ПК в самом начале работы, перед проведением эксперимента [2].

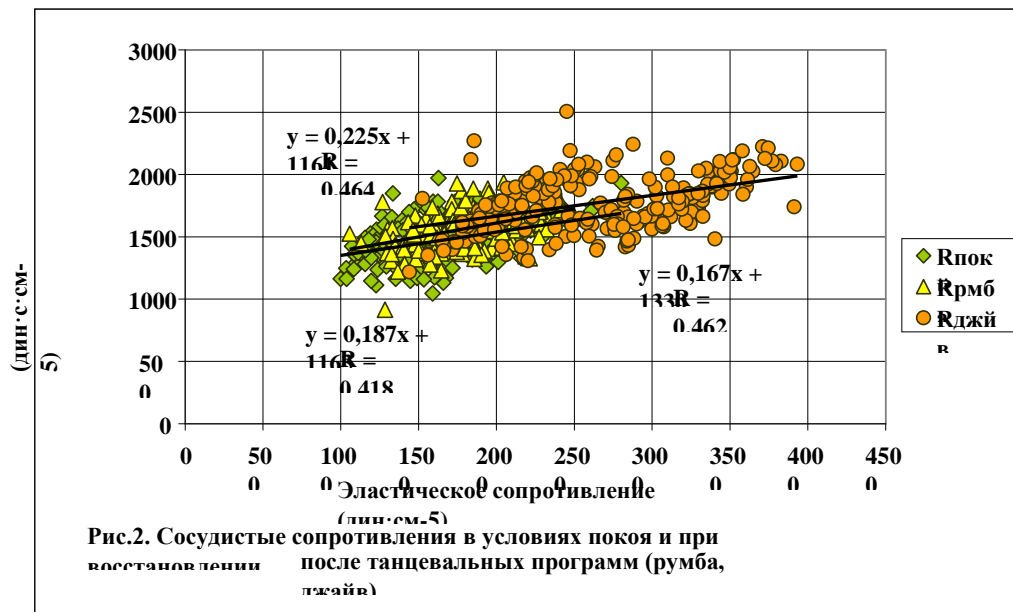
Результаты исследования и обсуждение. На рисунке 1 представлены результаты измерений сосудистых сопротивлений в условиях покоя и при восстановлении после танцевальных программ (стандартной программы).



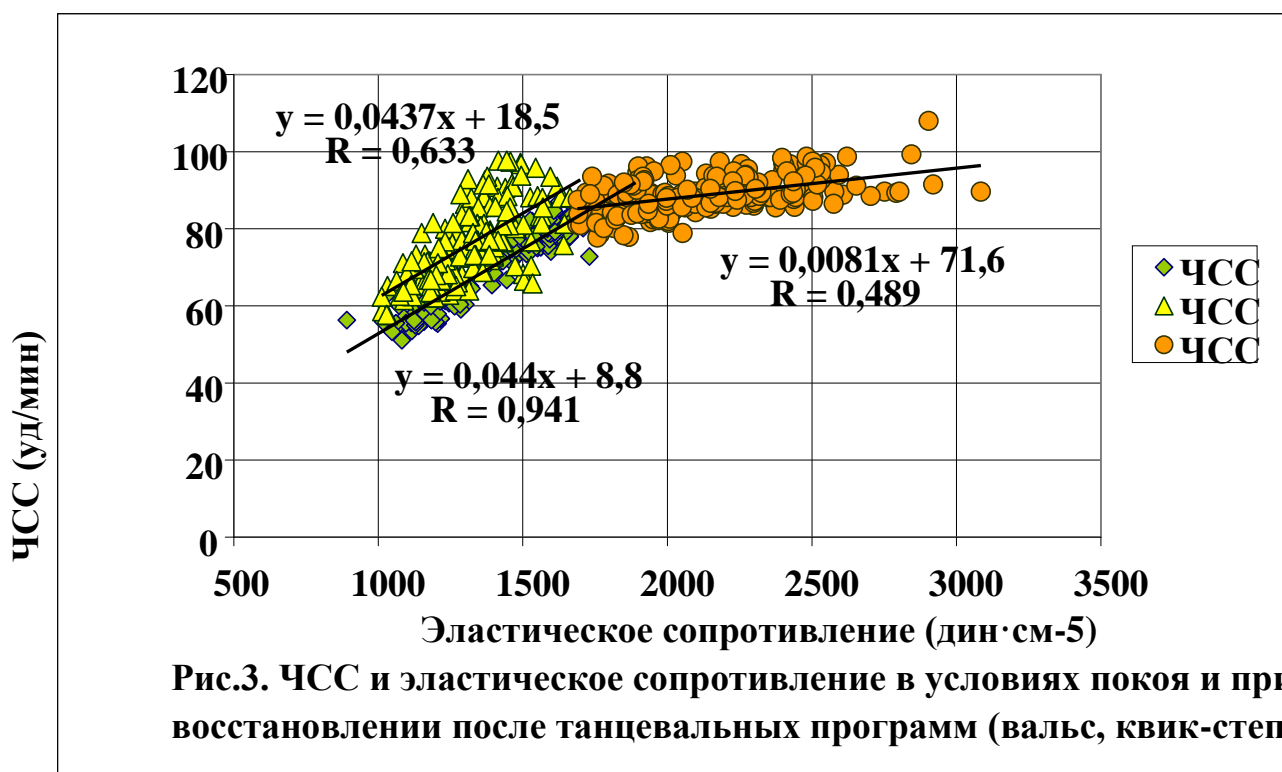
Как видно из рис.1, непосредственно после выполнения быстрого танца квикстеп эластическое сопротивление достигает значений свыше 3000 дин·см-5, что свидетельствует о наличии временной гипертонической реакции по величине жесткости аорты [6,7]. После исполнения танца медленный вальс значения эластического сопротивления находятся в пределах нормы [6,7] до 2000 дин·см-5, что совсем незначительно отличается от данных покоя (рис.1).

Похожая картина наблюдается и при выполнении латиноамериканской программы (рис.2). После выполнения танца румба значения эластического сопротивления не превышают 2500 дин·см-5 (рис.2), а после выполнения более нагрузочного танца джайв значения эластического сопротивления практически достигают отметки 4000 дин·см-5, что является показателем выраженной гипертонической реакции по величине жесткости аорты [6,7].

Периферическое сопротивление



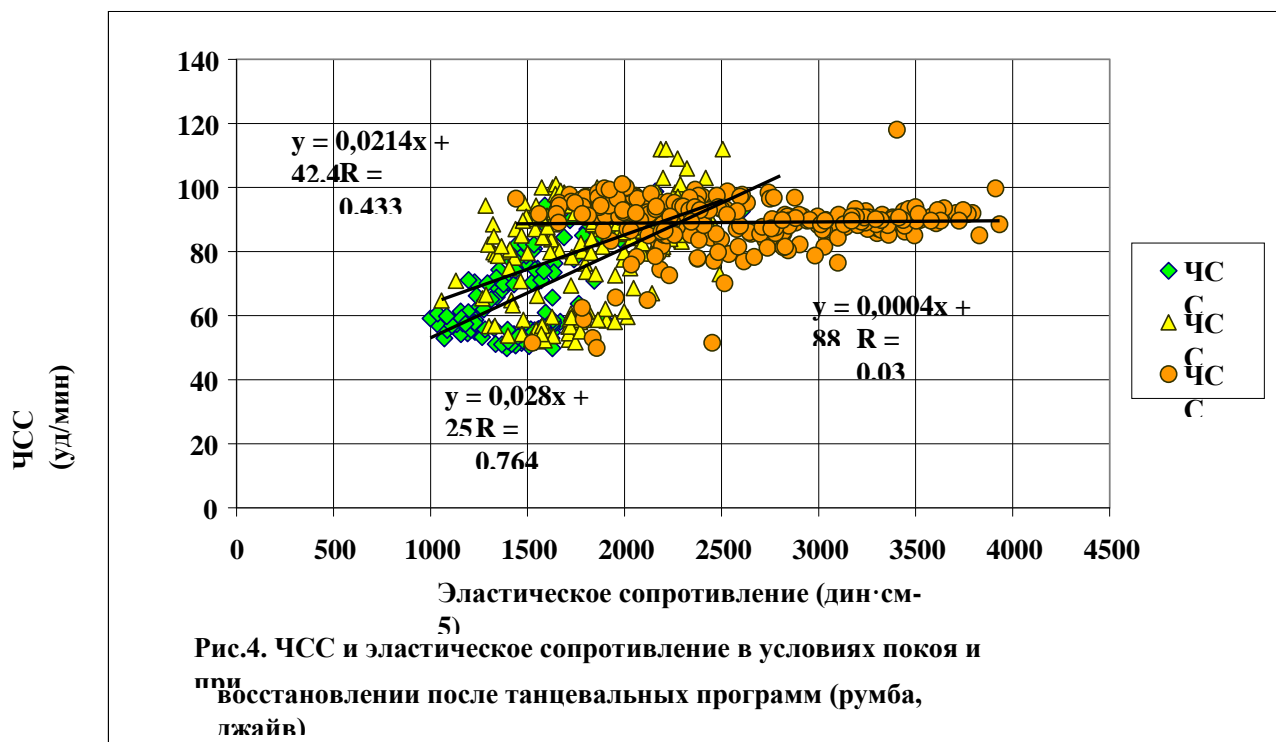
На рисунке 3 представлена взаимосвязь ЧСС и эластического сопротивления после выполнения стандартной программы.



Как видно из рисунка 3 значения ЧСС после выполнения танца медленный вальс за период измерения практически возвращаются к уровню покоя, а после танца квикстеп наблюдается некоторая недовосстановленность,

так как за время измерения величина ЧСС в среднем остается на уровне 87 уд/мин.

По величинам ЧСС и эластического сопротивления сходная тенденция при восстановлении (рис.4) наблюдается и в латиноамериканской программе, где после выполнения танца джайв показатель ЧСС возвращается лишь к отметке 90 уд/мин, а эластическое сопротивление изменяется в широких пределах от 1500 до 4000 дин·см-5.



Выводы

1. По величине эластического сопротивления наиболее быстрый танец латиноамериканской программы (джайв) является значительно более нагрузочным, чем наиболее быстрый танец стандартной программы (квикстеп).
2. Восстановление после танцев как стандартной, так и латиноамериканской программы по данным сосудистых сопротивлений достаточно эффективно, практически возврат к исходному уровню.
3. Значения периферического сопротивления во всех танцах программы находились в пределах от нормы 1500 дин·см-5 до 2000 дин·см-5, что также свидетельствует об эффективном восстановлении и подготовленности спортсменов.

Библиография

1. Зайцев В.М., Лифляндский В.Г., Маринкин В.И. Прикладная медицинская статистика: Учебное пособие. – 2-е изд. – СПб.: ООО «Издательство ФОЛИАНТ» . –2006. – 432 с.
2. Импедансная плетизмография (реография). С. 81 – 90 // В сб.: Инструментальные методы исследования в кардиологии / Под ред. Г.И. Сидоренко. – Минск, 1994 – 272 с.
3. Карпман В.Л., Орёл В.Р. Импеданс артериальной системы и сердечная деятельность // Физиология человека. 1985. №4. С.628-633.
4. Карпман В.Л., Орел В.Р., Кочина Н.Г. и др. Эластическое сопротивление артериальной системы у спортсменов / Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов. М.: РГАФК, 1994. С.117-129.
5. Орел В.Р. Адаптивные эффекты взаимодействия сердца и сосудов у спортсменов // Спортсмен в междисциплинарном исследовании. Монография. / Под ред. М.П. Шестакова. М.: ТВТ Дивизион, 2009. С.210-258.
6. Орёл В.Р., Амнуэль Л.Ю., Орёл В.В., Травинская А.Г. Уровень артериального давления и сосудистые сопротивления // В сб.: Спортивная медицина и исследования адаптации к физическим нагрузкам. – Научные чтения, посвященные 80-летию со дня рождения проф. В.Л.Карпмана. – М.: РГУФК. – 2005. – С.49-58.
7. Орел В.Р., Смоленский А.В., Щесюль А.Г., Качалов А.А. Роль сосудистых сопротивлений в формировании артериального давления // «Спорт и медицина. Сочи – 2013» / Материалы IV-й Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции, 19-22 июня 2013 года / Под общ.ред. М.П.Бердниковой, С.Е.Павлова – Сочи, 2013. – С.92-95.
8. Орел В.Р., Шиян В.В., Щесюль А.Г., Червяков Д.М. Показатели центральной гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца в покое (регрессионные соотношения) // Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы. – XII-я научно-практическая конференция. – М.: ГКГ МВД РФ. – 2010. – С.82–93.
9. Федоров В.Ф., Николаев Д.В. Контроль базовых параметров гемодинамики как инструмент оптимизации режима тренировок. В сб. «Спортивная кардиология и физиология кровообращения» (материалы научной конференции). РГУФК. М., 17 мая 2006г. С. 179-183.

МОНИТОРИНГ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И УРОВНЯ ЛАКТАТА У ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Гарнов И.О., аспирант,
Чальшева А.А.,
Варламова Н.Г., к.б.н., доцент,
Логинова Т.П., к.б.н.,
Потолицына Н.Н., к.б.н.,
Бойко Е.Р., д.м.н., профессор.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Россия, г. Сыктывкар.
566552@inbox.ru*

Аннотация: Обследованы 51 лыжник-гонщик и 42 лыжницы. Установлено, что исследованные спортсмены отличались по физиологическим показателям и лактату крови от американских лыжников и норвежских лыжниц-гонщиц. Метаболический эквивалент обследованных спортсменов соответствовал низкому значению. Показано, что лыжники отличались от лыжниц-гонщиц более высокими значениями общего и спортивного восстановления, и низкими значениями общего и спортивного стресса.

Ключевые слова: «Стресс-восстановление в спорте-76», лактат, лыжники-гонщики, метаболический эквивалент.

MONITORING OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL CONDITION AND LEVEL OF LACTAT AT RACING SKIERS IN THE COMPETITIVE PERIOD

Garnov IO, graduate student,
Chalysheva AA,
Varlamova NG, Ph.D., Associate Professor,
Loginova TP, candidate of biological sciences,
Potelitsyna NN, Ph.D.,
Boyko ER, MD, professor.

*Federal State Budgetary Institute of Science Institute of Physiology, Komi Science Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Russia, Syktyvkar.
566552@inbox.ru*

Abstract: We examined 51 ski-racers and 42 females skiers. It is established that the athletes studied differed in physiological parameters and blood lactate from American skiers and Norwegian females skiers-racers. The metabolic equivalent of the athletes surveyed corresponded to a low value. It is shown that skiers differed from skiers-

racers with higher values of general and sports recovery, and low values of general and sports stress.

Key words: «RESTQ-SPORT», lactic acid, ski-racers, metabolic equivalent.

Введение. Динамическое наблюдение за спортсменом, оценка его психофизиологического и биохимического состояния с учетом факторов нагрузки в процессе тренировочного процесса (ТП) дает возможность не только повысить результативность, но и избежать состояния перетренированности. В комплексном мониторинге функционального состояния организма можно контролировать спортивный стресс и восстановление при помощи адаптированного опросника «Стресс-восстановление в спорте-76» [3;2]. Данный опросник позволяет регулировать интенсивность ТП [6], тренерам и спортсменам.

Цель работы– сравнение состояния баланса стресса и восстановления у лыжников-гонщиков в соревновательный период. Обследованы 51 мужчина и 42 женщины, занимающиеся лыжными гонками, проживающие в условиях Европейского Севера (62° с.ш. и 51° в.д.). Среди мужчин: 7 спортсменов с первым взрослым разрядом по лыжным гонкам, 29 кмс, 15 мс, среди женщин – 18 спортсменок с первым взрослым разрядом, 16 кмс, 7 мс и одна мсмк. Характеристика обследованного контингента представлена в таблице. У спортсменов измеряли массу тела и рост на медицинском весоростомере, массу жира (МЖ) и его процент (%МЖ) – при помощи прибора ВФ 302 (Omron, Япония). Определяли жизненную емкость легких (ЖЕЛ) на микропроцессорном спирографе СПМ-01 «Р-Д». Концентрацию лактата в капиллярной крови определяли микрометодом иммуноферментного анализа (Sentinel, Италия). Для определения функционального состояния организма лыжников-гонщиков проводили велоэргометрический тест «до отказа» на эргоспирометрической системе «Охусон Про» («Erich Jaeger», Германия) [1]. Для оценки стресса и мониторинга восстановления использовали российскую версию опросника «Стресс-восстановление в спорте-76» [3], который заполняли до тестирования. Все спортсмены подписали добровольное согласие на исследование.

Для определения достоверности различий между группами применяли критерий U-Манна-Уитни. Данные представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного интервала (25 и 75 перцентилей). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в исследовании принимался при $p < 0,05$.

Таблица 1

Антропофизиометрические показатели спортсменов

Показатели	Лыжники-гонщики	Лыжницы-гонщицы
Возраст, лет	20.0(18.0;21.5)	18.0(15.0;19.0)
Рост, см	177.0(173.5;179.5)	165.1(161.6;169.7)
Масса тела, кг	71.0(68.3;73.1)	55.1(51.9;61.6)
Масса жира, %	9.2(8.0;11.1)	18.2(13.1;19.3)
МПК/кг, мл/кг/мин	61.0(57.8;65.0)	51.7(47.8;55.4)
Жизненная емкость легких, л	6.2(5.6;6.9)	4.5(4.1;4.8)
Метаболический эквивалент	1.4(1.1;1.6)	1.5(1.2;1.6)
Лактат, ммоль/л	2.1(1.8;2.2)	1.9(1.7;2.0)

Результаты исследования. Фоновые значения антропометрических показателей и лактата крови исследованных спортсменов отличались от представленных в литературе [5; 7; 9]. Так рост, % МЖ у исследованных нами лыжников были выше, а МПК/кг, масса тела, лактат крови ниже, чем у американских лыжников-гонщиков [5; 7]. В группе лыжниц-гонщиц рост, лактат крови были выше, а масса тела, МПК/кг ниже, чем у норвежских лыжниц [9]. Метаболический эквивалент у обследованных спортсменов соответствовал низкому уровню интенсивности [8].

Результаты исследования по опроснику «Стресс-восстановление в спорте – 76» представлены на рисунке.

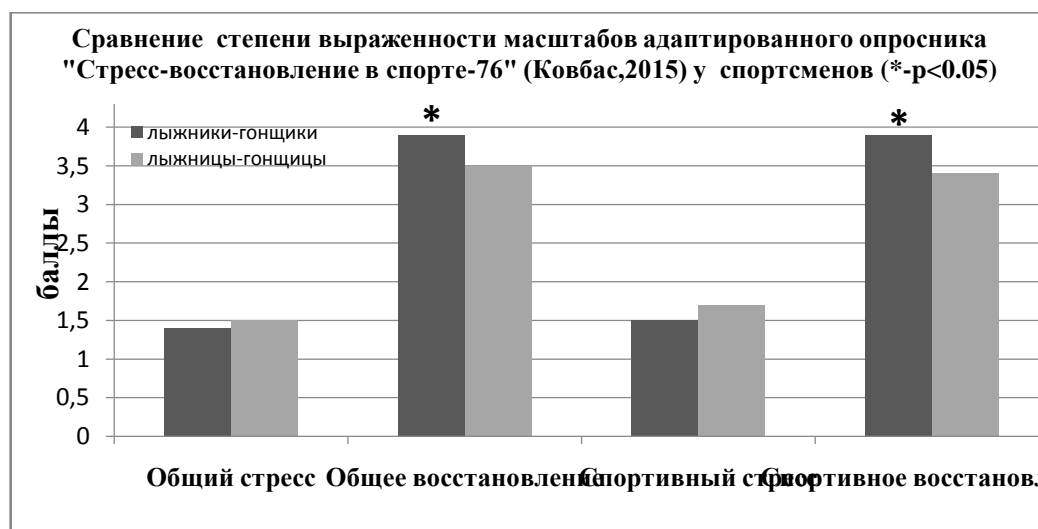


Рис. Результаты сравнения выраженности масштабов в опроснике «Стресс-восстановление в спорте-76» между лыжниками и лыжницами

Оценивая состояние напряжения и восстановления в спорте по адаптированному опроснику [3], необходимо отметить что у лыжников-гонщиков по сравнению с лыжницами статистически значимо ($p < 0,05$) выше соответственно на 11.4 % и 14.7% значения в масштабах «Общее восстановление» и «Спортивное восстановление», как и у итальянских баскетболистов по сравнению с баскетболистками [4] в соревновательный период ТП.

В масштабах «Общий стресс» и «Спортивный стресс» отмечены тенденции к более низкому значению у лыжников-гонщиков по сравнению с лыжницами, на 6.6% и 11.7%, соответственно. В масштабе «Общий стресс» у лыжников – мужчин и женщин, обследованных нами, по сравнению с итальянскими баскетболистами [4] и баскетболистками выявлены однонаправленные изменения: более низкие значения масштаба у мужчин, в сравнение с женщинами. Масштаб «Спортивный стресс» у наших лыжников ниже, чем у лыжниц, а у итальянских спортсменов – баскетболистов - выше у женщин, в сравнении с мужчинами [4].

Выводы

1. Обследованные нами лыжники-гонщики, по сравнению с американскими имели более высокий рост, процент жира, но меньшую массу тела, более низкое МПК/кг, и лактат. Лыжницы-гонщицы отличались от норвежских лыжниц более высоким ростом и лактатом, но более низкой массой тела и МПК/кг.

2. Обследованные нами лыжники-гонщики отличаются от лыжниц более высокими значениями в масштабах «Общее восстановление» и «Спортивное восстановление», что, по всей видимости, связано с наиболее развитыми механизмами восстановления в соревновательный период. У лыжников-гонщиков по сравнению с лыжницами меньше значения в масштабах «Общий стресс» и «Спортивный стресс», что, по всей видимости, связано с большей толерантностью к данным видам стресса.

Библиография

1. Гарнов И.О., Варламова Н.Г., Черных А.А., Ценке Д., Логинова Т.П., Бойко Е.Р. Использование электромагнитного излучения крайне высокой частоты в коррекции функционального состояния организма лыжников-гонщиков // Вестник САФУ. Медико-биологические науки. 2016. № 2. С. 70-81
2. Гарнов И.О., Логинова Т.П., Варламова Н.Г., Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Мониторинг биохимического и психофизиологического состояния игроков женского баскетбольного клуба // Физиология человека: материалы Всероссийской заочной научной конференции с международным участием, посвященной 85-летию факультета естественнонаучного образования Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева / под ред. Д. А. Димитриева, Е. В. Саперовой. Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2016. – 224 с.
3. Ковбас Е.Ю. Русская версия опросника RESTQ-SPORT (Kellman, Kallus, 2001г.) для оценки состояния восстановления спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2015. № 2. С. 15-21.
4. Fronso S., Nakamura F. Y., Bortoli L., Robazza C., Bertollo M. Stress and Recovery Balance in Amateur Basketball Players: Differences by Gender and

Preparation Phase // International Journal of Sports Physiology and Performance. 2013. № 8. P. 618-622.

5. Haymes Y.M., Dickinson A.L. Characteristics of elite male and female ski-racers // Medicine and science in sports and exercise. 1980. V.12. № 3. P.163.

6. Kellman M., Gunter K.D. Changes in stress and recovery in elite rowers during preparation for the Olympic Games // Medicine & Science in Sports & Exercise. 2000. V.32. №3. P. 676 – 683.

7. Mahood N.V., Kenefick R. W., Kertzler R., Quinn T. J. Physiological determinants of cross-country ski racing performance // Medicine & science in sports & exercise. 2001. № 33. P.1379-1384

8. Norton K., Norton L., Sadgrove D. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology // Journal of Science and Medicine in Sport. 2010. № 13. P. 496–502

9. Sandbakk Ø., Hegge A. M., Losnegard T., Skattebo Ø., Tønnessen E., Holmberg H.C. The Physiological Capacity of the World's Highest Ranked Female Cross-country Skiers // Medicine & science in sports & exercise. 2016. № 1. P.45-49

ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ УЧАСТНИКОВ ЭКСКУРСИОННОГО МЕРОПРИЯТИЯ

Калистратова Е.А., магистрант

Литвиненко С.Н., д.п.н., доцент

*Российский государственный университет физической культуры,
спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)*

Москва, Россия

kalistratova_kate@mail.ru

litvinenko_svetlana@yahoo.com

Аннотация. Одной из проблем современного общества является малоподвижный образ жизни. В связи с этим активный отдых набирает популярность – он способствует более быстрому восстановлению сил, улучшает самочувствие и укрепляет физическую форму. В процессе экскурсионных мероприятий человек также испытывает определенную физическую нагрузку. В данной статье были изучены показатели физической нагрузки во время пешеходной экскурсии по городу. Вычислены следующие показатели – количество шагов, пройденное расстояние, средняя скорость передвижения и процент активности за каждый час экскурсии. В результате исследования была изучена структура экскурсии с точки зрения норм здорового образа жизни. Был сделан вывод о том, что при составлении программы экскурсий важно учитывать не только план осмотра и посещения объектов показа, но также и величину физической нагрузку, которую участники экскурсии должны преодолеть. Она должна быть равномерна и важно предусматривать своевременные остановки и перерывы для отдыха.

Ключевые слова: гиподинамия, физическая нагрузка, экскурсия, энерготраты.

EXERCISE STRESS ESTIMATION OF THE EXCURSION EVENT PARTICIPANTS

Kalistratova E.A., postgraduate student

Dr.Sci Litvinenko S. N.

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow, Russia

Abstract. One of the problems of modern society is a sedentary lifestyle. In this regard, active recreation is gaining popularity - it contributes to a more rapid recovery of forces, improves well-being and strengthens the physical form. During the excursion activities a person also experiences a certain physical load. In this article, the indicators of physical activity during a walking tour of the city were studied. The following indicators are calculated: the number of steps, the distance traveled, the average speed of movement and the percentage of activity for each hour of the excursion. As a result of the study, the structure of the excursion from the point of view of the norms of a healthy lifestyle was studied. It was concluded that when designing the excursion program it is important to take into account not only the plan of inspection and visiting of the objects of the show, but also the amount of physical activity that the participants of the excursion must overcome. It should be uniform and it is important to provide timely stops and breaks for rest.

Keywords: hypodynamia, exercise stress, excursion, active rest.

Введение. Экскурсионный туризм представляет собой поездки с целью ознакомления с природными и историко-культурными достопримечательностями, музеями, театрами, традициями народов в посещаемой стране. Поездка может включать в себя познавательные и рекреационные цели одновременно [1].

Как правило, экскурсионный туризм направлен на удовлетворение образовательных и духовных потребностей человека. Экскурсия - методически продуманный показ достопримечательных мест, памятников истории и культуры, в основе которого лежит анализ находящихся перед глазами экскурсантов объектов, а также умелый рассказ о событиях, связанных с ними. Существует множество классификаций экскурсий. По составу и количеству участников выделяют индивидуальные, для местного населения, приезжих туристов, взрослых и школьников и т. д. По месту проведения экскурсии бывают: городские, загородные, производственные, музейные, комплексные (сочетающие элементы нескольких). По содержанию экскурсии подразделяются на обзорные (многоплановые), которые дают общее

представление о рассказываемых объектах, и тематические, которые посвящены определенной теме. Что касается продолжительности, то экскурсии делятся от часа до суток. По способу передвижения выделяют пешеходные и с использованием различных видов транспорта. Преимущество пешеходных экскурсий состоит в том, что, создавая необходимый темп движения, они обеспечивают благоприятные условия для показа и рассказа. Транспортные экскурсии (в большинстве автобусные) состоят из двух частей: анализа экскурсионных объектов (например, памятников истории и культуры) на остановках и рассказа в пути между объектами, связанного с характеристикой памятников и памятных мест, мимо которых следует группа [3].

При разработке экскурсионного тура туристическими компаниями на первое место выходит логистика и ценообразование, т.е. рассчитывается время, расстояние, чтобы успеть посмотреть все объекты в полной мере. Нельзя сильно задерживаться и отставать от графика, потому что дальше идет следующий поток туристов. Также определяется стоимость пакета тура и какие именно услуги будут в него входить.

Однако, совершенно вне фокуса внимания остаются физиологические и биоэнергетические возможности экскурсантов или эти возможности определяются приблизительно. В доступной нам литературе отсутствуют научные данные о тех нагрузках, которые испытывают потребители экскурсионных услуг.

В то же время, в связи с информатизацией и автоматизацией производственных процессов в настоящее время остро встает вопрос о повышении физической активности населения до хотя бы минимальных значений, необходимых для поддержания здоровья, работоспособности и самочувствия. Т.е. экскурсионный туризм может удовлетворять не только образовательные потребности, но и восполнять нехватку двигательной активности у современного городского населения.

Простейшим видом физической активности, доступной каждому, является ходьба. В день человек должен проходить минимум 6000 шагов, оптимальная цифра – от 8 до 10 тысяч. Люди, ведущие сидячий образ в среднем делают всего от 1000 до 3000 шагов, это очень мало.

Общепринятая цифра 10000 шагов в день — это некий усредненный показатель, который нельзя назвать универсальным. Так, дети в возрасте от 7 до 10 лет могут без труда проходить до 11000-15000 шагов (связано с меньшей длиной шага), молодые люди – до 12000, взрослые — от 5000 до 10000, пожилые — от 3000 до 5000. При наличии тяжелых заболеваний активность уменьшается еще больше.

Таким образом, вопрос о том, какую нагрузку испытывают участники экскурсионных мероприятий и насколько она соответствует физиологической норме, является весьма актуальным.

Цель исследования - изучить физические нагрузки человека в процессе экскурсионного мероприятия в форме пешей прогулки по городу.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось в процессе пешеходной экскурсии по Тверской улице с переулками (г. Москва) продолжительностью 4,5 часа. Экскурсия построена таким образом, что ее начало и конец практически совпадают. Начало экскурсии от ТЦ Охотный ряд. Конец – Центральный телеграф. Пройдя небольшое расстояние, потребитель оказывается рядом со станцией метро «Охотный ряд» и может спокойно уехать к месту своего размещения.

В ходе нашего исследования мы использовали программу для смартфона iPhone «Здоровье», которая позволяет подсчитать количество шагов и измерить пройденное расстояние.

Результаты исследования. Структура физической нагрузки в процессе экскурсии представлена на рис.1. Количество шагов измерялось каждые 15 минут экскурсии, т.е. всего было проведено 18 измерений за 4,5 часа.



Рис. 1 Структура физической нагрузки в процессе экскурсии

Из данных рис.1 видно, что физическая нагрузка распределялась неравномерно — более активные эпизоды чередовались с менее активными. Снижение двигательной активности на 3-м часу экскурсии было вызвано перерывом на обед. После обеда и отдыха двигательная активность снова увеличивалась.

Суммарные показатели физической нагрузки представлены в табл.1.

Таблица 1

Показатели физической активности

Время экскурсии	Длительность (мин)	Расстояние (м)	Скорость (кол-во шагов в мин)	Процент активности
1	39	1670	56,2	65
2	39	1890	63,0	65
3	18	500	5,7	30
4	23	1720	97,9	38
4,5	16	400	31,8	26
Всего	135	6180	-	-
Среднее арифметическое	-	-	56,9	44

Как видно из табл. 1 всего за время экскурсии было преодолено 6180 м. Продолжительность активной части экскурсии составила 135 минут, т.е. 2 час.15 мин., что являлось ощутимой физической нагрузкой для лиц, которые ведут, в целом, физически неактивный образ жизни, а также имеют возможные нарушения в состоянии здоровья.

Средняя скорость движения в процессе экскурсии составила 56,9 шагов в минуту, а средний процент активности - 44 %, т.е. активная часть экскурсии была по продолжительности меньше половины. Максимальная активность приходится на 2 час мероприятия – пройдено 1890 м и сделано 2458 шага.

Таким образом, структура экскурсии показывает, что были соблюдены нормы здорового образа жизни в части суточной ходьбы – 6180 шага. Это без учета шагов, которые человек проделал в течение дня до и после экскурсии.

Если говорить о биоэнергетических процессах, то такой вид активности относится к аэробному [2]. Аэробные нагрузки способствуют повышению общей выносливости организма, помогают противостоять усталости и улучшить обменные процессы в организме.

По окончании второго часа экскурсии был предусмотрен перерыв на обед. Он был необходим, так как чувствовалась усталость в ногах, и было необходимо отдохнуть. Можно отметить, что после обеда было совершено максимальное количество шагов в течение 15 минут. Однако дискомфорта не чувствовалось, так как время обеда хватило на то, чтобы люди успели поесть и отдохнуть.

Выводы

1. При разработке экскурсий необходимо учитывать не только посещение объектов показа, но также и физическую нагрузку, которую участники экскурсии должны преодолеть.

Библиография

1. Бабкин А.В. Специальные виды туризма / А.В.Бабкин - Ростов-на-Дону: Феникс, 2008.- 252 с.
2. Биохимия мышечной деятельности / Волков Н.И [и др.]– М.: Олимпийская литература, 2000,- 503 с.
3. Емельянов Б.В. Экскурсоведение. -М: Советский спорт, 2007. - 216 с.

ПОКАЗАТЕЛИ ОКСИГЕНАЦИИ КРОВИ И СУТОЧНОГО МОНИТОРИНГА ЭКГ В ПРОЦЕССЕ ВЫСОКОГОРНОГО ВОСХОЖДЕНИЯ

Литвиненко С.Н., д. п. н., доцент,
*Российский государственный университет физической культуры,
спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК),
Москва, Россия*

Войнов В.Б., д. б. н., доцент
*Южный научный центр Российской академии наук,
Ростов-на-Дону, Россия
litvinenko_svetlana@yahoo.com*

Аннотация. В условиях высокогорного восхождения проводилось исследование показателей оксигенации крови и суточный мониторинг ЭКГ по Холтеру группы лиц (всего 6 человек) в возрасте от 30 до 62 лет, не имеющих специальной альпинистской подготовки. Совместное влияние высотной гипоксии и длительной аэробной мышечной нагрузки приводило к значительному снижению насыщения крови гемоглобином (в среднем, до 74%) на высотах до 5400м. В процессе адаптации к снижению обеспечения организма кислородом наблюдались изменения в работе сердечно-сосудистой системы - тахикардия, экстрасистолия, деформация кардиокомплекса.

Ключевые слова: оксигенация крови, мониторинг ЭКГ по Холтеру, высота 4000-5400 м, кардиоинтервалограмма, кардиокомплекс.

INDICATORS BLOOD OXYGENATION AND DAILY MONITORING OF ECG IN ALPINE ASCENT

Litvinenko SN, d. N. N., Associate Professor
*Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism
(GTSOLIFK)
Moscow, Russia*

Voinov VB d. b. An associate professor
*Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,
Rostov-on-Don, Russia*

Annotation. Under the conditions of high-altitude climbing surveyed indicators of blood oxygenation and daily monitoring of ECG Holter group of individuals (a total of 6 persons) aged 30 to 62 years, without special mountaineering skills. The combined influence of high-altitude hypoxia and prolonged aerobic muscular load resulted in a significant reduction in blood hemoglobin saturation (on average, up to 74%), at altitudes up to 5400m. In the process of adaptation to a decrease in oxygen supply of the organism have been observed changes in the cardiovascular system - tachycardia, arrhythmia, cardiocomplex deformation.

Keywords: blood oxygenation monitoring ECG Holter, the height of 4000-5400 m, kardiointervalogramma, Kardiokompleksy.

Введение. В последнее время широкое распространение получили восхождения на технически несложные вершины значительной высоты, в которых могут участвовать индивиды, не имеющие специальной альпинистской подготовки. Такие восхождения проводятся на коммерческих началах в форме оказания туристических услуг, повышающих доступность восхождения для индивидов разного возраста и с разным уровнем физической подготовленности. Тем не менее, участники таких восхождений должны приложить физические усилия, многократно превышающие их привычные бытовые нагрузки, а также преодолеть неблагоприятные факторы среды, в первую очередь, гипоксию.

В то же время, практически неизученными остаются процессы высокогорной адаптации, характерные для рассматриваемого контингента. Как правило, внимание исследователей сфокусировано на спортсменах высокой квалификации, которые систематически тренируются в высокогорье и среднегорье для улучшения аэробной работоспособности [3, 4].

Таким образом, **целью проведенного исследования** было изучение показателей работы кардиореспираторной системы лиц среднего возраста в ходе высокогорных экспедиций на высотах 4000-5400м.

Методы исследования. В исследовании участвовали 6 человек в возрасте от 30 до 62 лет. Измерение уровня оксигенации (уровень сатурации крови дистального конца пальца руки) и частоты пульса проводилось с помощью портативного пульсоксиметра фирмы AccuMed утром и вечером сидя или лежа в спокойном состоянии в палатке. Регистрация суточной ЭКГ по методу Холтера проводилась с помощью комплекса «Валента-МН-02-8.1» (ООО «Компания Нео», Санкт-Петербург). Установка электродов осуществлялось в палатке вечером в 19-20 часов, далее обследуемый засыпал, утром просыпался, осуществлял работу текущего дня, в том числе, подъем нановую высоту, вечером запись ЭКГ прекращалась.

Результаты и обсуждение. Показатели оксигенации и частоты пульса обследуемых представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели кислородообеспечения на разных высотах

Показатель	3400 м	4350 м	4900 м	5400 м	4350 м
Частота пульса (уд/мин)	78,8 ±5,6	84,2±6,2	80,6±5,8	79,7±6,5	80,3±7,3
Оксигенация (%)	83,2±4,3	79,2±2,8	75,3±1,4	74,4±2,8	85,3±2,7

Из данных табл. 1 видно, что по мере подъема на высоту уровень оксигенации крови обследуемых снижался. Однако, после спуска с высоты 5400 м на 4350 м отмечался феномен акклиматизации: показатель содержания оксигемоглобина в крови достоверно ($p < 0,05$) повышался не только по сравнению с показателем на высоте 5400 м, но и на высотах 4900 м и 4350 м до акклиматизации.

Проведенное исследование показало, что улучшение аэробных показателей в процессе акклиматизации происходило за счет перестроек работы сердечно-сосудистой системы, которые были выявлены в процессе суточной регистрации ЭКГ.

Известно, что основные акклиматизационные процессы происходят во время ночного сна на высоте, причем они могут быть как положительно направленными на улучшение противостояния действию комплекса факторов высокогорья, и, в первую очередь, гипоксии, так и деструктивными, приводящими к серьезным нарушениям в работе организма [1, 5].

Во всех исследованных нами реализациях сна в высокогорье отсутствовала закономерная цикличность стадий сна, нарушалось их соотношение, плавность перехода от дремоты к глубокому сну, выход из сна со стадии парадоксального сна. В ряде случаев мы могли наблюдать ЭКГ-признаки стадии глубокого медленноволнового сна [1], которая реализовалась единым фрагментом, на фоне быстрого перехода – «выпадения» из бодрствования или поверхностного сна (рис. 1).

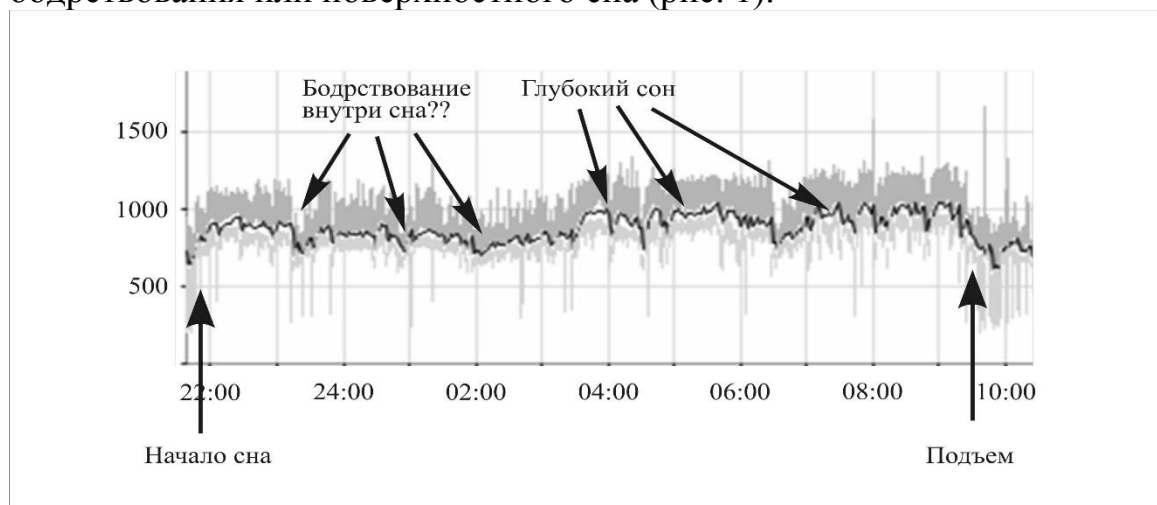


Рис. 1. Кардиоинтервалограмма обследуемого ВВВ (мужчина, 62 года). Высота 5380 м. По оси X — местное время проведения обследования, по оси Y — длительность кардиоинтервала в мс.

В процессе напряженной мышечной деятельности при подъеме с высоты 4350 м на высоту 5400 м значительно возрастал показатель ЧСС (местами до 180-190 уд/мин) и снижалась скорость движения. В начале движения ритм шагов составлял 2 секунды на цикл, далее увеличивался до 6-7 секунд, также отмечались остановки продолжительностью до 6 минут.

При анализе параметров вариационной пульсометрии в процессе подъема на высотах 4800-5000м выявлялось снижение общей variability сердечного ритма, наиболее выраженное в высокочастотном диапазоне спектра кардиоинтервалограммы (HF). В фоновом состоянии HF-компонент у всех обследуемых доминировал, составляя 35-60% спектральной мощности. При максимальной нагрузке он значительно снижался. Кроме того, на фоне работы у всех обследуемых наблюдался рост компонента VLF, достигающего 47-50% с изменением от исходного уровня на 20-30%. По нашему мнению, это может свидетельствовать о повышении значимости анаэробных эрготропных механизмов на фоне выраженной гипоксии (рис. 2).

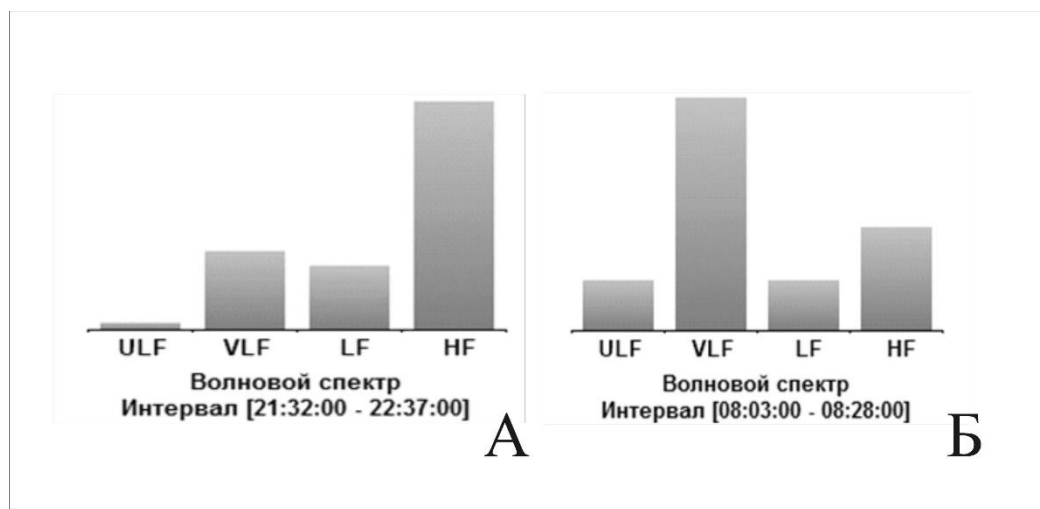


Рис. 2. Спектральные

характеристики кардиоинтервалограммы (А — начало сна, Б — максимальное напряжение во время подъема).

Во время восхождения наблюдались значительные изменения в амплитуде и длительности различных частей кардиокомплекса - существенная депрессия R-зубца, рост амплитуды S и T зубцов; подъем ST-сегмента, поступательное снижение длительности интервалов PQ, ST, RT; некоторое сужение R-зубца (рис. 3).

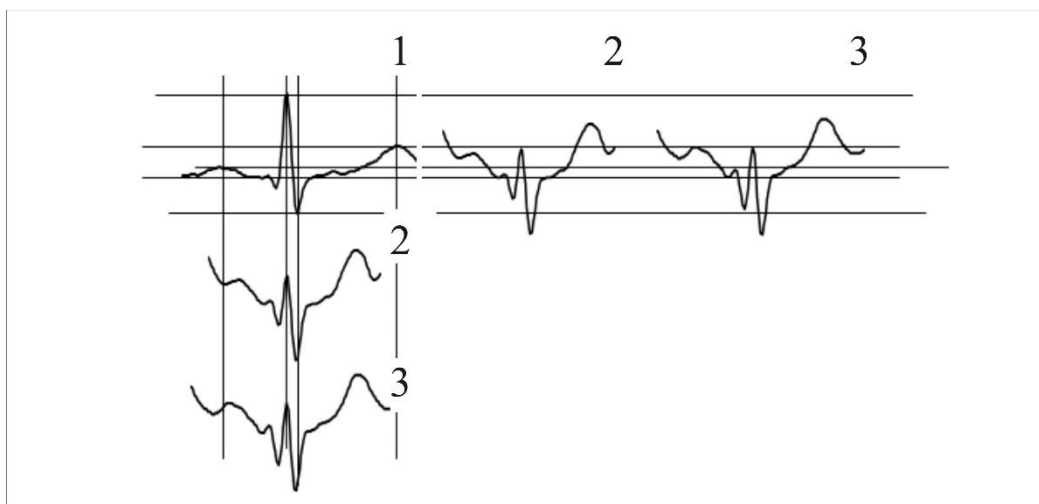


Рис. 3. Деформация кардиокомплекса в процессе подъема. Обследуемый ИЛ (мужчина, 48 лет). 1 – спокойное бодрствование (4050 м), 2 – начало маршрута (4350 м); 3 – продолжение работы (около 4700 м).

В литературе описаны некоторые феномены перестройки ЭКГ при развитии высотной гипоксии: укорочение R-R интервала, увеличение зубца P, удлинении PQ и уплощении зубца T [6] или даже его извращение [2]. По нашему мнению, некоторые различия наблюдаемых феноменов можно объяснить разными высотами проведения обследования, а также разным физическим состоянием обследуемых.

При движении на высотах более 5000 м (ЧСС около 120 уд./мин) нами были выявлены многочисленные случаи желудочковых экстрасистол без компенсаторной паузы, не нарушающие общего ритма сокращений, а также единичные наджелудочковые экстрасистолы, что, в целом, свидетельствует о признаках перенапряжения регуляции работы сердца.

Выводы

Участие лиц среднего возраста без специальной подготовки в высокогорных восхождениях сопровождается значительными адаптационными перестройками работы кардиореспираторной системы вследствие сочетания высотной гипоксии и длительной аэробной нагрузки, совместно предъявляющих высокие требования к обеспечению организма кислородом. На высотах до 5400 м наблюдается значительное снижение насыщения крови кислородом, на которое сердечно-сосудистая система отвечает тахикардией, изменением спектральных характеристик кардиоинтервалограммы, нарушениями ритма сердечных сокращений, деформацией кардиокомплекса.

Библиография

1. Войнов В.Б., Вербицкий Е.В. Исследование сомнологических аспектов острой адаптации человека к высокогорью // Физиология человека. - 2014. - Т.40, № 6. - С. 46–57.
2. Рябцев С.М. Холтеровское мониторирование ЭКГ у альпинистов при высокогорных восхождениях // Современные проблемы науки и образования. - 2007. - № 1. - С. 130-131
3. Суслов Ф.П., Гиппенрейтер Е.Б., Холодов Ж.К. Спортивная тренировка в условиях среднегорья. - М.: РГАФК, 1999. - 202 с.
4. Тимушкин А.В. Проектирование тренировки квалифицированных спортсменов в условиях высокогорья. - Автореферат дисс... д-ра пед.наук. - Балашов, 1998. - 48 с.
5. Chin K., Ohi M., Hirai M. et al. Breathing during sleep with mild hypoxia // Journal of Applied Physiology. - 1989. - V.67, № 3. - P.1198-1207.
6. Koller E. A., Drechsel S., Hess T., Macherel P., Boutellier U. Effects of atropine and propranolol on the respiratory, circulatory, and ECG responses to high altitude in man // European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology. - 1988. - №57. - P.163-172.

К ВОПРОСУ О МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВАХ АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА К СПЕЦИФИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ СРЕДЫ

Мещеряков А.В., к.б.н., доцент
Разумовский Е.А., д.п.н., профессор
Эпов О.Г., к.п.н., профессор
Катанский С.А., к.п.н., доцент
Сарсания С.К., к.м.н., профессор

*ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)», Россия, г. Москва
aleksei236632@ya.ru*

Аннотация. В материалах анализируются представления о структурной организации и формировании «синдрома адаптации», воздействии разнообразных стресс-факторов, имеющих системный характер. На основе имеющихся знаний сделан вывод, что составляющие механизма адаптации и конечный эффект ее формирования обуславливают образование и соответствующее проявление более прочной стабилизации характеристик внутренней среды, уровня жизнедеятельности посредством двигательной активности и двигательного поведения.

Ключевые слова: адаптация, стресс-фактор, организм, двигательная активность, воздействие, окружающая среда, внутренняя среда.

ABOUT MEDICAL AND BIOLOGICAL BASES OF HUMAN ADAPTATION TO SPECIFIC CONDITIONS OF THE MEDIA

Meshcheryakov AV, Ph.D., Associate Professor

Razumovsky EA, Ph.D., Professor

Epov OG, Ph.D., Professor

Katanskiy SA, Ph.D., Associate Professor

FGBOU VO "Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism (GTSOLIFK)",
Russia, Moscow

Annotation. The materials analyze the concept of the structural organization and the formation of the "adaptation syndrome", the impact of a variety of stress factors that are systemic in nature. On the basis of the available knowledge, it was concluded that the components of the adaptation mechanism and the final effect of its formation determine the formation and corresponding manifestation of a more stable stabilization of the characteristics of the internal environment, the level of vital activity through motor activity and motor behavior.

Key words: adaptation, stress factor, organism, motor activity, impact, environment, internal environment.

Биофизические, морфо-физиологические и биохимические характеристики адаптации дают возможность организму выживать и функционировать эффективно в постоянно меняющихся условиях окружающей среды. Эти в целом биологические особенности адаптации, благоприобретенные в онтогенезе, а также, обусловленные генетически, направлены на уменьшение общего напряжения организма, формируются и совершенствуются во время активной (напряженной) жизнедеятельности.

Стресс, в современном понимании, представляет собой комплекс биологических откликов (функциональных, структурных, биохимических, информационных), возникающих в организме под воздействием разнообразных по силе, интенсивности, скорости проявления, направленности воздействия, характеру физических факторов внутренней и внешней среды: социальной, природной, ментальной, двигательной (физической), эндокринной и др. [1] В оценке функционального состояния организма, в определении его резервных возможностей, степени адаптации к различным факторам окружающей среды основное внимание уделяется исследованию кардио-респираторной системы, которую считают лимитирующей работоспособность и жизнедеятельность [4, 6]. В таблице 1 показаны некоторые стресс-агенты, формирующие в реальных условиях так называемый «синдром адаптации», иначе – комплекс биологических свойств организма, обеспечивающих его оптимальную работоспособность целесообразное поведение и физическую (двигательную) производительность.

Реакции, формирующие «синдром адаптации» [13], зависят от индивидуальных особенностей структурной организации и специфики функционирования тканей и клеток, систем, отдельных органов и всего организма в целом, интенсивности и направленности воздействия каждого из стресс-факторов (напряжённости жизнедеятельности человека), имеют системный характер [1].

В зависимости от комплекса стрессорных факторов адаптационные процессы обеспечиваются эволюционно избирательной активизацией деятельности ЦНС, вегетативных функций и двигательного поведения. По свидетельству S.R. Bloom, A.V. McArdle и др. [2], общая биологическая (биофизическая, физиологическая, биохимическая, как считают L.E. Armstrong, M.R.Y. Katch et al.) схема мышечного напряжения носит лишь оценочный характер и не является целевой функцией [3].

Но при всём многообразии комплекса стресс-факторов реальная картина жизнедеятельности (интеллектуальной деятельности, мышечного напряжения, интенсивности и мощности общей двигательной активности) в этом случае отражает лишь феноменологию, прежде всего:

- а) индивидуальных особенностей (конституцию) организма человека;
- б) исключительно лишь направленность течения внутренних процессов [5]

Таблица 1 - Комплекс «стресс-факторов», определяющих «синдром адаптации» к внутренним и внешним воздействиям

Внутренние воздействия	Внешние воздействия
терморегуляция (холод, жара, влажность); иммунитет; нутрицевтика (ферментативные процессы питания, водный баланс (жажда), голод и др.); гормональный статус; фармакология; эргогенетика; циркадные ритмы (десинхроноз); двигательная активность, (мышечные напряжения, тонус); психика (эмоции и т.д.); образ жизни.	<u>Физические:</u> темнота/свет; шум; внешнее время; электромагнитные волны.
	<u>Природно-климатические:</u> тепло (жара), холод, влажность; атмосферное давление; присутствие/отсутствие, повышенное/пониженное содержание O ₂ ; геомагнетизм атмосферы; состояние атмосферы (смог и др.); радиация; ландшафтное окружение; геофакторы (средне- и высокогорье).
	<u>Биофизические:</u> мутации; заболевания; травмы; инфекции.

Совокупность «адаптационных откликов» (по Бернштейн А.Д.) как ответных реакций на действие различных стрессоров внутренней и окружающей среды во многом зависят от специфики локализации воздействий и эволюционно проявляются во всём диапазоне регулируемых систем: организменном, системном, органном, тканевом и клеточном уровнях [11]. Уровни локализации представлены в таблице 2.

Основываясь на обозначенных взаимосвязях можно констатировать, что поддержание жизненных (функциональных) проявлений, соответствующего двигательного поведения организма посредством «приспособления, адаптации и акклиматизации, достижение адекватного гомеостаза» (по Меерсон Ф.З., Слоним А.Д.) практически осуществляется на всех уровнях физиологической интеграции организма [3] (что очень важно!).

Таблица 2-Уровни локализации «адаптационного отклика»

Признаки	Характер реакций	Локализация	Характеристика адаптации
Естественный отбор	Генотип, мутагенез	Популяция	Врожденные (генетически детерминированные)
Кардиореспираторная, костно-мышечная и другие системы	Функциональное развитие, совершенствование	Системы органов, организм	Приобретенные в онтогенезе
Ферментная активность, гормональная регуляция, метаболизм	Биохимические, мембранные процессы, энергия активации	Клетки (молекулярный уровень) ткани, органы	Приобретенные в онтогенезе

Однако чувствительность различных органов и тканей к адекватной регуляции при воздействии различных стресс-факторов главным образом определяется, следующими параметрами:

1) функциональным состоянием органа или системы: внутренней лабильностью, т.е. «физиологической подвижностью», способностью к целесообразному (в биофизическом, общебиологическом смысле) функционированию и взаимосвязанными с этими оптимальными границами колебаний параметров жизнедеятельности;

2) биологической активностью ткани (на клеточном и молекулярном уровнях), отвечающей на воздействия разнообразных факторов внешней и внутренней среды;

3) особенностями окружающей среды (метеорологические условия, природно-географическая ситуация и т.д.);

4) физическими параметрами среды и характером стрессоров.

Составляющие механизма адаптации, по утверждению Слоним А.Д., в определенной степени характеризуются также «...критериями совершенства

той или иной формы или стадии адаптации» [2]. Орбели Л.А., создавая предпосылки для исследования эволюции адаптации физиологических процессов, обосновал значимость «новых элементов» (таких как лимбической системы коры головного мозга, мозжечка) в деятельности ЦНС при регуляции разнообразных функций организма в процессе адаптации к внешним условиям [11]. Само понятие среды обитания в данном контексте значительно осложняется в связи с выделением как физических (материальных) так и «сигнальных факторов», воздействующих на организм человека при перемене среды обитания или изменении параметров воздействия [7, 9]. Переводя на уровень образования условных рефлексов, изменяющих в процессе адаптации деятельность органов-мишеней и систем (система крови, кардио-респираторная система, пищеварительная система и др.), а также и общую жизнедеятельность организма (белковый и углеводный баланс, общий обмен веществ и энергии), были установлены «исключительно специфические адаптационные закономерности взаимоотношений между внешней средой и организмом» [3]. В последующем эти эмпирические понятия были Бирюковым Д.А. дополнены и развиты. Он при изучении феноменологии адаптационных процессов предложил включить представления о значимости «адекватности природных, естественных раздражителей» (стрессоров, экстремальных воздействий, стимулов - авт.) при так называемой «безусловнорефлекторной деятельности» человеческого организма и образовании «условных рефлексов адаптации», во многом определяющих функциональные резервы организма человека [2, 11]. Последующие исследования выявили довольно сложные взаимосвязи между адаптивными свойствами нервной системы (отражение, сила, возбудимость, лабильность, реактивность нервных процессов и т.д.), условиями окружающей внешней среды и уровнем биологической организации [7, 8, 11, 12, 14].

Оказываясь в особых, непривычных условия среды, или создавая их специально в культурных условиях жизни (трудовые и другие процессы жизнедеятельности), человек не только *сознательно осложняет многие процессы собственной адаптации* [2, 11, 12, 13] к природным факторам внешней среды (естественное приспособление), но и через выбор адекватных способов действия (средства лечения и методы реабилитации, способы восстановления при различного рода поражениях, *эффективно решает эти проблемы*, как утверждают Созански Х., Волков Н.И. и Мещеряков А.В. [1, 10, 14].

Выводы

1. Составляющие механизма адаптации и конечный эффект ее формирования обуславливают образование и соответствующее проявление более прочной стабилизации характеристик внутренней среды, уровня жизнедеятельности, двигательной активности и двигательного поведения.

Библиография

1 Волков, Н.И. Биохимическая адаптация при спортивной тренировке: Учебник для ин-тов физической культуры / Н.И. Волков. – М.: ФиС, 1988. – С. 374–383.

2 Ленц, Н.А. Временная адаптация, погода и работоспособность квалифицированных спортсменов / Н.А. Ленц, Е.А. Разумовский // Олимпийские игры в Атланте: погода, акклиматизация и работоспособность спортсменов. – М.: ОКР, 1995. – С. 10-17.

3 Меерсон, Ф.З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова – М.: Медицина, 1988. – 256 с.

4 Мещеряков, А.В. Влияние изменения атмосферного давления на ЧСС при выполнении физических упражнений / А.В. Мещеряков // Актуальные проблемы теории и практики физической культуры и спорта: тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции. – Ульяновск: УлГУ, 2004. – С. 39 – 40.

5 Мещеряков, А.В. Физическая работоспособность студентов-юношей, имеющих разный уровень двигательной активности / А.В. Мещеряков // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 11. – С. 8.

6 Мещеряков, А.В. Эколого-физиологические аспекты адаптации молодых людей к условиям окружающей среды / А.В. Мещеряков, А.Ю. Малофеев // Медико-физиологические проблемы экологии человека: материалы Всероссийской конференции с международным участием. – Ульяновск: УлГУ, 2007. – С.172 – 174.

7 Мещеряков, А.В. Исследование степени напряжения регуляторных систем студентов специального медицинского отделения / А.В. Мещеряков, В.П. Голомолзина // «Математическая морфология». Электронный математический и медико-биологический журнал. – Смоленск: СГМА. – 2007. – Том 6. – Выпуск 3. – С. 1 – 4. www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/TITL.HTM

8 Мещеряков, А.В. Функционально-двигательная активность человека при акустическом стрессе / А.В. Мещеряков «Экстремальная деятельность человека». – 2014. – № 2 (31). – С. 3-5.

9 Мещеряков, А.В. Перекрестные эффекты адаптации к стрессорным ситуациям / А.В. Мещеряков, С.П. Левушкин // Историческая и социально-образовательная мысль. Том 7, № 3, 2015. – С. 122-125.

10 Мещеряков А.В. Роль двигательной активности в формировании иммунитета и снижении заболеваемости студентов разных соматотипов / А.В. Мещеряков // Социология, 2015. - № 2. – С. 180-184.

11 Разумовский, Е.А. Акклиматизация и тренировка / Е.А. Разумовский, Н.И. Волков // Вопросы акклиматизации и временной адаптации спортсменов. – М.: ОКР, 1995. – С. 12-18.

12 Рот, В. Физиолого-биохимические аспекты тренировки / В. Рот. – Варшава: SportWyczinowy, 1994. – С. 12-33.

13 Селье, Г. Очерки об адаптационном синдроме / Г. Селье. – М.: Медицина, 1960. – 252 с.

14 Созански, Х. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Рецензия / Х. Созански. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 584 с.

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ АКТИВНОСТИ ПОДКОЖНЫХ ТЕРМОГЕННЫХ СТРУКТУР ПРИ ДЕЙСТВИИ СТИМУЛОВ РАЗНОЙ МОДАЛЬНОСТИ

Козлов А.В., аспирант
Сонькин В.Д., д.б.н., профессор
Якушкин А.В.,
Торкаев С.П.

*Российский государственный университет физической культуры,
спорта, молодежи и туризма, Москва, Россия
89165363085a@mail.ru*

Аннотация. Предложен метод оценки активности подкожных термогенных структур, основанный на динамической инфракрасной термографии. Суть метода состоит в сопоставлении динамических изменений кожной температуры различных участков поверхности тела при действии факторов, вызывающих метаболические реакции организма. Использование метода может быть полезно для изучения механизмов изменения теплового состояния в ответ на различные возмущающие воздействия на организм человека, и в ряде случаев позволит провести дифференциальную диагностику метаболических и сосудистых реакций.

Ключевые слова: инфракрасное тепловидение, кожная температура, бурый жир, метаболизм, не сократительный термогенез.

METHOD OF INVESTIGATION OF THE ACTIVITY OF SUBCUTANEOUS THERMOGENEOUS STRUCTURES UNDER THE ACTION OF STIMULUS OF DIFFERENT MODALITY

Kozlov AV, Post-Graduate Student
Sonkin VD, Doctor of Biological Sciences, Professor
Yakushkin AV,
Torkaev S.P.

Annotation. A method for evaluating the activity of subcutaneous thermogenic structures based on dynamic infrared thermography is proposed. The essence of the method consists in comparing the dynamic changes in skin temperature of various parts of the body surface under the action of factors that cause metabolic reactions of the body. The use of the method can be useful for studying the mechanisms of the change in the thermal state in response to various perturbing effects on the human body, and in some cases will allow differential diagnosis of metabolic and vascular reactions.

Keywords. Infrared thermal imaging, skin temperature, brown fat, metabolism, non-contractile thermogenesis.

Введение. Характер распределения кожной температуры при различных функциональных состояниях организма давно вызывает интерес исследователей. В последние годы в медико-биологических исследованиях стали широко использовать современные системы инфракрасного тепловидения (ИКТ), отличающиеся достаточно высокой точностью, охватом большой поверхности и возможностью автоматического расчета средневзвешенной температуры видимого участка кожи. В результате дистантного, не инвазивного и абсолютно безвредного исследования, не имеющего противопоказаний и пригодного для многократного повторения, получают так называемые термограммы, то есть инфракрасные “портреты” поверхности всего тела или его отдельных областей.

На тепловое состояние поверхности кожи, фиксируемое с помощью тепловизора, оказывают влияние не только условия окружающей среды, но также физиологические процессы: циркуляция крови в кожном покрове, экзотермические метаболические процессы, и т.п. [1]. Так, например, в исследованиях Fournetal.[2,3] описаны различия в температуре поверхности кожи бедра между мужчинами и женщинами (до 2°С ниже у женщин). Авторы пришли к заключению, что эти различия связаны не столько с более развитым подкожным жиром у женщин, сколько с уровнем метаболизма. Christensenetal. [4] анализировали гендерные различия температуры кожи лица, и нашли ее более высокой у мужчин, назвав циркуляцию крови и уровень метаболизма основными причинами этих различий.

Между физической активностью и усилением метаболизма существует очевидная взаимосвязь. Как правило, физическая активность приводит к повышению температуры тела, что, в свою очередь, приводит к увеличению рассеивания тепла [5,6], причеминдивидуальный уровень физической подготовки также может влиять на тепловой профиль [7].

Открытым остается и вопрос о связи ИК «портрета» тех или иных участков тела с анатомическими структурами, которые расположены на определенном расстоянии от поверхности кожи [8].

В термонеutralной зоне (28—32°C) температура сравнительно равномерно распределена по всей обнаженной поверхности тела и близка к 36°C, тогда как при комнатной температуре (20—22°C) обнаженные участки кожи остывают неравномерно: одни сильнее, чем другие, что формирует специфический мозаичный вид термопортрета конкретного человека. Этот рисунок достаточно устойчив и в главных чертах повторяется у человека при многолетнем наблюдении [9].

Текущая температура в каждой точке поверхности тела представляет собой результирующую множества разнонаправленных физиологических процессов, одни из которых ведут к ее повышению, а другие – к снижению.

Можно было бы предположить, что определяющим для формирования термопортрета является локальный кожный кровоток, но в этом случае потребуется объяснить, в чем причина очень вариативного у разных людей мозаичного распределения кожных сосудов. Еще труднее было бы объяснить мозаичное распределение влияний автономной нервной системы на тонус кожных сосудов. Из опыта известно, что 60-секундное пребывание стоп испытуемого (7–8% поверхности тела) в ледяной воде вызывает достаточно мощное охлаждение всего организма, однако температура некоторых участков кожного покрова при этом может повышаться [10]. В таких условиях гомеостатические функции организма направлены на сохранение тепла, и очевидно, что локальное повышение кровотока в некоторых участках кожи противоречит этой задаче, демонстрируя активность подкожных термогенных структур [11] – в частности, бурой жировой ткани.

На протяжении 15-20 минут адаптации к температуре внешней среды, если она ниже термонеutralной, тонус капилляров кожи повышается, кожный кровоток снижается и поверхность открытых участков тела остывает, что позволяет задерживать тепло внутри тела. При этом, тонус сосудов открытой поверхности кожи может быть не одинаковым в разных участках (в зависимости от расположения ближайших к поверхности термогенных структур), но будет тем не менее понижаться на всей поверхности, т.к. окружающая температура одинаково влияет на всю обнаженную площадь кожи. В этом случае мы будем наблюдать на термограмме общее понижение температуры кожи с сохранением особенностей мозаичного термопортрета испытуемого, зафиксированных до начала адаптации.

В случае, если близко к поверхности кожи располагаются термогенные структуры, а температура внешней среды ниже порога их активации (ниже границы термонеutralности), то температура таких участков будет понижаться медленнее. При этом, подкожные источники тепла будут

проецироваться на поверхность кожи более контрастно, т.к. «подогрев» этих участков кожи снизу и локальные изменения капиллярного кровотока [11] существенно обостряют профиль поверхностных температур (рис.1).

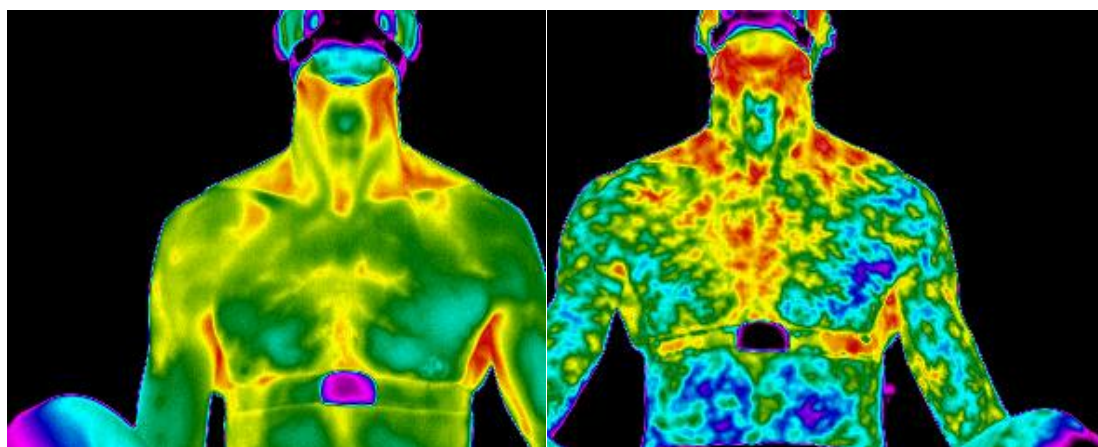


Рисунок 1. Влияние острого локального охлаждения на термограмму груди.

Слева термограмма испытуемого после 15 мин. адаптации к температуре 20—22°C. Справа – термограмма того же испытуемого сразу после острого локального холодного воздействия (погружения стоп ног в емкость с холодной водой (0 °C) на 1 минуту).

Таким образом, кожная температура, измеряемая с помощью тепловизора и количественно выражающая интенсивность потока инфракрасного излучения, может отражать активность расположенных под кожей термогенных структур, в том числе бурой жировой ткани (БЖТ) [12,13,14]. Эта идея реализована в нескольких лабораториях мира, где занимаются исследованиями БЖТ [13, 15, 16,17, 18].

Наиболее часто исследователи используют технику ИКТ, чтобы измерить активность БЖТ в надключичной области [13,19,20,21,22,23,24,25], где активность этой ткани у взрослых людей связывают со снижением веса и нормализацией уровня глюкозы крови [26]. Тем не менее, «золотым стандартом» выявления активности БЖТ остается позитронно-эмиссионная томография – метод далеко небезопасный и непригодный для многократного применения в короткие промежутки времени, т.к. обладает значительной радиационной нагрузкой [15,16,27,28],

В этом отношении ИКТ предоставляет совершенно другие, намного более широкие возможности благодаря полной безопасности и возможности длительного наблюдения. Тем не менее, тепловизоры до сих пор находят ограниченное применение в исследованиях БЖТ и других источников термогенеза в организме, поскольку не решена проблема дифференциальной

диагностики различных процессов, влияющих на температуру поверхности кожи [8]. Проблема состоит в неоднозначности интерпретации регистрируемых термограмм, отражающих текущую кожную температуру, зависящую одновременно от целого ряда факторов: тонуса кожных сосудов, активности потоотделения, метаболической активности расположенных под кожей тканей, а также окружающей температуры и влажности [29,30,31,32,33,34,35].

Во время длительной термосъемки обнаженных участков тела в условиях комнатной температуры (то есть ниже термонейтральной) происходит постепенное снижение температуры всей поверхности тела, как «горячих», так и «холодных» участков. Изменение температуры этих точек может идти как однонаправленно, так и разнонаправленно, да еще и с разной скоростью, в зависимости от наличия и активности термогенных структур. Это может значительно исказить оценку термоактивности в различных участках тела, если для этого использовать абсолютные значения температуры [36,37,38].

Необходимы дополнительные расчеты, чтобы вычленили инфракрасные сигналы подкожных термогенных структур организма. В качестве примера сошлемся на работу китайских авторов [29], которые анализировали разницу между зоной самой высокой температуры на термограмме с самой низкой температурой окружающей ткани. Однако, такой подход вызывает возражения. Повышение температуры ядра тела человека, например, во время физической нагрузки, сочетается с одновременным охлаждением кожной поверхности вследствие потоотделения. При этом, анализировать разницу между самой высокой температурой определенной области и самой низкой температурой окружающей ткани возможно только при условии сохранения равномерной влажности кожи, т.к. точка минимальной температуры в динамике наблюдения может мигрировать в область наибольшего охлаждения (потоотделения), или соответствовать области с наибольшей толщиной кожно-жирового покрова. Максимальная разница температур в таких условиях может не отражать динамику реального теплового состояния испытуемого.

Необходим метод, который не чувствителен к факторам, связанным с точностью измерений, и при этом позволяет избежать ошибок интерпретации, связанных с маскировкой термогенных структур из-за различной глубины залегания, неравномерного охлаждения, изменения общего метаболизма организма человека.

Целью работы являлось создание удобного и репрезентативного метода для оценки термоактивности подкожных структур, который открывал бы возможность для изучения локализации таких структур и их реакции на стимулы разной модальности, активирующие не сократительный термогенез.

Методы исследования. Для решения задач исследования, испытуемые в разные дни подвергались в случайном порядке нескольким стандартизированным тестовым испытаниям, каждое из которых, по крайней мере у части испытуемых, вызывает активацию факультативного

несократительного термогенеза (Таб.1). В числе этих испытаний были: глюкозотолерантный тест, тест на определение максимальной аэробной мощности (рамп-протокол) на беговом тредбане (HP Cosmos), вингейтский тест на велоэргометре (Lode), тест с произвольной задержкой дыхания до отказа, холодное региональное воздействие (погружали ноги по щиколотки на 1 мин в воду с температурой около 0°C). Во всех этих случаях мы вели непрерывную регистрацию теплового состояния испытуемых с помощью калиброванных тепловизоров марки NEC.

У взрослого человека бурая жировая ткань преимущественно локализована в шейном и супраклавикулярном депо [16]. Кроме того, скопления бурой жировой ткани расположены вдоль позвоночной оси, частично в парааортальной области и рядом с верхушкой сердца, также небольшая ее часть находится в периренальной области [17]. Эти данные подтверждаются рядом ПЭТ/КТ исследований [39], в которых бурый жир чаще обнаруживается в шейной и надключичной зонах. Есть мнение, что в случае слабой выраженности скоплений бурой жировой ткани именно в этих участках, в остальных областях скопления БЖТ не существенны или вообще отсутствуют [16]. Тепловизионные съемки также позволяют предполагать наличие активной подкожной БЖТ в первую очередь в шейной и надключичной областях, но также в области грудины спереди и несколькими небольшими фрагментами на спине вдоль позвоночного столба [10].

Все исследования проведены на базе «ЦСТ и СК» Москомспорта. В исследованиях приняли участие 8 взрослых здоровых мужчин разной степени тренированности (от нетренированных до мастеров спорта), средний возраст 27.8 ± 4.0 года, масса тела 74.9 ± 5.1 кг, длина тела 178.3 ± 4.8 см. Каждый из испытуемых перед началом цикла исследований дал письменное информированное согласие на участие в проекте.

Все испытуемые воздерживались от приема пищи в течение 2 часов и от приема алкоголя не менее чем 24 часа до каждого тестирования. Все тесты проводились по-отдельности в разные дни.

Таблица 1. Тестовые пробы

п/п	Тест / проба	Обоснование
	Глюкозотолерантный тест	БЖТ активируется в ответ на ведение в организм пищи, в частности глюкозы, что проявляется в форме специфически-динамического действия [40,41,42].

	Холодовой тест	Охлаждение является классическим активатором БЖТ, в ответ на которое повышается уровень метаболизма за счет несократительного термогенеза [10,16,43,44,45,46,47,48].
	Рамп-тест	Повышение уровня катехоламинов при выполнении предельного аэробного теста [49] является стимулом для активации несократительного термогенеза [50], сопряженного с утилизацией лактата при нагрузке и погашением кислородного долга по ее окончании [10,38,51].
	Вингейтский тест	Тест анаэробной работоспособности приводит к значительному повышению уровня катехоламинов в крови [49], которое может стимулировать активацию БЖТ
	Тестназадержкудыхания	Во время задержки дыхания, в ответ на стресс, симп.н.с продуцирует некоторое кол-во катехоламинов, что способно вызвать активацию БЖТ.

Перед каждым тестом и термографированием испытуемые проходили температурную адаптацию в течение 15 мин в изолированном помещении с температурой 21–22°C (во время глюкозо-толерантного теста 28-30°C) и влажностью 45%–50% в состоянии мышечного покоя, раздетые по пояс, в положении стоя или сидя. Эта схема проведения исследования была призвана обеспечить умеренную активацию механизмов химической терморегуляции. После 15 минутной экспозиции, наряду с другими измерительными процедурами, с помощью двух бесконтактных тепловизоров NEC TN 9100SL проводилась термография спины и груди (одновременно), получали исходные данные. Далее испытуемый подвергался какому-либо тестовому воздействию (см. Таб.1), после этого съемка продолжалась согласно протоколу исследования для соответствующего воздействия. Во всех тестах, кроме глюкозо-толерантного, съемка и другие измерительные процедуры после воздействия продолжались 10 мин. Во время глюкозо-толерантного теста, после приема раствора глюкозы, съемка и другие измерительные процедуры продолжались 180 мин.

В процессе исследования регистрировали потребление кислорода, выделение углекислого газа, легочную вентиляцию, частоту пульса, а также вели непрерывную тепловидеосъемку спины или груди со скоростью 4 кадра в

секунду. Газоанализ проводили с помощью прибора Oxicon Pro (Германия), который калибровали непосредственно перед проведением каждого исследования. Во всех случаях, кроме глюкозо-толерантного теста, лактат и глюкозу в периферической крови измеряли до воздействия, по завершению воздействия и через 1 минуту после его завершения, далее на 1, 2, 4, 6, 8 и 10 минутах. Во время глюкозо-толерантного теста, который длился в общей сложности 195 мин, содержание лактата и глюкозы в капиллярной крови измеряли до приема глюкозы и далее каждые 20 мин.

Концентрации лактата и глюкозы определяли прибором Biosen. Анализ полученных результатов проводили с использованием статистических методов, реализованных в MS Excel.

Тепловизор располагался на расстоянии 3 м от испытуемого и на высоте 140 см от пола. Полученные термограммы обрабатывались с помощью специализированной программы Image Processor. Калибровка тепловизора осуществлялась в соответствии с “Правилами эксплуатации” перед каждым измерением.

Для количественного анализа на каждой термограмме вручную выделяли определенные области поверхности спины и груди (рис. 2), в пределах которых с помощью программных средств автоматически определялась максимальная и средневзвешенная температура с точностью до 0.1°C. Выбор областей для мониторинга (Рисунок 2) был произведен исходя из работ [13,16,17,20,18]. Протоколы воздействий на испытуемого в Таб. №2:

Таблица 2. Протоколы воздействий на испытуемого

ВОЗДЕЙСТВИЕ	ПРОТОКОЛ
Глюкозо-толерантный тест	В качестве воздействия, после 15 мин температурной адаптации испытуемый выпивал раствор глюкозы в воде (200 мл), в количестве 1 грамм глюкозы на 1 кг массы тела. Все процедуры измерения проводилось согласно методике (см. выше) и длилось 3 часа после приема глюкозы. Содержание лактата и глюкозы в капиллярной крови измеряли перед приемом глюкозы и далее каждые 20 мин.
Тест на задержку дыхания	В качестве воздействия, после 15 мин температурной адаптации испытуемый на обычном выдохе произвольно задерживал дыхание, до невозможности поддерживать это состояние. Все процедуры измерения проводилось согласно методике (см. выше) и длилось 10 мин после воздействия. Содержание лактата и глюкозы в капиллярной крови

	<p>измеряли до воздействия, сразу после отказа от задержки дыхания и далее на 1, 2, 4, 6, 8 и 10 минутах измерения.</p>
Холодовой тест	<p>В качестве воздействия, после 15 мин температурной адаптации испытуемый погружал стопы ног по щиколотки в емкость с холодной водой (0 °С) на 1 минуту. Все процедуры измерения проводилось согласно методике (см. выше) и длилось 10 мин после воздействия. Содержание лактата и глюкозы в капиллярной крови измеряли до воздействия, сразу после холодовой экспозиции и далее на 1, 2, 4, 6, 8 и 10 минутах измерения.</p>
Рамп-тест	<p>После 15 мин температурной адаптации, испытуемый подвергался нагрузке на беговом тредбане Woodway. Начальная скорость полотна 7 км/ч. Скорость плавно повышалась на 100 м за 10 сек. Работа продолжалась до отказа. С целью получения полной информации о состоянии испытуемого во время испытания, все процедуры измерения проводилась согласно методике (см. выше) во время температурной адаптации, в течении работы и 10 мин восстановления. Содержание лактата и глюкозы в капиллярной крови измеряли до воздействия, каждые 2 мин во время работы, сразу после отказа и далее на 1, 2, 4, 6, 8 и 10 измерения.</p>
Вингейтский тест	<p>В качестве воздействия использовался вингейтский тест на велоэргометре Lode в стандартном протоколе (время работы 30 с). Все процедуры измерения проводилось согласно методике (см. выше) и длилось 10 мин после воздействия. Содержание лактата и глюкозы в капиллярной крови измеряли до воздействия, сразу после нагрузки и далее на 1, 2, 4, 6, 8 и 10 минутах измерения.</p>

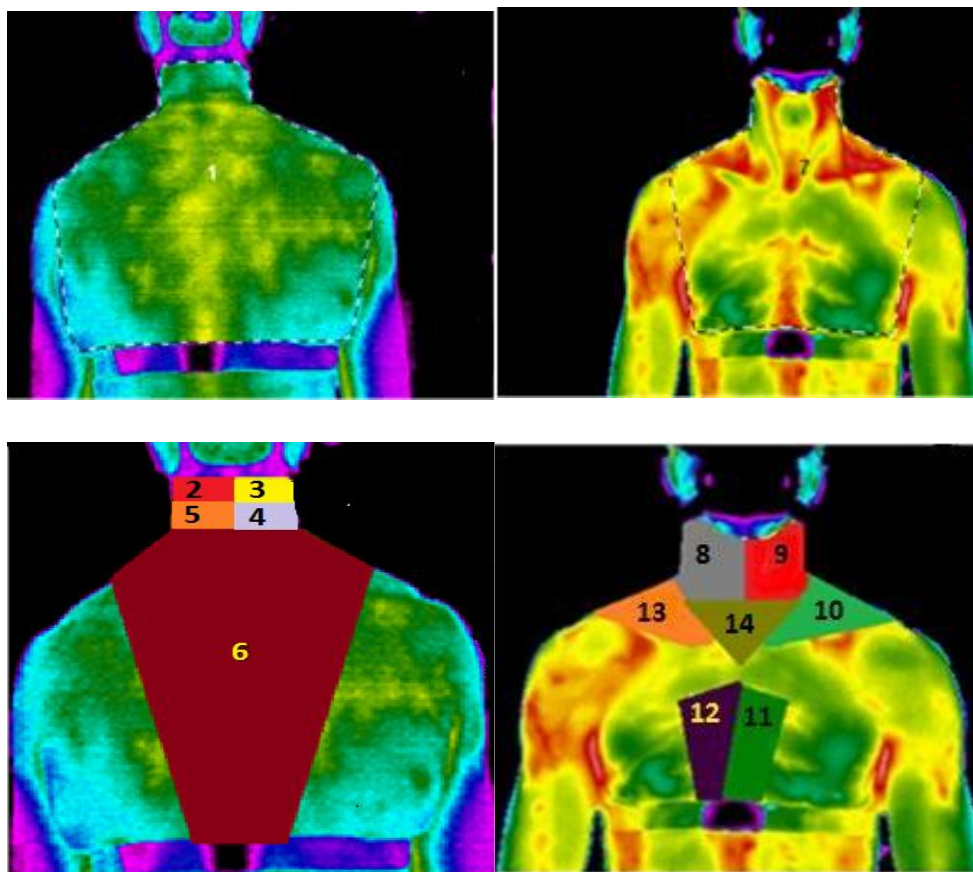


Рисунок 2. Выделяемые участки (области) поверхности спины и груди для мониторинга динамических изменений теплового состояния организма. Области 1 и 7 включают всю измеряемую поверхность со стороны спины и грудисоответственно.

Результаты исследования и их обсуждение. На рисунке 3 в качестве примера представлена динамика абсолютных значений максимальной температуры одной из областей шеи со стороны груди (обл. 14), надключичной области (обл. 13) и средней температуры всей измеряемой поверхности со стороны груди испытуемого ХХ после регионального холодого воздействия. Точка «0» на шкале времени задает начало отсчета воздействия холодого раздражителя.

Как видно, средняя температура всей измеряемой поверхности кожи (T_{avg}) со стороны груди, и максимальная температура областей 14 снижаются в течение 10 минут наблюдения. При этом, максимальная температур области 13 повышается. Наиболее логично предположить, что причиной этого различия может быть подкожная термогенная структура, которая находится в проекции области 13 и «подогревает» этот участок кожи из глубины. При этом, значения максимальной температуры области 14 на протяжении всего измерения выше значений максимальной температуры области 13, и на термограмме точка

максимальной температуры этого участка кожи будет выглядеть более «горячей».

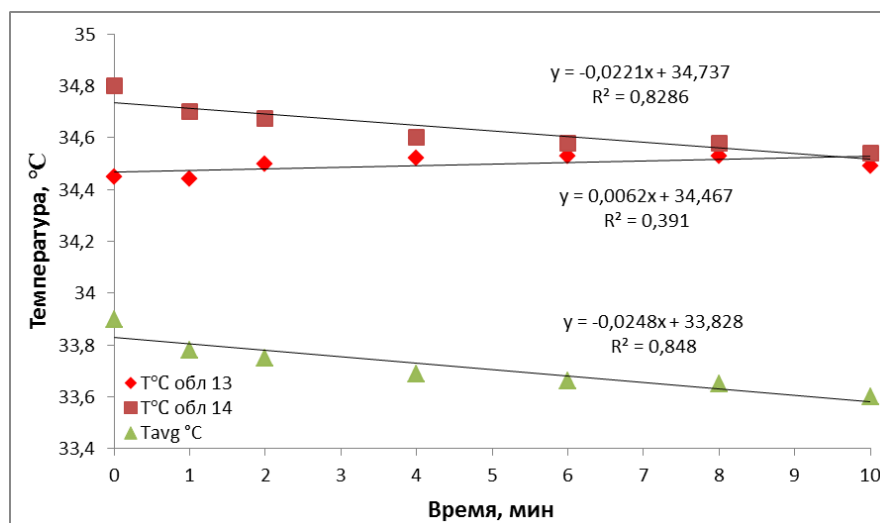


Рисунок 3. Динамика максимальной температуры надключичной области (обл. 13), области шеи со стороны груди (обл. 14), и средневзвешенной температуры спины после холодного воздействия у испытуемого XX.

Для определения возможной локализации подкожных термогенных структур человека и их реакции на стимулы разной модальности необходима количественная оценка. Мы предлагаем использовать расчетный показатель, названный нами «индексом термогенности» (*IT*), который является мерой оценки изменений теплового состояния кожи во времени и учитывает динамику температуры поверхности тела в процессе длительных наблюдений. *IT* представляет собой отношение разности максимальной температуры определенной области и средней температуры всей измеряемой поверхности кожи в определенный момент времени t_k , к разности этих температур сразу после температурной адаптации, до стимулирующего термогенез воздействия на испытуемого, то есть в момент времени t_0 :

$$(ф.1.) IT(i,t) = (Ti - Tav)_{tk} / (Ti - Tav)_{t=0}, \text{ где};$$

i - определенная область, $i = 1, 2, \dots, n$;

Ti - максимальная температура i -области (°C);

Tav - средняя температура (°C) всей измеряемой поверхности кожи;

t_k - момент времени, в который произведено измерение температуры после термогенного воздействия (мин.);

t_0 - момент времени, в который зафиксирована температура непосредственно перед термогенным воздействием.

В условиях неизменных температур $IT = 1, 0$.

В этом уравнении (*ф.1.*), использована разность максимальной температуры i -той области и средней температуры всей измеряемой поверхности, поскольку, на наш взгляд, она больше подходит для количественной оценки, чем разность максимальной и минимальной температуры, т.к. при этом снижается вероятность ошибки в анализе из-за неравномерной влажности кожи, различной глубины залегания термогенных структур, изменения активности обменных процессов в организме испытуемого и изменений окружающей температуры. Необходимо подчеркнуть $-IT$ отражает именно динамические изменения, которые обладают информационным преимуществом при использовании тепловизионной техники [52].

Оценка теплового состояния тех или иных областей поверхности тела при помощи IT позволяет количественно определять изменение уровня термоактивации локально расположенных тканей относительно исходного состояния испытуемого.

На рисунке 4 представлена динамика термоактивности области шеи со стороны спины (обл. 2) и межлопаточной области (обл. 6) после локального холодого воздействия, способного активировать несократительный термогенез в БЖТ. Видно, что кривая индекса термогенности IT области 2 на протяжении всего измерения расположена значительно выше исходного уровня (на графике ему соответствует линия на уровне 1.00). При этом, кривая IT области 6 снижается с первой по шестую минуту измерения и пролегает ниже уровня единицы. Таким образом, применение IT позволяет увидеть, что обл. 2, в отличие от обл. 6, обладает автономной термогенностью, степень которой можно количественно оценить в динамике и сравнить с другими участками поверхности тела испытуемого.

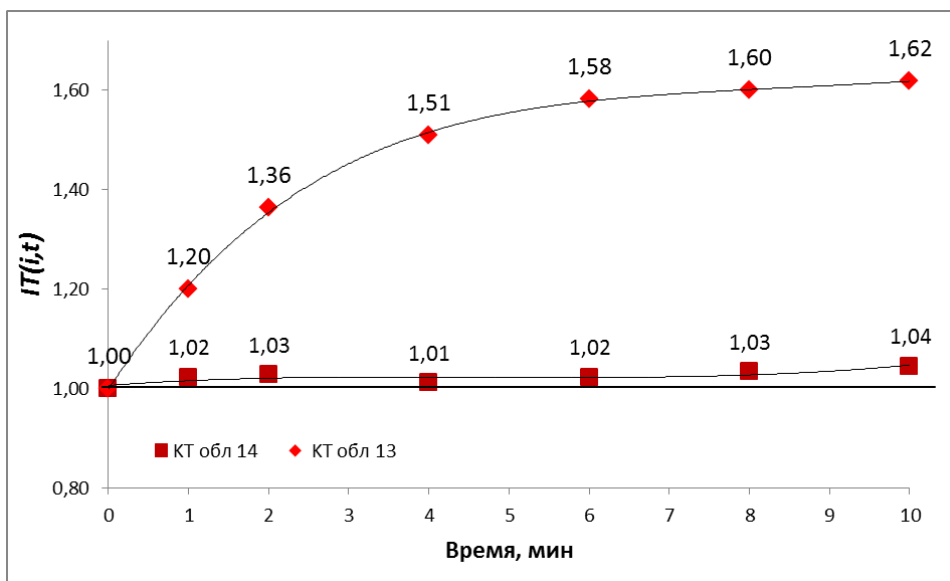


Рисунок 4. Динамика максимальной температуры надключичной области (обл. 13), области шеи со стороны груди (обл. 14) после локального холодого воздействия.

На рисунке 5 представлена динамика термоактивности надключичной области (обл. 13) при воздействиях разной модальности на одного испытуемого. Видно, что для обл. 13 этого испытуемого холодое воздействие является более термогенным по сравнению с остальными, а задержка дыхания термогенным стимулом не является.

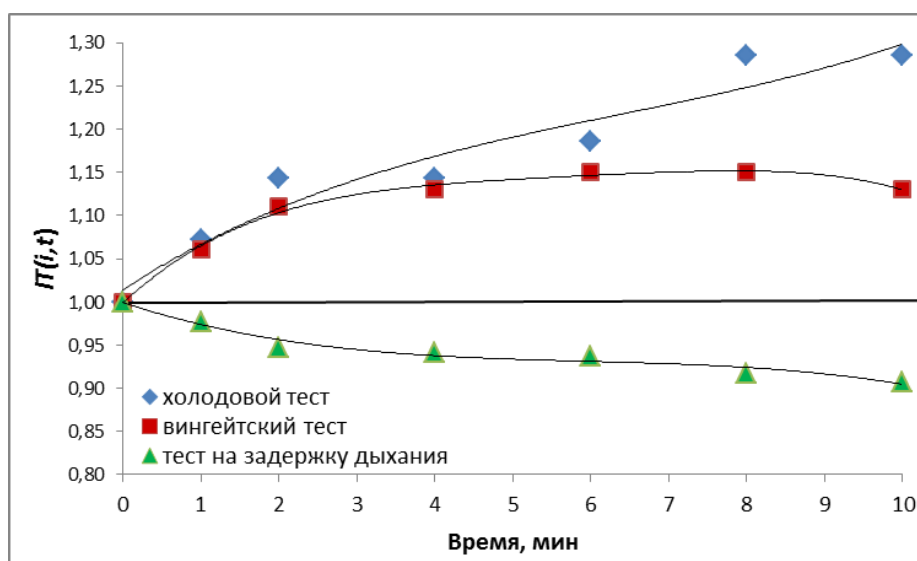


Рисунок 5. Динамика термоактивности надключичной области (обл. 13) при воздействиях разной модальности на одного испытуемого.

На рисунке 6 представлена динамика термоактивности надключичной области (обл. 13) при холодоем воздействии на двухразных испытуемых. Видно, что для Испытуемого 2 холодое воздействие является более термогенным по сравнению с Испытуемым 1.

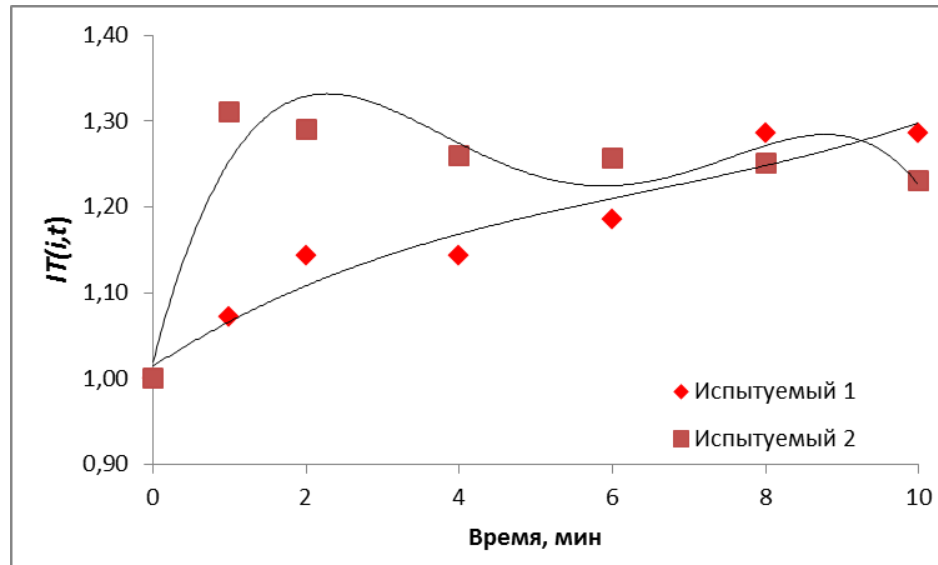


Рисунок 6. Динамика термоактивности надключичной области (обл. 13) при холодном воздействии на разных испытуемых.

Таким образом, при помощи IT становится возможным не только оценивать тепловое состояние различных областей поверхности тела, количественно определяя и анализируя изменение уровня их термоактивности при воздействии разной модальности, но и сравнивать уровень термоактивности гомологичных участков у разных испытуемых.

По данным термографирования, для каждого из 8 испытуемых были рассчитаны KT и на этом основании присвоены рангитермоактивации для выделенных областей. Всего 14 рангов, по 14-ти областям. Наивысший ранг соответствует наиболее термогенной области, которая определяется значением IT . Средние по группе значения максимальных IT и их ранги после комплекса воздействий на испытуемых представлены на лепестковой диаграмме (рис.7). Диаграмма показывает, что для усредненной выборки наибольшей термоактивностью обладает поверхность шеи со стороны спины (области 2,3,4,5) и область проекции сердца (обл. 11). Область проекции щитовидной железы (обл. 14) и область между лопатками (обл.6), напротив, менее других подвержены термоактивации.

Область	$IT(i,t)$	Ранг
01	1,48	8
02	2,55	14
03	2,19	13
04	1,69	11
05	1,62	10
06	1,36	2
07	1,46	7
08	1,49	9
09	1,40	3
10	1,42	6
11	1,78	12
12	1,40	4
13	1,40	5
14	1,34	1

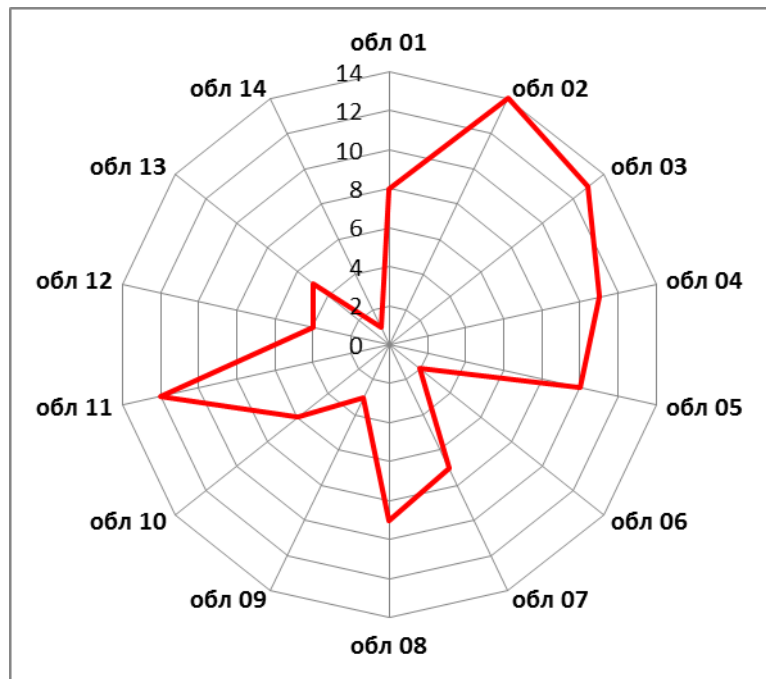


Рисунок 7. В таблице представлены средние по группе значения максимальных IT и их средние ранги после комплекса воздействий. Справа диаграмма усредненных рангов термоактивации областей поверхности тела у испытуемых (чем выше ранг – тем сильнее активация).

Области 10 и 13 (правая и левая надключичные впадины), где с применением позитронно-эмиссионной техники доказано присутствие БЖТ у большинства обследованных европейцев [15,16], продемонстрировали умеренную степень активации термогенеза по данным ИКТ.

На рис. 8 представлены усредненные по группе значения максимальных IT и их ранги после того или иного воздействия. Ранговая диаграмма показывает, что среди всех воздействий наибольшая термоактивация выделенных областей возникает у испытуемых во время рамп-теста, наименьшая - после задержки дыхания. Наиболее традиционные для исследований БЖТ способы воздействия – холодовой тест и глюкозо-толерантный тест – продемонстрировали средние по силе эффекты активации термогенеза.

Воздействие	$IT(i,t)$	Ранг
Глюкозо-толерантный тест	1,23	3
Тест на задержку дыхания	1,17	1
Холодовой тест	1,22	2
Рамп-тест	2,49	6
Рамп-восстановление	2,13	5
Вингейтский тест	1,44	4

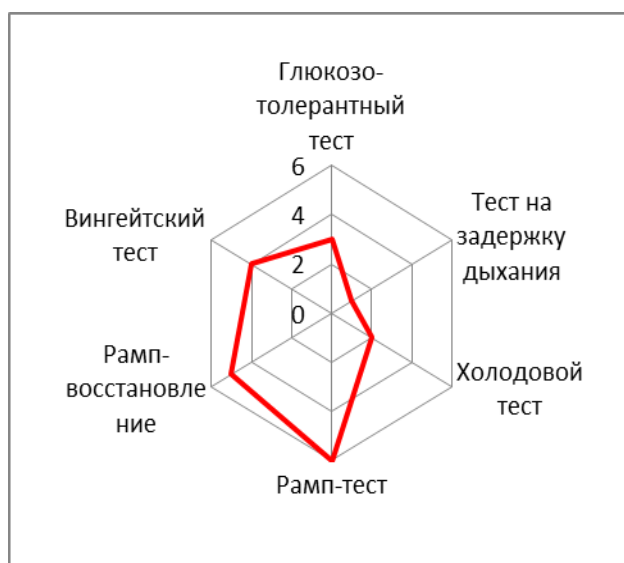


Рисунок 8.В таблице представлены средние по группе значения максимальных $IT(i,t)$ ихранги после определенного воздействия. Справа диаграмма сопоставления рангов термогенности различных по модальности воздействий.

Полученные результаты, вероятно, могут быть поняты только исходя из того факта, что термоактивных жировых тканей в организме может быть несколько разновидностей («бурый жир», «бежевый жир», «брайт жир»), которые различаются своим происхождением (от разных линий стволовых клеток) и особенностями метаболических процессов [53,54,55,56,57,58,59].

Можно полагать, что механизм разобщенного дыхания, являющегося главным отличительным свойством всех жировых термогенных тканей, используется в организме млекопитающих и человека для решения разных задач методом факультативного несократительного термогенеза – поддержание температурного гомеостаза, углеводного гомеостаза, кислотно-щелочного равновесия, и т.п.

Выводы

1. Динамическая инфракрасная термография открывает новые возможности исследования физиологических процессов, связанных с изменением тепловых потоков через поверхность кожи.
2. Предлагаемый нами метод определения локальной термоактивности отдельных областей поверхности кожи человека не чувствителен к некоторым факторам, глобально влияющим на точность измерения, т.к. разница температур поверхности кожи в момент времени не влияет на изменения ее излучательной способности, коэффициента конвективного теплообмена, влажности кожи (при условии

равномерности), относительной влажности и температуры окружающего воздуха [25].

3. Метод удобен для поиска локализации подкожных термогенных структур человека (в том числе и замаскированных снижением поверхностной температуры), для изучения реакции этих структур на стимулы разной модальности и выявления с помощью полученных данных взаимосвязи между различными механизмами реализации термогенеза.

Библиография

1. Ismael Fernández-Cuevasa, Joao Carlos Bouzas Marinsb, Javier Arnáiz Lastrasa, Pedro María Gómez Carmonaa, Sergio Piñonosa Canoa, Miguel Ángel García-Concepcióna, Manuel Sillero-Quintana // Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: A review / Infrared Physics & Technology 71 (2015) 28–55.

2. D. Fournet, L. Ross, T. Voelcker, B. Redortier, G. Havenith, Skin temperature mapping in the cold: the role of subcutaneous fat, in: XIV ICEE, ICEE, Nafplio, Greece, 2011.

3. D. Fournet, L. Ross, T. Voelcker, B. Redortier, G. Havenith, Body mapping of thermoregulatory and perceptual responses of males and females running in the cold, *J. Therm. Biol.* 38 (2013) 339–344.

4. J. Christensen, M. Vaeth, A. Wenzel, Thermographic imaging of facial skin—gender differences and temperature changes over time in healthy subjects, *Dentomaxillofac. Radiol.* 41 (2012) 662–667.

5. H.H. Pennes, Analysis of tissue and arterial blood temperatures in the resting human forearm, *J. Appl. Physiol.: Respir., Environ. Exerc. Physiol.* 1 (1948) 93–122.

6. J. Petrofsky, D. Paluso, D. Anderson, K. Swan, J.E. Yim, V. Murugesan, T. Chindam, N. Goraksh, F. Alshammari, H. Lee, M. Trivedi, A.N. Hudlikar, V. Katrak, The contribution of skin blood flow in warming the skin after the application of local heat; the duality of the Pennes heat equation, *Med. Eng. Phys.* 33 (2011) 325–329.

7. K. Cena, J.A. Clark, Thermographic observations of skin temperatures of trained and untrained runners, *J. Physiol.-London* 257 (1976) P8–P9.

8. Колесов С.Н., Воловик М.Г., Прилучный М.А. Медицинское теплорадиовидение: современный методологический подход. Н.Новгород: ННИИТО, 2008. 184 с.

9. Akimov E.B., Andreev R.S., Arkov V.V. et al. Thermal “portrait” of sportsmen with different aerobic capacity // *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*. 2009.

10. Е. Б. Акимов, Р.С. Андреев, Ю.Н. Каленов, А. А. Кирдин, В. Д. Сонькин, А. Г. Тоневецкий. Температурный портрет человека и его связь с аэробной производительностью и уровнем лактата в крови // Физиология человека. 2010, том 36, №4, с. 1-13.
11. Иваницкий Г.Р., Деев А.А., Пашовкин Т.Н. и др. Особенности теплового проявления подкожных источников нагрева на поверхности тела человека // Докл. АН. 2008. Т. 420. № 4. С. 551
12. Symonds M.E., Pope M., Budge H. Adipose tissue development during early life: novel insights into energy balance from small and large mammals // The Proceedings of the Nutrition Society. 2012. V. 71(3). P. 363.
13. Symonds M.E., Henderson K., Elvidge L. et al. Thermal imaging to assess age-related changes of skin temperature within the supraclavicular region co-locating with brown adipose tissue in healthy children // J. Pediatr. 2012. V. 161. № 5. P. 892.
14. A.J. Collins, E.F. Ring, J.A. Cosh, P.A. Bacon, Quantitation of thermography in arthritis using multi-isothermal analysis. I. The thermographic index, Ann. Rheum. Dis. 33 (1974) 113–115.
15. Cypess A.M., Lehman S., Williams G. et al. Identification and Importance of Brown Adipose Tissue in Adult Humans // New Engl. J. Med. 2009. V. 360. № 15. P. 1509
16. Nedergaard J., Bengtsson T, Cannon B. Unexpected evidence for active brown adipose tissue in adult humans // Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab. 2007. V. 293. P. E444.
17. Chiba S., Katsuragi I., Simada T. et al. Evaluation of human brown adipose tissue using positron emission tomography, computerised tomography and histochemical studies in association with body mass index, visceral fat accumulation and insulin resistance // *Obes. Rev.* 2006. V. 7. P. 87
18. В.Д. Сонькин, А.А. Кирдин, Р.С. Андреев, Е.Б. Акимов. Гомеостатический несократительный термогенез у человека: факты и гипотезы // Физиология человека. 2010, том 36, №5, с. 1-19.22.
19. T. Yoneshiro, S. Aita, M. Matsushita, T. Kameya, K. Nakada, Y. Kawai, M. Saito, Brown adipose tissue, whole-body energy expenditure, and thermogenesis in healthy adult men, *Obesity* 19 (2011) 13–16.
20. P. Lee, K.K. Ho, P. Lee, J.R. Greenfield, K.K. Ho, J.R. Greenfield, Hot fat in a cool man: infrared thermography and brown adipose tissue, *Diabetes Obes. Metab.* 13 (2011) 92–93.
21. Christina Jang, Sandya Jalapu, Moe Thuzar, Phillip W Law, Susanne Jeavons, Johanna L. Barclay, and Ken K.Y. Ho. Infrared thermography in the detection of brown adipose tissue in humans. // *Physiol Rep.* 2014 Nov; 2(11): e12167.
22. P. Lee, C. D. Werner, E Kebebew and F S Celi, Functional thermogenic beige adipogenesis is inducible in human neck fat. // *International Journal of Obesity* (2014) 38, 170–176;

23. Robinson L.J., Law J.M., Symonds M.E., Budge H. Brown adipose tissue activation as measured by infrared thermography by mild anticipatory psychological stress in lean healthy females.//*Exp Physiol*.2016 Apr;101(4):549-57.

24. E. Hadi H., Frascati A., Granzotto M., Silvestrin V., Ferlini E., Vettor R., Rossato M.// Infrared thermography for indirect assessment of activation of brown adipose tissue in lean and obese male subjects.//*Physiol Meas*.2016 Dec;37(12):N118-N128.

25. Damiano Formenti, Nicola Ludwig, Alessio Rossi, Athos Trecroci, Giampietro Alberti, Marco Gargano, Arcangelo Merla, Kurt Ammer, Andrea Caumo// Skin temperature evaluation by infrared thermography: Comparison of two image analysis methods during the nonsteady state induced by physical exercise.//*Infrared Physics & Technology* Volume 81, March 2017, Pages 32–40

26. P. Lee, J.R. Greenfield, K.K. Ho, M.J. Fulham, A critical appraisal of the prevalence and metabolic significance of brown adipose tissue in adult humans, *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 299 (2010) E601–E606

27. Метаболические особенности и терапевтический потенциал бурой и «бежевой» жировой ткани//Кокшарова Е.О., Майоров А.Ю., Шестакова М.В., Дедов И.И.//*Сахарный диабет*. 2014;(4):5–15

28

VanMarcken Lichtenbelt W.D., Vanhommerig J.W., Smulders N.M., Drossaerts J.M., Kemerink G.J., Bouvy N.D., Schrauwen P, Teule G.J.// Cold-activated brown adipose tissue in healthy men.//*N Engl J Med*. 2009 Apr 9;360(15):1500-8.

29. Mathematical modeling of temperature mapping over skin surface and its implementation in thermal disease diagnostics Zhong-Shan Deng, Jing Liu *Computers in Biology and Medicine* 34 (2004) 495 – 521.

30. Morrison S.F. Central neural control of thermoregulation and brown adipose tissue.//*Auton Neurosci*. 2016 Apr;196:14-24.

31 Cramer M.N., Jay O. Biophysical aspects of human thermoregulation during heat stress.//*Auton Neurosci*. 2016 Apr;196:3-13.

32 Périard J.D, Travers G.J, Racinais S., Sawka M.N. Cardiovascular adaptations supporting human exercise-heat acclimation.//*Auton Neurosci*. 2016 Apr;196:52-62.

33 Flouris A.D., Schlader ZJ. Human behavioral thermoregulation during exercise in the heat.//*Scand J Med Sci Sports*. 2015 Jun;25 Suppl 1:52-64.

34. Bagriantsev S.N., Gracheva E.O. Molecular mechanisms of temperature adaptation.//*J Physiol*. 2015 Aug 15;593(16):3483-91.

35 Branco LG¹, Soriano RN, Steiner AA. Gaseous mediators in temperature regulation.// *Compr Physiol*. 2014 Oct;4(4):1301-38.

36 Ang Q.Y., Goh H.J., Cao Y., Li Y., Chan S.P., Swain J.L., Henry C.J., Leow M.K. A new method of infrared thermography for quantification of brown adipose

tissue activation in healthy adults (TACTICAL): a randomized trial. // *J Physiol Sci.* 2016 Jul 21.

37. S. Bagavathiappan, B.B. Lahiri, T. Saravanan, John Philip, T. Jayakumar. Infrared thermography for condition monitoring – A review. // *Infrared Physics & Technology* Volume 60, September 2013, Pages 35–55

38. Usamentiaga R., Venegas P., Guerediaga J., Vega L., Molleda J., Bulnes FG. Infrared thermography for temperature measurement and non-destructive testing. // *Sensors (Basel)*. 2014 Jul 10;14 (7):12305-48.

39. Alkhaldeh K., Alavi A. Quantitative assessment of FDG uptake in brown fat using standardized uptake value and dual-time-point scanning // *Clin. Nucl. Med.* 2008. V. 33. № 10. P. 663.

40. Brown adipose tissue thermogenesis: interdisciplinary studies. *FASEB J* August 1990 4:2890-827. Matamala J.C., Gianotti M., Pericós J. et al. Changes induced by fasting and dietetic obesity in thermogenic parameters of rat brown adipose tissue mitochondrial subpopulations // *Biochem. J.* 1996. V. 319. Pt 2. P. 529.

41. Tappy L. Thermic effect of food and sympathetic nervous system activity in humans // *Reprod. Nutr. Dev.* 1996. V. 36. № 4. P. 391.

42. Jequier E. Thermogenic responses induced by nutrients in man: their importance in energy balance regulation // *Experientia. Suppl.* 1983. V. 44. P. 26

43. Himms-Hagen J. Role of thermogenesis in the regulation of energy balance in relation to obesity // *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 1989. V. 67. № 4. P. 394.

44. DeGroot D.W., Kenney W.L. Impaired defense of core temperature in aged humans during mild cold stress // *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2007. V. 292. P. R103.

45. Cannon B, Nedergaard J. Brown Adipose Tissue: Function and Physiological Significance // *Physiol. Rev.* 2004. V. 84. P. 277.

46. Sell H., Deshaies Y., Richard D. The brown adipocyte: update on its metabolic role // *Int. J. Biochem. Cell. Biol.* 2004. V. 36. № 11. P. 2098

47. Saito M., Yoneshiro T., Matsushita M. Activation and recruitment of brown adipose tissue by cold exposure and food ingredients in humans. // *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2016 Aug;30(4):537-547.

48. Van Marken Lichtenbelt W.D., Vanhomerig J.W., Smulders N.M., Drossaerts J.M., Kemerink G.J., Bouvy N.D., Schrauwen P, Teule G.J. // Cold-activated brown adipose tissue in healthy men. // *N Engl J Med.* 2009 Apr 9;360(15):1500-8.

49. Виру А.А., Кырге П.К. Гормоны и спортивная работоспособность. -М.: Физкультура и спорт, 1983.-159с.

50. Скулачев В. П., Богачев А. В., Каспаринский Ф.О. Мембранная биоэнергетика: Учебное пособие. – М.: Издательство Московского Университета, 2010.- 386с. B. Cannon, J. Nedergaard Brown Adipose Tissue: Function and Physiological Significance // *Physiol Rev* 84: 277–359, 2004

51. Е. Б. Акимов¹, В. Д. Сонькин //Кожная температура и лактатный порог //Физиология человека, 2011, том 37, № 5, с. 120–128
52. Воловик М.Г., Габдуллина Е.Г., Зевеке А.В., Клейнбок И.Я., Колесов С.Н., Полевая С.А., Снежницкая И.В. Определение температуры в термочувствительных точках кожи человека // Рос. физиол. журн. им. И.М.Сеченова. 1998. Т. 84, № 3. С. 256-259
53. Метаболические особенности и терапевтический потенциал бурой и «бежевой» жировой ткани//Кокшарова Е.О., Майоров А.Ю., Шестакова М.В., Дедов И.И.// Сахарный диабет. 2014;(4):5–15
54. Marta Giralt, Francesc Villarroya White, brown, beige/brite: different adipose cells for different functions?//Endocrinology. 2013;154 (9): 2992-3000
55. Kirsi A. Virtanen, Wouter D. van Marken Lichtenbelt, Pirjo Nuutila Brown adipose tissue functions in humans//Biochimica et Biophysica Acta 1831 (2013) 1004–1008
57. Martin E. Lidell, Matthias J. Betz, Olof Dahlqvist Leinhard, Mikael Heglund, Louise Elander, Marc Slawik, Thomas Mussack, Daniel Nilsson, Thobias Romu, Pirjo Nuutila, Kirsi A Virtanen, Felix Beuschlein, Anders Persson, Magnus Borga& Sven Enerbäck Evidence for two types of brown adipose tissue in humans//Nature Medicine 19, 631–634 (2013)
58. Enerbäck S. The origins of brown adipose tissue.//N Engl J Med. 2009 May 7;360(19):2021-3.
59. Tran K.V., Gealekman O., Frontini A., Zingaretti M.C., Morrioni M., Giordano A., Smorlesi A., Perugini J., De Matteis R., Sbarbati A., Corvera S., Cinti S. The vascular endothelium of the adipose tissue gives rise to both white and brown fat cells // Cell Metab. 2012 Feb 8;15(2):222-9.

АДАПТАЦИЯ СТУДЕНТОВ-ПЕРВОКУРСНИКОВ К ОБУЧЕНИЮ В ВУЗЕ СРЕДСТВАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ.

Лобанова Г.П.старший преподаватель

Гладенкова В.П.,к.п.н., доцент

Монсумов Н.,студент

ФГОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет»,

Россия, г. Астрахань.

monsuov@mail@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы адаптации студентов-первокурсников Астраханского государственного технического университета к обучению средствами физической культуры. Более успешной адаптации способствует участие студентов в различных спортивно-оздоровительных мероприятиях.

Ключевые слова: адаптация, студенты-первокурсники, физическая культура, спортивная группа.

ADAPTATION OF FIRST-YEAR STUDENTS TO TRAINING IN HIGHER EDUCATION INSTITUTION MEANS OF PHYSICAL CULTURE.

Lobanova G.P. - senior teacher of "Physical education" department of FGOU VPO "Astrakhan State Technical University", Russia, Astrakhan.
Gladenkova V.P. – k.p.n. associate professor "Physical education", FGOU VPO "Astrakhan State Technical University", Russia, Astrakhan.
Monsumov N. Student.

Annotation. In this article questions of adaptation of first-year students of the Astrakhan state technical university to training are considered by means of physical culture. More successful adaptation is promoted by participation of students in various sports actions.

Keywords: adaptation, first-year students, physical culture, sports group.

Введение. Успешная адаптация первокурсников к жизни и учебе в вузе является залогом дальнейшего развития каждого студента, как человека, так и будущего специалиста. Анализ научной литературы показал, что успешность адаптации студентов к обучению в вузе во многом зависит от состояния их здоровья и организации жизнедеятельности. Отмечено, что одной из причин ухудшения здоровья студентов является их безразличие к нему и неготовность к организации жизнедеятельности в новых условиях. Богатейший арсенал средств физической культуры остается невостребованным в повседневной жизни студенческой молодежи, профилактике заболеваний, формировании здорового образа жизни, повышении умственной и физической работоспособности. В последние годы опубликован ряд работ, раскрывающих некоторые аспекты проблемы адаптации студентов к обучению в вузе средствами физической культуры. Е.А. Батова указывает на использование различных видов физических упражнений в процессе адаптации студентов к учебно-профессиональной деятельности. Д.В. Никифоров определяет формирование адаптированности студентов к профессиональным нагрузкам средствами физической культуры. Актуальность проблемы адаптации определяется задачами оптимизации процесса «вхождения» вчерашнего школьника в систему вузовских отношений. Цель данного исследования – изучить влияние средств физической культуры на адаптацию студентов-первокурсников АГТУ.

Задачи:

1) Изучение испытываемых трудностей студентами при поступлении в вуз;

2) Наблюдение за процессом адаптации студентов первого курса, занимающихся в различных учебно-спортивных группах, провести анализ.

Гипотеза исследования основывается на предположении о том, что процесс адаптации студентов первого курса к обучению в вузе средствами физической культуры будет успешным, если:

1) Используются физические нагрузки, положительно влияющие на психофизическое состояние студентов;

2) Продуктивно используются формы физической культуры во вне учебное время.

В связи с этим предполагается, что студенты, занимающиеся спортивными играми лучше и быстрее адаптируются к деятельности в вузе, чем студенты группы ОФП (Общая Физическая Подготовка).

Методы исследования. В начале исследования было проведено анкетирование первокурсников, в количестве 26 человек. На вопрос «Считаете ли вы себя адаптированным к вузовской сфере?» были получены следующие ответы: из опрошенных, 50% первокурсников ощутили себя адаптированными к новым условиям учебной деятельности, ответы «нет» и «не знаю» указывают на дезадаптацию студентов к вузовской сфере.

Интересным оказался вопрос: «Какие трудности испытывают студенты-первокурсники при поступлении в вуз?».

Основные трудности:

1) вузовская система обучения - 50% ответов;

2) большой объем учебного материала - 64,3%;

3) трудности в учебе - 42,8%;

4) материальные проблемы по – 28,6%.

Из ответов видно, что студенты испытывают наибольшие трудности в адаптации к вузовской системе обучения, в получении большого объема учебного материала и в освоении учебного материала. С учетом ответов студентов в вузе, перечислим негативные факторы, влияющие на их организм: учебную перегрузку отметили 35,7% опрошенных; недостаток времени - 64,3%; отсутствие своевременного отдыха и расстройств сна по 50% ответов. Как видно данные факторы достаточно выражены у студентов. На них следует обратить особое внимание, т.к. они являются факторами риска и при суммарном воздействии могут тормозить восстановительные процессы в организме и вызывать различные заболевания.

Чтобы исследовать процесс адаптации студентов в вузе, было проведено наблюдение в двух учебно-спортивных группах: ОФП (общая физическая подготовка) - 12 студентов, «Спорт. Игры» - 6 человек.

Результаты исследования. Анализ исследования показал:

1) отмечая психологический климат, студенты группы ОФП, получили оценку 22,1%, что является нормой;

2) а в группе спортивных игр - 11,9%, что относится к наиболее благоприятной атмосфере в коллективе.

На вопрос «Способствуют ли занятия физкультурой и участие в различных спортивных мероприятиях вашей адаптации в вузе?» студенты групп ответили по-разному, причем в группе спортивных игр 100 %-ый результат ответа «да», а в группе ОФП 58,3% - студентов ответили «да», 33,3% - «не знаю» и 8,3% – «нет». Также была собрана информация, насколько активно студенты принимали участие в спортивно-оздоровительных мероприятиях, проводимых внутри вуза в сентябре-ноябре 2013 г. (табл.1).

Таблица 1

Активность участия студентов первокурсников в спортивных мероприятиях АГТУ

№	Спортивные мероприятия	Ответы в %	
		ОФП	Спорт. игры
1	Спартакиада для первокурсников	40.5	66.6
2	Кросс наций	42.3	33.3
3	Фестиваль спорта	0	100
4	Соревнования по спортивным играм	0	100
5	Спорт. Марафон	0	85.2

Можно сделать вывод из выше представленного, что студенты группы ОФП менее активны в спортивных мероприятиях, нежели группы «спортивных игр». Также был проведен экспресс-опрос в сентябре, ноябре 2013 г. и в феврале 2014 г. с целью определения динамики процесса адаптации в вузе (табл. 2).

Как видно, в сентябре у обеих групп процесс «вхождения» в вузовскую сферу деятельности в целом одинаков. А в ноябре 2013 г. процесс адаптации в группе «спортивные игры» стал положительнее, т.е. студенты этой группы лучше адаптируются к вузовской сфере, нежели студенты группы ОФП. К февралю 2014 г. студенты группы «спортивные игры» почти полностью адаптировались к обучению в вузе и не указывают на проблемы, а студенты группы ОФП до сих пор испытывают существенные трудности.

Выводы

В заключение следует сделать следующие выводы:

- 1) основные трудности которые испытывали студенты при поступлении в вуз: адаптация в вузе, усвоение учебных материалов и их большой объем;
- 2) у студентов спортивной группы «спортивных игр» процесс адаптации идет более благоприятно чем, у студентов группы ОФП;

3) на процесс адаптации положительно влияют физические нагрузки, связанные с занятиями спортом, что подтверждается положительной динамикой адаптации в группе «спортивных игр»;

4) более успешной адаптации способствует участие студентов в различных спортивно-оздоровительных мероприятиях, проводимых внутри вуза.

Таблица 2

Результаты экспресс-опроса

№	Трудности	Сентябрь 2013		Ноябрь 2013		Февраль 2014	
		ОФП	Игры	ОФП	Игры	ОФП	Игры
1	Адаптация к системе обучения	50%	33.5%	41.4%	16.4%	34.6%	16.4%
2	Трудности в учебе	58.1%	3.2%	50%	17.8%	34.6%	0%
3	Проблемы в общении с группой	23%	16.2%	0%	0%	0%	0%
4	Проблемы в общении с преподавателями	41.4%	24.3%	31.4%	16.2%	16.3%	0%

Рекомендации:

- 1) активное взаимодействие с преподавателями;
- 2) самостоятельный выбор возможностей для творческой организации вне учебное время;
- 3) ведение здорового образа жизни.

Библиография

1. Батова Е.А. Организационно-педагогические условия и факторы, определяющие адаптацию студенток к учебно-профессиональной деятельности средствами ритмической гимнастики. - Автореф. дис. канд. пед. наук. - М., 2003. - 22 с.
2. Никифоров Д.В. Формирование адаптированности учащихся к профессиональным нагрузкам средствами физической культуры. - Автореф. дис. канд. пед. наук. - Челябинск, 2005. - 24 с.

ДРОБНО-РАЦИОНАЛЬНАЯ АППРОКСИМАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ДЛЯ ИХ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗА

Лундин А.А., д.ф.м.н., доцент

Фирсова Е.А., д.э.н., профессор

*Филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет»
г. Клин, Россия*

Актуальность. Эффективное выполнение человеком мышечной работы достаточно большой мощности, как в условиях профессиональной деятельности, так и в ходе спортивных соревнований или тренировок в немалой степени определяется адаптационными возможностями его системы кровообращения. Наиболее употребительными показателями, характеризующими работу системы кровообращения, являются частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (систолическое и диастолическое), а также минутный объем крови (МОК) – количество крови, прокачиваемое сердцем за минуту, и ударный объем крови (УО) – объем крови, изгоняемый сердцем за одно сокращение. Эти показатели можно измерить неинвазивно (бескровно) как в покое, так и при дозированной работе на велоэргометре. Физическая работоспособность человека оценивается различными способами, например, с помощью показателя PWC170, представляющего собой мощность такой велоэргометрической нагрузки, при которой ЧСС у испытуемого достигает 170 уд/мин. С увеличением мощности мышечной работы возрастает сложность проведения измерений показателей кровообращения.

Ключевые слова: мощность мышечной работы, минутный кровоток, ударный объем крови, частота сердечных сокращений.

Введение. При больших физических нагрузках трудности измерения показателей кровообращения носят не только методический характер, но и связаны с возможным риском получения неадекватной реакции системы кровообращения или даже риска вреда здоровью испытуемого [14]. Поэтому перспективными являются разработки процедур тестирования сердечно-сосудистой системы при сравнительно малых физических нагрузках с экстраполяцией на большие значения ЧСС, отвечающие большим физическим нагрузкам.

Выброс крови в аорту является сложным динамическим процессом [5, 6, 7, 15, 16, 17], который обеспечивается сократительными усилиями миокарда левого желудочка сердца при преодолении им сосудистой нагрузки, включающей инерцию ударного объема крови, вязкостное трение в капиллярах, ригидность расширяемых стенок крупных артериальных сосудов. Мощность [9, 12, 13]

сердечных сокращений (W_s) определяется как механическая работа левого желудочка сердца, отнесенная к длительности сердечного цикла. Сосудистая нагрузка левого желудочка состоит из [6, 7] инерционного (J_s), периферического (R) и эластического (E_a) сосудистых сопротивлений артериальной системы.

В свою очередь, частота сердечных сокращений (ЧСС) формируется комплексом взаимосвязанных физиологических факторов, адаптивно взаимодействующих для обеспечения того или иного уровня минутного кровотока (МОК), артериального давления (систолического и диастолического – P_s , P_d) как в покое, так и при выполнении мышечной работы. Гемодинамические реакции при мышечной работе зависят от уровня [1,4,5,9,12,13] индивидуальной физической работоспособности (PWC170). Ниже рассмотрены совместные изменения мощности сердечных сокращений, а также МОК и ЧСС у спортсменов в покое и при выполнении велоэргометрических нагрузок.

Методы исследования. Результаты получены при исследованиях спортсменов в покое (сидя) и в ходе выполнения ими трехминутной мышечной работы на велоэргометре с мощностями 500 и 1000 кГм/мин. Исследовались 216 спортсменов (мужчин) различных специализаций и уровней выносливости. У 135 испытуемых (основная группа) PWC170 было больше 1200 кГм/мин (среднее 1432 ± 172 кГм/мин), а у 81 испытуемого (контрольная группа) PWC170 было ниже 1100 кГм/мин (среднее 1065 ± 72 кГм/мин). С помощью [3] комплекса РЕОДИН на 3-й минуте выполнения мышечной нагрузки проводились неинвазивные измерения ЧСС, МОК и фаз сердечного цикла. Также измерялось артериальное давление. Вычисления мощности сокращений ЛЖ сердца, величин системных сосудистых сопротивлений, а также статистическая обработка результатов проводились с помощью ЭВМ.

Результаты исследования и обсуждение. В таблице представлены показатели гемодинамики и мощность W_s левого желудочка сердца в покое и при мышечной работе. Также в табл. представлены данные по удельной мощности (W_{ud} , мВт/(л/мин)) сердечного выброса. Величина W_{ud} вычисляется по индивидуальным данным делением W_s на МОК и показывает то количество мВт мощности сокращений ЛЖ, которое необходимо для выброса в аорту ровно 1 л/мин крови.

Представленные в таблице средние величины показателей ЧСС, P_s , W_s и W_{ud} статистически достоверно ($p < 0,05$) различаются [2, 8] между основной и контрольной группами испытуемых как в покое, так и при мышечной работе. Согласно представленным данным, оба показателя мощности сокращений сердца (табл.) оказались выше в контрольной

группе на каждом уровне мощности мышечной работы (табл.). Следовательно, при мышечной работе на велоэргометре выброс практически одинакового в среднем для обеих групп МОК (табл.) производится более экономно в основной группе испытуемых, чем в контрольной группе. Рост мощности сокращений сердца, а также удельной мощности сердечного выброса (табл.) при мышечной работе при усилении физической нагрузки происходит в соответствии с механизмом Франка-Старлинга [1, 5, 6, 7, 9, 19]. Величину удельной мощности сокращений сердца W_{ud} можно рассматривать как показатель, прямо отражающий действие механизма Франка-Старлинга [7, 9, 19], усиливающего сократимость миокарда левого желудочка сердца в ответ на рост преднагрузки ЛЖ (венозный возврат) при одновременном увеличении конечно-диастолического объема левого желудочка. Увеличение МОК при возрастании мощности работы на велоэргометре (табл.) в установившемся (к 3-ей минуте работы) гемодинамическом режиме совпадает с соответствующим ростом венозного возврата, что при одновременном повышении W_s и W_{ud} говорит об эффективном функционировании механизма Франка-Старлинга [5].

Таблица

Показатели гемодинамики и мощность левого желудочка сердца в покое и при мышечной работе ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатель	Мощность нагрузки, кГм/мин	Группы испытуемых	
		Выносливые	Контрольная
ЧСС, уд/мин	0	64.51 ± 5.45	70.96 ± 5.17
	500	108.6 ± 3.75	119.58 ± 4.02
	1000	142.23 ± 7.5	161.74 ± 4.05
Ps, мм рт.ст. Систолическое артер. давление	0	122.34 ± 6.31	125.73 ± 7.13
	500	144.46 ± 7.10	157.21 ± 7.68
	1000	178.31 ± 12.05	204.52 ± 9.68
МОК, л/мин Минутный кровоток	0	5.11 ± 0.64	4.74 ± 0.63
	500	12.10 ± 0.71	12.51 ± 0.75
	1000	19.72 ± 0.58	19.93 ± 0.38

Ws, мВт	0	1266 ± 252	1089 ± 197
Мощность сокращений ЛЖ	500	3715 ± 726	4383 ± 788
	1000	8895 ± 2696	12546 ± 3389
W _{ud} , мВт/(л/мин)	0	248 ± 80	229 ± 72
Удельная мощн. сокращений ЛЖ	500	307 ± 78	350 ± 84
	1000	451 ± 149	629 ± 185
PWC170, кгм/мин		1432 ± 173	1074 ± 85

По совокупности индивидуальных данных о ЧСС, W_s и W_{ud} были вычислены коэффициенты уравнений квадратичной регрессии для W_s и W_{ud} по ЧСС по каждой группе испытуемых. Соответствующие регрессионные уравнения имеют вид (x = ЧСС):

$$W_s = 1.2691 x^2 - 164.13 x + 6572, W_{sk} = 1.4038 x^2 - 200.33 x + 8236 \quad (1)$$

$$W_{ud} = 0.0379 x^2 - 5.23 x + 427.5, W_{udk} = 0.0461 x^2 - 6.3126 x + 444.92 \quad (2)$$

Этим уравнениям вполне удовлетворительно отвечают соответствующие средние данные, представленные в таблице. С помощью зависимостей W_s(ЧСС) и W_{ud}(ЧСС) можно найти оценки должных величин МОК_т(ЧСС) и ударного объема крови УО_т(ЧСС):

$$\text{МОК}_t(\text{ЧСС}) = W_s(\text{ЧСС})/W_{ud}(\text{ЧСС}); \text{УО}_t(\text{ЧСС}) = \text{МОК}_t(\text{ЧСС})/\text{ЧСС} \quad (3)$$

для каждой группы испытуемых.

На рис.1, 2 представлены теоретические кривые должных МОК_т(ЧСС), МОК_{кт}(ЧСС), УО_т(ЧСС), УО_{кт}(ЧСС) для основной и контрольной групп испытуемых, а также реальные средние данные МОК, ЧСС из таблицы и соответствующие величины ударного объема крови, полученные простым расчетом по формуле: УО = 1000·МОК/ЧСС (мл)

Средние данные (рис.1, 2) хорошо согласуются с кривыми соответствующих должных величин.

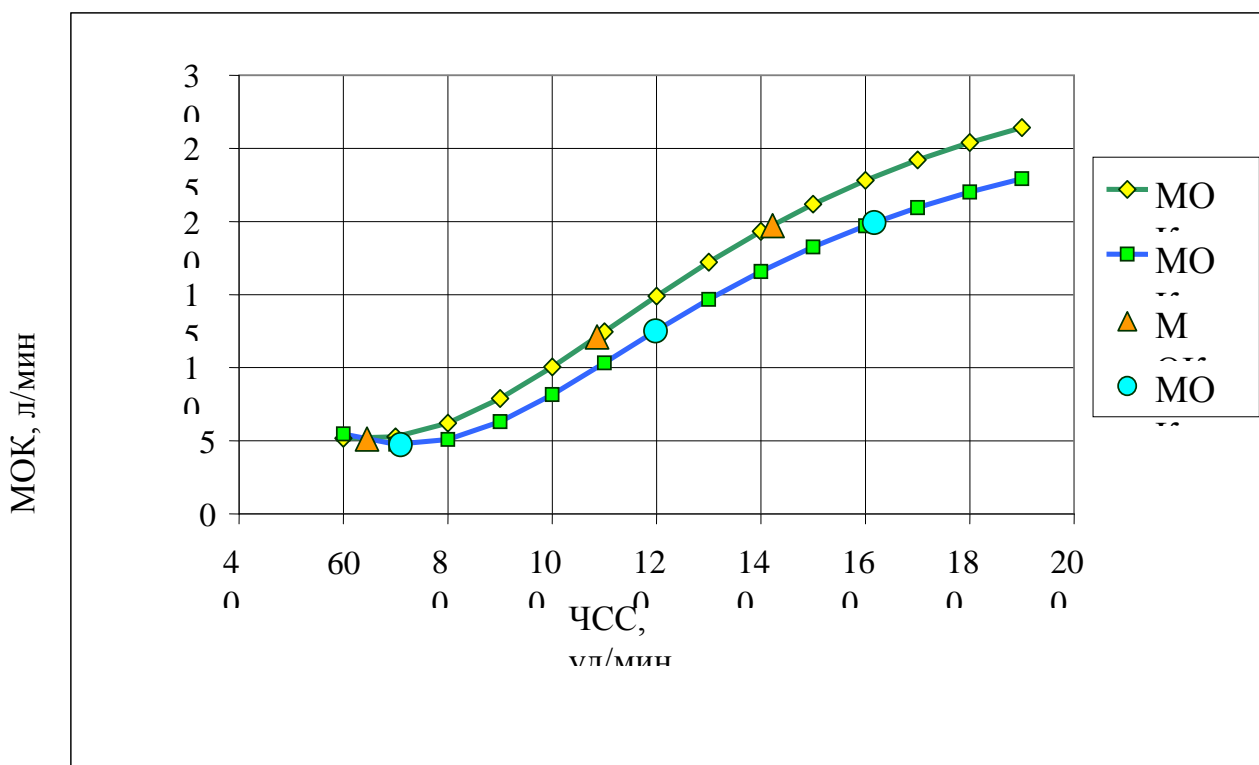


Рис.1. Зависимости теоретических оценок МОК_т и МОК_{кт} от ЧСС в двух группах испытуемых

Отметим, что значимый рост УО (рис.2) наблюдается при изменении ЧСС от 80 до 140 уд/мин. Зона изменения ЧСС от 140 до 170 уд/мин отвечает практической стабилизации величины ударного объема крови, а после 170 уд/мин зависимость $УО_{т}(ЧСС)$ характеризуется определенным снижением при увеличении ЧСС, что вполне согласуется с известными данными [5].

Можно подчеркнуть, что регрессионные зависимости (3) $МОК_{т}(ЧСС)$ и $УО_{т}(ЧСС)$ от ЧСС представляют собой дробно-рациональные функции, в числителе которых стоит квадратичная зависимость (1) $W_s(ЧСС)$, а в знаменателе – либо квадратичная $W_{уд}(ЧСС)$ зависимость (2) от ЧСС, либо кубическая – $ЧСС \cdot W_{уд}(ЧСС)$. Поэтому с их помощью удастся отразить несколько более сложную динамику изменений (рис.1, 2) соответствующих показателей от ЧСС, чем при использовании обычных линейных или квадратичных регрессионных взаимосвязей.

Ударный объем крови,
мл

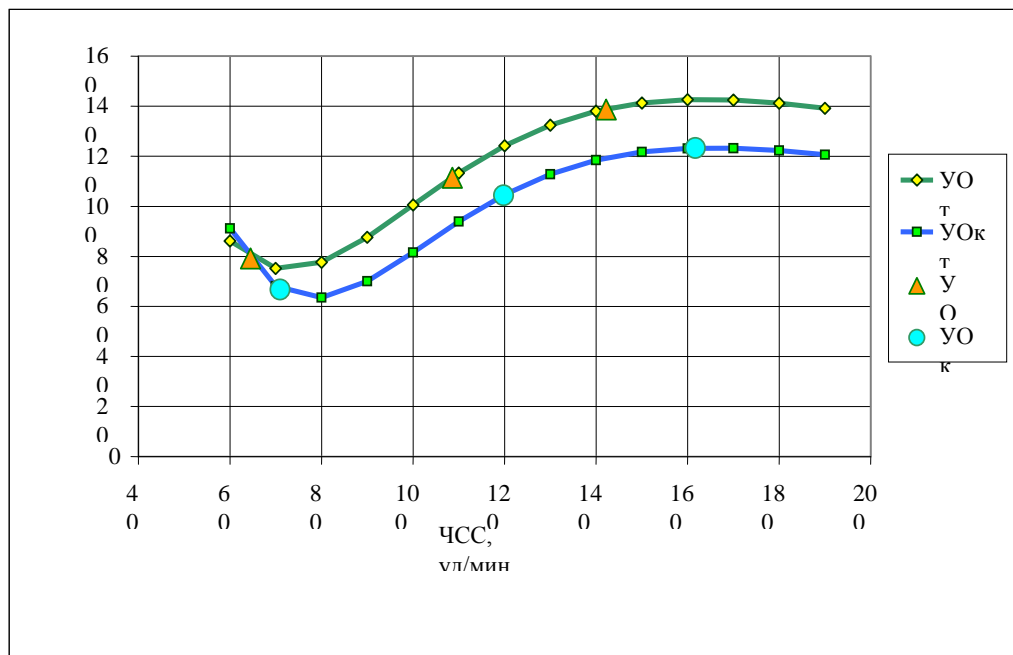


Рис.2. Зависимости теоретических оценок УОт и УОкт ударного объема крови от ЧСС в двух группах испытуемых

Усиление мощностных характеристик сократимости миокарда ЛЖ сердца при мышечной работе (табл.) на велоэргометре происходит при определенном ослаблении (в зоне ЧСС > 130 уд/мин) скорости роста ударного объема крови (рис.2). По-видимому, в формулировку закона Франка-Старлинга [7, 9, 19] о росте усилий миокарда ЛЖ в ответ на степень его предварительного расширения к концу диастолы можно добавить указание на необходимость учета скорости, с которой это расширение ЛЖ происходит. Даже при сравнительно мало изменяющемся ударном объеме крови (рис.2) важный вклад в мощность сокращений должна вносить растущая скорость расширения ЛЖ в ходе диастолы, длительность которой при усилении мощности мышечной работы убывает быстрее, чем длительность сердечного цикла.

Библиография

1. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов – М.: Сов.спорт. –2005.–312 с.
2. Зайцев В.М., Лифляндский В.Г., Маринкин В.И. Прикладная медицинская статистика: Учебное пособие. – 2-е изд. – СПб.: ООО «Издательство ФОЛИАНТ», 2006. – 432 с.
3. Импеданская плетизмография (реография). С. 81 – 90 // В сб.: Инструментальные методы исследования в кардиологии / Под ред. Г.И. Сидоренко. – Минск, 1994. – 272 с.

4. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. – М.: Физкультура и спорт. – 1988. – 208 с.
5. Карпман В.Л., Любина Б.Г. Динамика кровообращения у спортсменов. М.: Физкультура и спорт. – 1982. – 135 с.
6. Карпман В.Л., Орел В.Р. Артериальный импеданс у спортсменов // В сб.: Труды ученых ГЦОЛИФК. 75 лет. Ежегодник – М.: ГЦОЛИФК – 1993. – С. 262-271.
7. Карпман В.Л., Орел В.Р. Исследование входного импеданса артериальной системы у спортсменов // В сб.: Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов. – М.: РГАФК. – 1994. – С.92-116.
8. Минько А.А. Статистический анализ в MSEXCEL.: М.: «Вильямс». – 2004. – 442 с.
9. Орел В.Р. Мощность механической работы левого желудочка сердца у спортсменов различной тренированности // Вестник спортивной медицины России. – №2 (15). – 1997. – С.56-57.
10. Орел В.Р. Адаптивные эффекты взаимодействия сердца и сосудов у спортсменов // Спортмен в междисциплинарном исследовании. Монография / Под ред. М.П. Шестакова. – М.: ТВТ Дивизион, 2009. – С.210-258.
11. Орел В.Р. Неинвазивные оценки показателей сосудистой нагрузки сердца и его сократимости у спортсменов и у больных гипертонией // Терапевт. - №9. – 2013. – С.24-29.
12. Орел В.Р., Травинская А.Г. Модельные оценки показателей сосудистой нагрузки и сократительной способности сердца человека // Физиология мышечной деятельности. Тез. докладов международной конференции. – М.: РГАФК. – 2000. – С.109-111.
13. Орел В.Р., Травинская А.Г., Амнуэль Л.Ю. Динамика совместных изменений сократимости сердца, сосудистых сопротивлений и частоты сердечных сокращений у спортсменов различной выносливости // Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы. – VIII-я научно-практическая конференция. – М.: ГКГ МВД РФ. – 2006. – С.389-400.
14. Селуянов В.Н., Сарсания С.К., Сарсания К.С., и др. Контроль физической подготовленности в спортивной адаптации // Теория и практика физ. культуры. – 2008. – №5. – С.36-38.
15. Физиология сердца: Учебное пособие. / Под ред. акад. Б.И. Ткаченко. – СПб.: СпецЛит. – 2001. – 143 с.
16. Физиология человека: учебник для вузов физ.культуры и факультетов физ.воспитания педагогических вузов / Под общ. редакцией В.И.Тхоревского. – М.: Физкультура, образование и наука, 2001. – 492 с.
17. Фолков Б., Нил Э. Кровообращение – М.: Медицина. – 1976. – 463 с.
18. Chantler Paul D., Edward G. Lakatta and Samer S. Najjar Arterial-ventricular coupling:mechanistic insights into cardiovascular performance at rest and during exercise // J Appl Physiol. – V.105. – 2008. – P.1342-1351.

19. Chantler Paul D., Vojtech Melenovsky, Steven P. Schulman, Gary Gerstenblith, Lewis C. Becker, Luigi Ferrucci, Jerome L. Fleg, Edward G. Lakatta, and Samer S. Najjar Use of the Frank-Starling mechanism during exercise is linked to exercise-induced changes in arterial load // *Am J Physiol Heart Circ Physiol.*— January 2012. – V.302 – H349-H358.
20. Chirinos JA, Segers P. Noninvasive evaluation of left ventricular afterload: part 1: pressure and flow measurements and basic principles of wave conduction and reflection. *Hypertension.* – 2010. – V,56. – P.555–562.
21. Chirinos JA, Segers P. Noninvasive evaluation of left ventricular afterload, part 2: arterial pressure-flow and pressure-volume relations in humans // *Hypertension.* – 2010. – V.56 – P.563–570.

БИОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАСЫЩЕНИЯ КРОВИ КИСЛОРОДОМ В ПРОЦЕССЕ АЭРОБНОЙ ИНТЕРВАЛЬНОЙ ТРЕНИРОВКИ В ПЛАВАНИИ И БЕГЕ

Митрофанов А.А.

Литвиненко С.Н., д. п. н., доцент

*Российский государственный университет физической культуры,
спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)*

Москва, Россия

litvinenko_svetlana@yahoo.com

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительного исследования показателей кислородообеспечения в процессе последовательного преодоления 10-ти отрезков в течение 65-70 сек. каждый в беге и плавании. Беговая и плавательная тренировки проводились в разные дни недельного микроцикла. Показано, что показатель оксигенации крови колебался в пределах статистической погрешности при выполнении интервальной нагрузки сходной напряженности как в беге, так и в плавании.

Ключевые слова: интервальная нагрузка, бег и плавание, оксигенация крови, функциональные пробы.

BIOCHEMICAL MONITORING OF THE BLOOD OXYGENATION DATAS DURING AEROBIC INTERVAL TRAINING IN SWIMMING AND RUNNING

Mitrofanov A.A.

Litvinenko S.N., PhD

Russian state university of physical education, sport, youth and tourism (SCOLIPE),

Moscow, Russia

Annotation. The article represents results of the oxygen supply parameters research during coherent process of overcoming 10 stages about 65-70 seconds each one. Swimming and running exercises realized at different days of a week microcycle. It was revealed, that the blood's oxygenation indicator had fluctuated within statistic error at the time of completion of the interval work with identical intensity both in running, and in swimming.

Key words: interval training, running and swimming, blood oxygenation, functional tests

Введение. Актуальной проблемой современного спорта высших достижений является разработка новых подходов, методов и средств тренировки для достижения наивысших результатов без применения запрещенных средств.

Наиболее перспективными, в этой связи, видятся подходы, связанные с внедрением результатов фундаментальных научных исследований по молекулярным механизмам энергообеспечения напряженной мышечной деятельности, а также с использованием в тренировочном процессе инновационных средств мониторинга состояния спортсмена для выработки более точной индивидуально-скорректированной тренировочной программы.

Ввиду тенденций современного спорта к преобладанию высоких, почти запредельных, нагрузок с самых ранних стадий физического воспитания будущих профессиональных спортсменов; приближению человечества к максимуму своих возможностей в функциональном и физическом планах; росту травматизма, заболеваемости юных спортсменов в связи с ранней специализацией [3] - возникает необходимость расширения способов и возможностей тренировочного воздействия на организм спортсмена в целях преодоления биоэнергетических "барьеров" на пути к рекордным достижениям.

По нашему мнению, перспективным путем совершенствования тренировочного процесса может быть использование в системе подготовки спортсменов методик других видов спорта, сходных по физиологическим запросам. Например, применять беговые нагрузки для улучшения аэробной производительности пловцов.

Известно, что пловцы используют кроссовую подготовку малой интенсивности и продолжительностью до 2-х часов в начале сезона, а также как средство общей физической подготовки (ОФП) [4].

Однако, по нашему мнению, можно использовать беговые тренировки пловцов более целенаправленно, учитывая задачи текущего этапа подготовки и подбирая соответствующие средства и методы воздействия, в том числе, и в форме интервальной тренировки. Разработка подходов к внедрению интервальной беговой тренировки для пловцов должна базироваться на фундаментальных знаниях механизмов энергообеспечения этих видов спорта.

Цель нашего исследования - сравнение показателей насыщения крови кислородом при выполнении интервальной нагрузки одинаковой продолжительности и интенсивности в беге и плавании.

Методика исследования. Измерение показателей содержания кислорода в крови проводилось с помощью портативного прибора пульсоксиметр AccuMed, действие которого основано на различном отражении гемоглобина и оксигемоглобина в видимой части спектра и в инфракрасном излучении. Данный показатель (оксигенация - ОКС) измеряется в % от максимально возможного насыщения крови кислородом. Также прибор AccuMed измеряет частоту сердечных сокращений (ЧСС) и представляет данный показатель в виде количества сердечных сокращений в минуту. В норме артериальная кровь насыщена кислородом на 95-97% [1]. Как было показано ранее [2], оксигенация крови может с достаточно высокой достоверностью характеризовать кислородное насыщение тканей, что предопределяет выбор именно этой методики исследования.

Измерения проводились в течение 10-40 секунд после выполнения эпизода интервальной нагрузки в беге и плавании в зависимости от того, насколько быстро прибор определял указанные показатели. Следует учитывать, что организм после выполнения отрезка находился в фазе быстрого восстановления, и поэтому показатели ЧСС и ОКС некоторое время после остановки продолжали изменяться.

До и после тренировки проводились функциональные пробы Штанге (задержка дыхания на вдохе) и Генча (задержка дыхания на выдохе).

Интервальная нагрузка в беге представляла собой пробегание отрезков 400м в течение 65-70 секунд; время пробегания фиксировалось с помощью секундомера. После пробегания отрезка осуществлялся отдых в течение 1-2 минут. Всего за тренировку выполнялась работа по преодолению 10 отрезков. В начале и в конце тренировки проводилась разминка (20 мин.) и заминка (15 мин.).

Аналогичным образом проводилась интервальная тренировка в плавании. Выполнялось последовательное преодоление способом кроль на груди 10-ти 100-метровых отрезков за 65-70 секунд каждый с отдыхом 1-2 минуты.

Тренировка по бегу проводилась в четверг, тренировка по плаванию - в субботу, чтобы избежать недовосстановления. Остальные тренировки проводились в понедельник, вторник, среду и пятницу с направленностью на развитие общей выносливости и силовых способностей.

Тренировки проводились в подготовительный период годичного макроцикла.

Поскольку для проверки гипотезы исследования необходимо было изучить показатели оксигенации крови при выполнении примерно одинаковой интервальной нагрузки в двух видах спорта, то группу испытуемых составлял

один спортсмен, имеющий высокую спортивную квалификацию в указанных видах спорта: КМС в полиатлоне (дисциплина летнее четырёхборье), 1 спортивный разряд в плавании (на дистанциях 100м, 200м, 400м, 800м вольным стилем), 1 спортивный разряд в беге (на дистанциях 800 и 1609 метров). Испытуемый имел такие антропологические показатели: возраст 21 год, индекс массы тела 20,46, содержание гемоглобина в крови 147 г/л.

Всего было проведено 6 стандартных тренировок с выполнением интервальной нагрузки, проведено 60 измерений ЧСС и ОКС, а также измерены показатели 24 функциональных проб.

Результаты исследования. Результаты экспериментального исследования показателей кислородобеспечения (средние значения и стандартные отклонения) представлены в табл.1.

Таблица 1

Показатели кислородобеспечения при выполнении интервальной нагрузки

Показатели	Плавание	Бег	t-критерий	P
Время преодоления отрезков (сек)	69,5±3,1	67,3±1,4	0,0001	>0,05
ЧСС (уд/мин)	132,2±13,8	142,6±7,1	8,568	>0,05
ОКС (%)	98,5±0,7	97,7±1,01	0,0005	>0,05
Проба Штанге (сек)	82,5±4,2	75,8±6,6	0,013	>0,05
Проба Генчи (сек)	31,7±3,2	32,8±2,5	0,176	>0,05

Как видно из данных табл.1, в целом показатели оксигенации при выполнении интервальной нагрузки оставались высокими и не отличались от донагрузочного состояния. По нашему мнению, полученные факты свидетельствуют о том, что развитая диффузионная способность лёгких позволяла организму насыщать кровь кислородом, и за время преодоления отрезка показатели оксигенации не снижались, т.е. работа проходила в преимущественно аэробных условиях: организм успевал связывать гемоглобин с кислородом в достаточной мере.

Таким образом, можно оценить характер выполненной интервальной нагрузки, как работу в зоне субмаксимальной мощности по классической классификации Фарфеля. Отдых между отрезками позволял вызывать адаптационные сдвиги в организме, при этом от отрезка к отрезку наблюдался планомерный рост скорости выполнения упражнения. Тем самым, можно заключить, что работа носила неопредельный характер, с преимущественно аэробным режимом энергообеспечения.

Сопоставление данных пробы Штанге с временем преодоления отрезка показывает, что показатели задержки дыхания на вдохе превышали время преодоления единичного отрезка. На наш взгляд, этот респираторный резерв позволяет организму спортсмена при выполнении повторной работы значительной мощности сохранять преимущественно аэробный режим работы за счёт расходования эндогенного кислорода, запасы которого и отражает функциональная проба.

В таблице 2 представлены показатели ЧСС, которые фиксировались при выполнении функциональных проб Штанге и Генчи следующим образом: ЧСС1 - после 1 минуты стоя на месте, ЧСС2 - после 1 минуты 30 секунд в положении стоя, ЧСС3 – после функциональной пробы соответственно.

Таблица 2

Реакция кардиореспираторной системы на функциональные пробы с задержкой дыхания

Функциональная проба		Плавание		Бег	
		До тренировки	После тренировки	До тренировки	После тренировки
Проба Штанге (уд/мин)	ЧСС1	82,7±2,5	86,7±2,5	88,0±2,0	99,7±1,5
	ЧСС2	81,3±2,9	88,0±4,0	86,7±4,6	103,0±2,3
	ЧСС3	85,0±5,0	81,0±4,0	92,3±2,5	95,0±3,0
Проба Генчи (уд/мин)	ЧСС1	83,3±3,1	85,0±3,6	88,0±3,6	87,0±3,6
	ЧСС2	83,0±3,6	85,3±3,1	85,0±6,2	85,0±1,0
	ЧСС3	83,3±2,3	80,0±2,0	87,3±4,6	88,3±6,7

Анализ результатов функциональных проб с задержкой дыхания показывает, что более значительные перестройки ЧСС наблюдались при выполнении задержки дыхания на вдохе (проба Штанге) после беговой

интервальной нагрузки по сравнению с плавательной тренировкой (95 уд\мин и 81 уд\мин соответственно).

Перестройки ЧСС при выполнении пробы Генчи до и после плавательной тренировки происходили в интервале 80-88 уд\мин. как в плавании, так и в беге.

Таким образом, нами выявлено, что по результатам функционального тестирования большее напряжение системы кислородобеспечения выявлялось после беговой интервальной нагрузки по сравнению с интервальной нагрузкой в плавании.

Корреляционный анализ позволил выявить некоторые взаимозависимости между отдельными показателями.

Так, высокая отрицательная корреляция (коэффициент Пирсона равнялся -0,82) обнаружилась между временем преодоления отрезка и ЧСС (чем меньше время, тем выше ЧСС). Умеренная положительная корреляция (коэффициент Пирсона 0,32) выявилась между временем преодоления отрезка и оксигенацией (чем меньше время, тем меньше оксигенация). Умеренная отрицательная корреляция (коэффициент Пирсона -0,31) была отмечена нами между ЧСС и ОКС (чем выше ЧСС, тем ниже оксигенация). Данные результаты являются вполне тривиальными, но, тем не менее, получившими экспериментальное подтверждение.

Сравнение бега и плавания показало, что наблюдалась умеренная положительная взаимосвязь (коэффициент Пирсона 0,34) между изменениями ЧСС в процессе выполнения интервальной работы в плавании и беге. Также средняя корреляция (коэффициент Пирсона 0,45) была выявлена между показателями пробы Штанге в беге и плавании, что свидетельствует об однонаправленных реакциях сердечно-сосудистой системы на задержку дыхания как в беговой тренировке, так и в плавательной.

Выводы

1. Сравнение показателей насыщения крови кислородом при выполнении интервальной нагрузки в форме последовательного преодоления 10-ти отрезков на уровне 80% от максимальной мощности в течение 65-70 сек. в беге и в плавании не выявило достоверных различий в содержании оксигемоглобина крови испытуемого на достигнутом уровне тренированности.

2. Показатели задержки дыхания на вдохе (проба Штанге) свидетельствуют о более выраженных адаптационных перестройках кардиореспираторной системы после интервальной тренировки в беге по сравнению с плаванием, а также выявляют характер приспособительных изменений к представленному виду нагрузки.

3. Показатели оксигенации крови и функциональной пробы Штанге могут быть использованы в тренировочном процессе для определения степени проявления постнагрузочной потребности организма в кислороде, т.е. служить

маркером полного восстановления кардиореспираторной системы и готовности к выполнению следующей нагрузки.

4. Функциональная проба Генчи не является информативной для исследования перестроек сердечно-сосудистой системы в процессе интервальной тренировки в предложенном нами варианте чередования нагрузки и отдыха.

Библиография

1. Дубровский В.И. Экогигиена физической культуры и спорта: рук. для спортивных врачей и тренеров /В.И. Дубровский, Ю.А. Рахманин, А.Н. Разумов. – М.: Гуманитар. Изд. Центр ВЛАДОС, 2008. – 475 с.

2. Левшин, И.В. Индивидуальные особенности регуляции содержания оксигемоглобина при дефиците кислорода [Текст] / Левшин И.В., Пашута В.Л., Ашкинази С.М., Поликарпочкин А.Н. // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2010. - №7. – С. 23-28.

3. Рыбаков, В.В. Тенденции развития современного спорта [Текст] / В.В. Рыбаков, В.М. Болотов, Н.Ф. Полозкова, С.А. Ярушин // Вестник Челябинского Государственного Педагогического Университета. – 2011. - №9. – с. 160-168.

4. Чертов Н.В. Плавание [Электронный ресурс] / Н.В. Чертов. – Электронный учебник. – Ростов-на-Дону: ПИ ЮФУ, 2007. – Режим доступа: http://sport.sfedu.ru/smiming_book_online/modul_6.html, свободный.

СЕЛЕКТИВНЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И СОСУДИСТЫМИ СОПРОТИВЛЕНИЯМИ ПРИ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ МЫШЦ БЕДЕР

Орел В.Р., к.б.н., доцент

Попов Г.И., д.п.н., профессор

orel.v2010@yandex.ru

*Российского государственного университета физической культуры, спорта,
молодежи и туризма, Москва, Россия*

Актуальность. Ранее была показана принципиальная возможность увеличения силового компонента отдельных мышц и мышечных групп под действием процедуры их магнитной стимуляции. Обсуждаются селективные реакции показателей центральной гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца у спортсменов на цикл регулярных процедур магнитной стимуляции мышц бедер.

Ключевые слова: показатели центральной гемодинамики, сосудистые сопротивления, мышцы бедер, магнитная стимуляция.

Введение. В опубликованных ранее работах [1, 7] показана принципиальная возможность увеличения силового компонента отдельных мышц и мышечных групп под действием процедуры их магнитной стимуляции. Ниже обсуждаются реакции показателей центральной гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца [3, 6, 8, 11] у спортсменов на цикл регулярных процедур магнитной стимуляции мышц бедер [9]. Важным моментом исследования также является вопрос об утомляемости мышц [12, 13] в ходе воздействия магнитной стимуляции. Связь между эффектами утомления [12] мышечного аппарата у спортсменов обусловлена классической концепцией о лимитирующей роли системы кровообращения [6, 6] при интенсивной спортивной деятельности.

Методы исследования. Используемая аппаратура: магнитный стимулятор Magstim Rapid (Magstim, UK), инерционный динамометр “Biodex”, компьютерная приставка для тетраполярной реографии “РЕОДИН-504” фирмы “Медасс”, автоматизированный измеритель давления “OMRON M-6”.

Методика проведения тестирования: в изометрическом режиме, при котором испытуемые напрягали четырехглавую мышцу бедра для преодоления сопротивления, создаваемого “Biodex”. Фиксировался максимальный крутящий момент сил при таком способе нагружения. Измерения проводились для правой и левой ног.

Методика [1, 7] магнитной стимуляции четырехглавых мышц бедер спортсменов состояла в следующем. Койл магнитного стимулятора устанавливался на бедро таким образом, чтобы магнитным потоком были захвачены как минимум две головки четырехглавой мышцы.

По команде экспериментатора испытуемый напрягал мышцу в изометрическом режиме, и в этот момент подавался магнитный сигнал. Длительность воздействия магнитной стимуляции составляла 10 секунд. После чего испытуемый отдыхал 105 секунд. Потом подавался следующий сигнал. В течение одного сеанса проводилось по 10 воздействий на каждую ногу. В качестве испытуемых исследовались представители циклических видов спорта (спортивный разряд – не ниже 1-го).

Магнитная стимуляция проводилась в течение нескольких циклов по 10 дней практически каждый день (в первой половине дня). Некоторые спортсмены принимали участие в исследованиях даже более одного раза.

Измерения показателей центральной гемодинамики и величин сосудистых сопротивлений артериальной системы включали определение ударного объема крови, длительности сердечного цикла и периода изгнания методом тетраполярной реографии [3].

Перед началом процедуры магнитной стимуляции четырехглавых мышц бедер у испытуемого измерялись показатели центральной гемодинамики и артериального давления в режиме [11] трехмоментной ортопробы (сидя, стоя, лежа). Затем такие же измерения показателей центральной гемодинамики и

артериального давления производились сразу после выполнения полной процедуры магнитной стимуляции на мышцах бедер обеих ног.

Артериальное давление измерялось аускультативно. Непрерывно регистрировалась реограмма центрального пульса методом тетраполярной реографии [3]. Архивированные в комплексе РЕОДИН-504 результаты содержали данные о ЧСС, ударном объеме крови, фазах сердечного цикла и артериальном давлении. По этим данным вычислялись эластическое (E_a) и периферическое (R) сопротивления артериальной системы [6, 8, 11].

Результаты исследования и обсуждение. В таблице 1 представлены средние величины показателей центральной гемодинамики и средние величины сосудистых сопротивлений, измеренные в циклах ($n = 74$) по 20 процедур магнитной стимуляции (МС) четырехглавых мышц бедер.

Таблица 1. Показатели центральной гемодинамики и сосудистые сопротивления до и после магнитной стимуляции (МС) мышц бедер ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатель	до МС	после МС	t
ЧСС, уд/мин	76,5 ± 7,97	76,5 ± 5,54	0,019
Систолическое давление, мм рт.ст.	128,6 ± 8,4	125,1 ± 4,8	3,15
Диастолическое давление, мм рт.ст.	71,92 ± 8,78	71,85 ± 5,2	0,0559
Эластическое сопротивл., дин см-5	1265,5 ± 329	1121 ± 276	2,93
Периферическое сопр., дин с см-5	1183 ± 298	1109 ± 299	1,509
Ударный объем крови, мл	104,3 ± 28,8	107 ± 23,4	0,557
Минутный кровоток, л/мин	7,88 ± 1,81	8,2 ± 1,94	0,993

В таблице 1 также приведены значения t-статистики Стьюдента, которые указывают на статистическую достоверность [2] различий между показателями до и после проведенных циклов процедур магнитной стимуляции.

Таким образом, цикл магнитной стимуляции четырехглавых мышц бедер приводит к статистически достоверному снижению [2] систолического артериального давления и эластического сопротивления артериальной системы (табл.1), а также и к соответствующему снижению сосудистой нагрузки сердца [8, 11].

На рисунке 1 представлены зависимости ударного объема крови (УО) от периферического сопротивления артериальной системы, полученные в цикле

исследований влияния процедуры магнитной стимуляции мышц бедер спортсменов циклических видов спорта (УОМС – данные после МС).

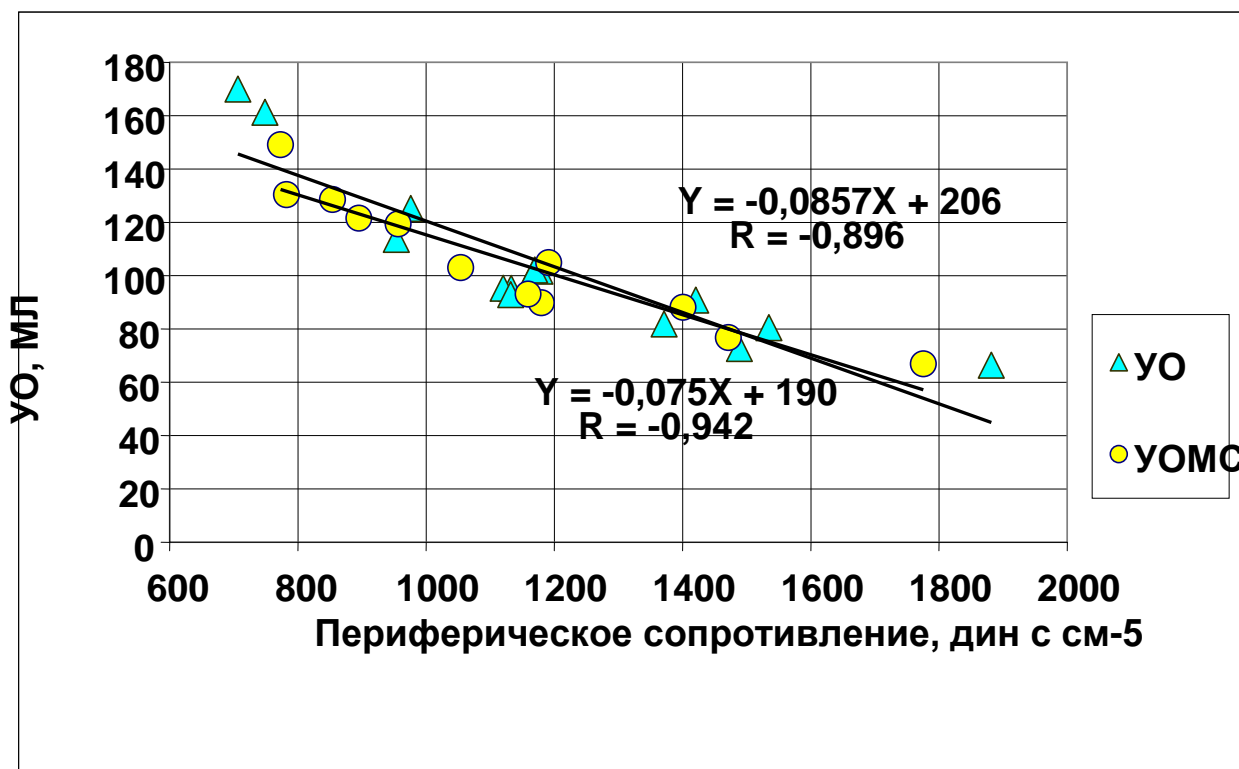


Рисунок 1. Зависимость УО от R до и после МС

На рисунке 1 приведены регрессионные уравнения [2]:

$$УОМС = -0,0857 \cdot R + 206 \quad (r = (-0,896))$$

$УО = -0,075 \cdot R + 190$ ($r = (-0,942)$) – с соответствующими отрицательными коэффициентами корреляции. Уравнения указывают, что увеличение периферического сопротивления до и после проведения цикла магнитной стимуляции мышц бедер статистически достоверно сопряжено со снижением величины ударного объема крови.

На рисунке 2 представлены зависимости ударного объема крови (УО) от эластического сопротивления артериальной системы, полученные в цикле исследований влияния процедуры магнитной стимуляции мышц бедер спортсменов циклических видов спорта (УОМС – данные после МС).

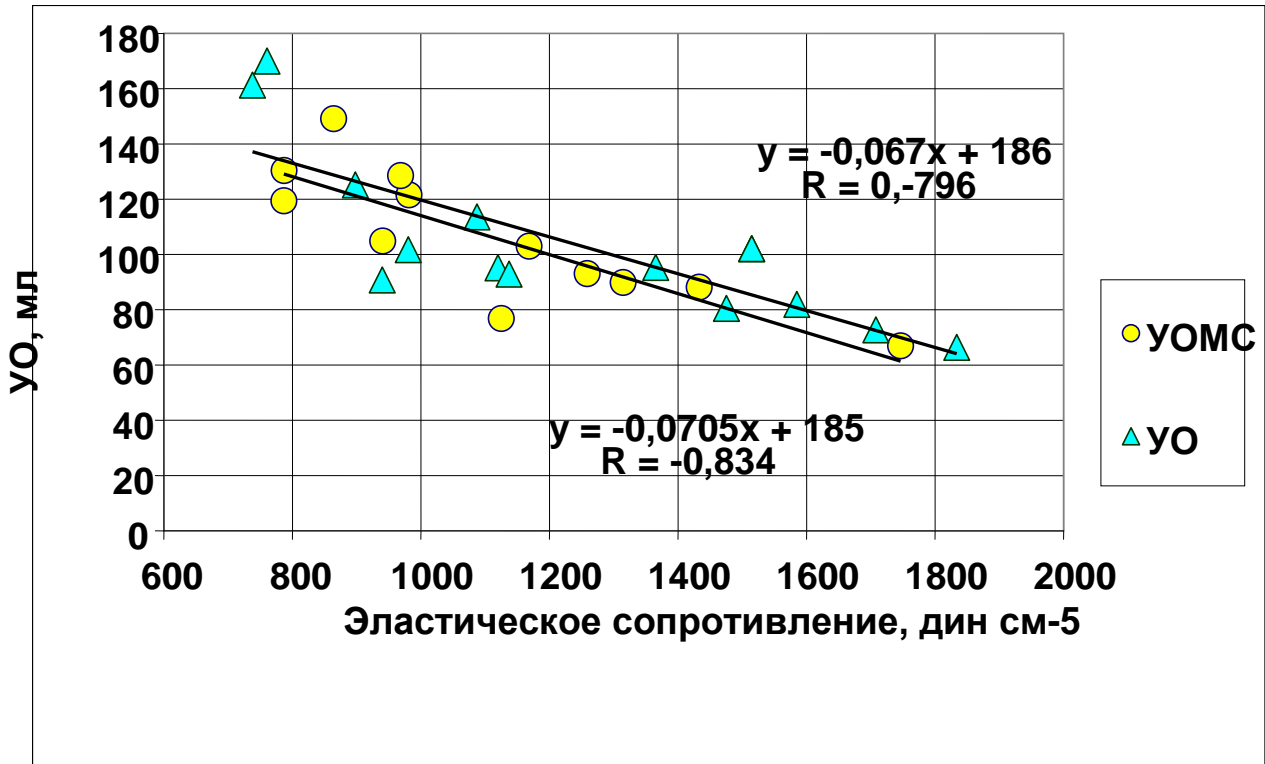


Рисунок 2. Зависимость УО от E_a до и после МС

На рисунке 2 приведены регрессионные уравнения [2]:

$$УОМС = -0,067 \cdot E_a + 186 \quad (r = (-0,796))$$

$УО = -0,0705 \cdot E_a + 185 \quad (r = (-0,834))$ – с соответствующими отрицательными коэффициентами корреляции. Уравнения указывают, что увеличение эластического сопротивления до и после проведения цикла магнитной стимуляции мышц бедер статистически достоверно сопряжено со снижением величины ударного объема крови.

На рисунке 3 представлены зависимости минутного объема крови (МО) от периферического сопротивления артериальной системы, полученные в цикле исследований влияния процедуры магнитной стимуляции мышц бедер спортсменов циклических видов спорта (МОМС – данные после МС).

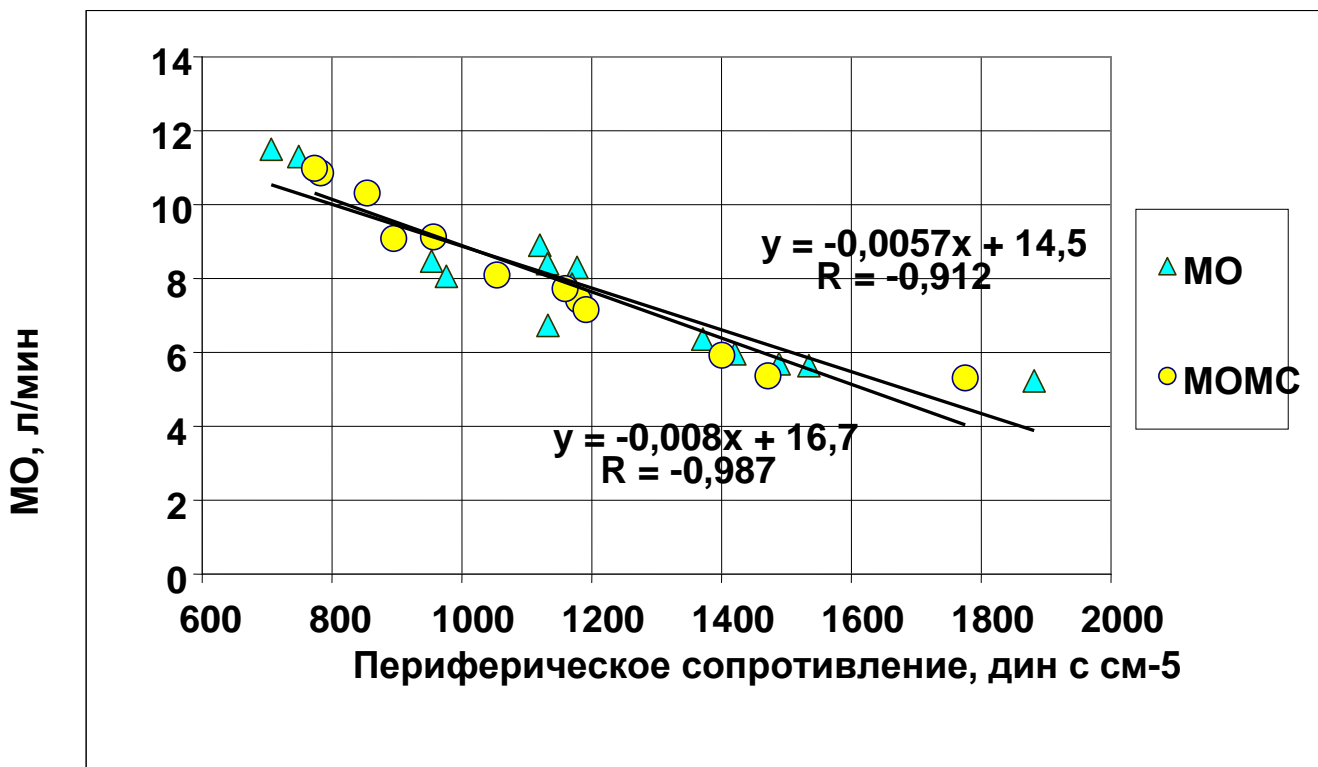


Рисунок 3. Зависимость МО от R до и после МС

На рисунке 3 приведены регрессионные уравнения [2]:

$$УОМС = -0,0057 \cdot R + 14,5 \quad (r = (-0,912))$$

$МО = -0,008 \cdot R + 16,7 \quad (r = (-0,987))$ – с соответствующими отрицательными коэффициентами корреляции. Уравнения указывают, что увеличение периферического сопротивления до и после проведения цикла магнитной стимуляции мышц бедер статистически достоверно сопряжено со снижением величины минутного объема крови.

На рисунке 4 представлены зависимости минутного объема крови (МО) от эластического сопротивления артериальной системы, полученные в цикле исследований влияния процедуры магнитной стимуляции мышц бедер спортсменов циклических видов спорта (МОМС – данные после МС).

На рисунке 4 приведены регрессионные уравнения [2]:

$$МОМС = -0,0038 \cdot E_a + 12,5 \quad (r = (-0,706))$$

$МО = -0,0053 \cdot E_a + 14 \quad (r = (-0,756))$ – с соответствующими отрицательными коэффициентами корреляции. Уравнения указывают, что увеличение эластического сопротивления до и после проведения цикла магнитной

стимуляции мышц бедер статистически достоверно сопряжено со снижением величины минутного объема крови.

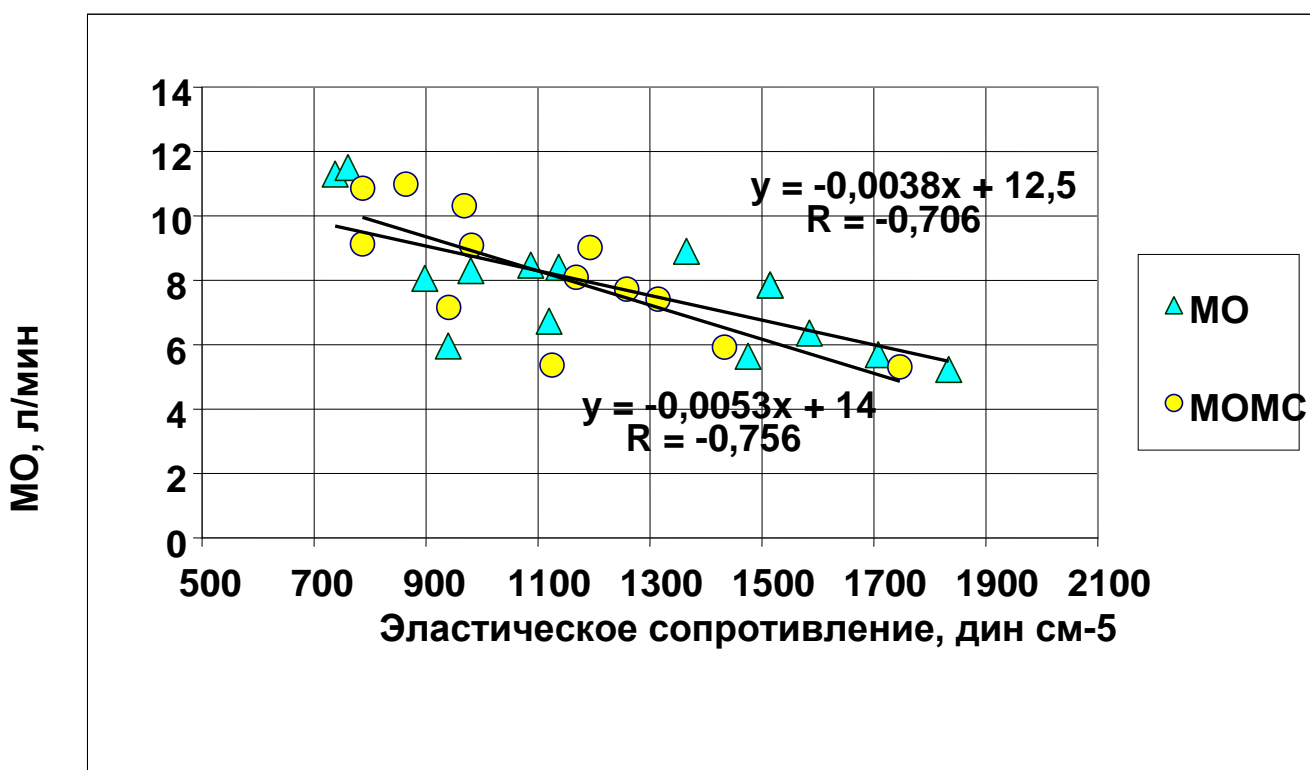


Рисунок 4. Зависимость МО от Ea до и после МС

Выводы

1. Увеличение периферического сопротивления до и после проведения цикла магнитной стимуляции мышц бедер статистически достоверно сопряжено со снижением величины ударного объема крови.
2. Увеличение эластического сопротивления до и после проведения цикла магнитной стимуляции мышц бедер статистически достоверно сопряжено со снижением величины ударного объема крови.
3. Увеличение периферического сопротивления до и после проведения цикла магнитной стимуляции мышц бедер статистически достоверно сопряжено со снижением величины минутного объема крови.
4. Увеличение эластического сопротивления до и после проведения цикла магнитной стимуляции мышц бедер статистически достоверно сопряжено со снижением величины минутного объема крови.
5. Цикл магнитной стимуляции четырехглавых мышц бедер приводит к статистически достоверному снижению систолического

артериального давления и эластического сопротивления артериальной системы, а также и к соответствующему снижению сосудистой нагрузки сердца.

Библиография

1. Городничев Р.М. Применение магнитной стимуляции в спорте / Р.М. Городничев, Д.А. Петров, Р.Н. Фомин, Д.К. Фомина. Учебное пособие.- Великие Луки. - 2007. – 95 с.
2. Зайцев В.М., Лифляндский В.Г., Маринкин В.И. Прикладная медицинская статистика: Учебное пособие. – 2-е изд. – СПб.: ООО «Издательство ФОЛИАНТ» . –2006. – 432 с.
3. Импеданская плетизмография (реография) // Инструментальные методы исследования в кардиологии / Под научн. ред. Г.И. Сидоренко. – Минск, 1994 – С.81–90.
4. Каро К., Педли Т., Шротер Р., Сид У. Механика кровообращения. – М.: Мир. – 1981. – 624 с.
5. Карпман В.Л., Любина Б.Г. Динамика кровообращения у спортсменов. М.: ФиС. – 1982.– 135 с.
6. Карпман В.Л. Эластическое сопротивление артериальной системы у спортсменов / Карпман В.Л., Орел В.Р., Кочина Н.Г. и др. // Клиникофизиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов. – М.: РГАФК. – 1994. – С.117-129.
7. Ковылин М.М.Использование магнитной стимуляции для повышения силовых возможностей мышц опорно-двигательного аппарата велосипедистов/ Ковылин М.М., Э.А. Малхасян, В.С.Маркарян, Г.И.Попов, Р.Н.Фомин // Теория и практика физической культуры. – 2011.– №11. – С.51-53.
8. Орел В.Р. Адаптивные эффекты взаимодействия сердца и сосудов у спортсменов // Спортсмен в междисциплинарном исследовании: Монография. / Под ред. М.П. Шестакова. – М.: ТВТ Дивизион, 2009. – С.210-258.
9. Орел В.Р. Гемодинамические и сосудистые эффекты при магнитной стимуляции мышц бедер / Орел В.Р., Попов Г.И., Малхасян Э.А., Качалов А.А., Маркарян В.С. // «Национальные программы формирования здорового образа жизни» / Материалы международного научно-практического конгресса, 27-29 мая 2014 года – Москва, 2014. – С236-239.
10. Орел В.Р. Артериальное давление и неинвазивные оценки величин сосудистых сопротивлений (норма, мышечная работа, гипертоническая болезнь)/ Орел В.Р., Смоленский А.В., Червяков Д.М., Качалов А.А. // Терапевт. – 2013. – №6. – С.62-69.
11. Орел В.Р. Показатели центральной гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца в покое (регрессионные соотношения) / Орел В.Р., Шиян В.В., Щесюль А.Г., Червяков Д.М. // Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы: XII-я научно-практическая конференция. – М.: ГКГ МВД РФ. – 2010. – С.82–93.

12. GoodallStuart, José González-Alonso, Leena Ali, Emma Z. Ross and Lee M. RomeSupraspinal fatigue after normoxic and hypoxic exercise in humans// The Journal ofPhysiology. – 2012. – V.590– P.2767-2782.
13. Yi Liu and Ghassan S. Kassab Vascular metabolic dissipation in Murray’s law //Am J PhysiolHeart Circ Physiol. – 2007. – V.292: –.H1336–H1339.

ИЗМЕНЕНИЯ НА ЭКГ У ЛЕГКОАТЛЕТОВ-СПРИНТЕРОВ ОДНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ, НО РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО ПОЛУ

Михалюк Е.Л., д. м. н., профессор,

Запорожский государственный медицинский

университет, Запорожье, Украина

evg.mikhalyuk@gmail.com

Аннотация. В начале подготовительного периода проведен анализ 144-х электрокардиограмм (69 женщин и 75 мужчин) в 12-ти отведениях легкоатлетов-спринтеров в возрасте от 12 до 28 лет, имеющих спортивную квалификацию от III разряда до заслуженных мастеров спорта Украины.

Сравнение данных ЭКГ у женщин и мужчин показало отсутствие достоверных различий по правильности сердечного ритма, вольтажу, расположению электрической оси сердца, наличию брадикардии, ЧСС в пределах 61-79 уд/мин, изменениям на ЭКГ, при этом зафиксировано достоверное различие по ЧСС 80 уд/мин и более ($p=0,05$).

Брадикардия встречалась у женщин в 36,2% случаев, а у мужчин в 44%. Изменения на ЭКГ были у 52,2% у женщин, а у мужчин в 46,7%. Анализ изменений на ЭКГ в виде СРРЖ и НБПНПГ показал, что у бегунов на дистанции 100-200 м СРРЖ встречается в 20,8% (4,8% у женщин и 16% у мужчин), а НБПНПГ – в 10,4% (7,6% у женщин и 2,8% у мужчин). После физической нагрузки в виде субмаксимального теста PWC_{170} у спортсменов с нижнепредсердным ритмом и ЭКГ-признаками КМПХФП происходила нормализация ЭКГ. У бегунов с синдромом CLC и БЗВЛНПГ по данным эхокардиографии не выявлены патологические изменения, а наличие СРРЖ и НБПНПГ следует рассматривать как особенность ЭКГ у этой категории спортсменов.

Ключевые слова: бегуны на дистанции 100-200 м, мужчины, женщины, электрокардиограмма, спортивная квалификация.

CHANGES TO ECG FOR SPRINKLER SPRINGERS ONE QUALIFICATION, BUT DIFFERENT BY SEX

Mikhalyuk E.L., Doctor of Medical Sciences, Professor,
Zaporozhye State Medical University,
Zaporozhye, Ukraine

Annotation. At the beginning of the preparatory period, an analysis of 144 electrocardiograms (69 women and 75 men) in 12 leads of athletes sprinters aged 12 to 28 years old, having sports qualification from the III grade to the honored masters of sports of Ukraine was carried out. Comparison of ECG data in women and men showed no significant differences in the correctness of heart rate, voltage, the location of the electric axis of the heart, the presence of bradycardia, heart rate in the range of 61-79 beats per minute, changes in ECG, with a significant difference in heart rate of 80 beats/min and more ($p = 0.05$). Bradycardia occurred in women in 36.2% of cases, and in men in 44%. Changes in ECG were in 52.2% in women, and in men in 46.7%. Analysis of changes in the ECG in the form of SRHD and NBPPG showed that in runners at a distance of 100-200 m, the RVF occurs in 20.8% (4.8% in women and 16% in men), and the NBPHP in 10.4% 7.6% for women and 2.8% for men). After physical exertion in the form of a submaximal PWC₁₇₀ test, ECG normalization occurred in athletes with lower atrial rhythm and ECG signs of CMPP. Runners with CLC syndrome and BZVLNPG according to echocardiography did not show pathological changes, and the presence of CRHD and NBPPG should be considered as a feature of ECG in this category of athletes.

Keywords: runners at a distance of 100-200 m, men, women, electrocardiogram, sports qualification.

Введение. Известно, что кардиологические обследования у спортсменов, первым этапом которых является электрокардиография (ЭКГ), направлены, прежде всего, на выявление спортсменов с не диагностированными сердечно-сосудистыми заболеваниями, повышающими риск внезапной смерти. Однако целесообразность проведения ЭКГ всем спортсменам в качестве скрининга, особенно по данным зарубежных авторов, остается предметом дискуссии. Так, В.Ж.Маронetal. [18], считает, что метод ЭКГ характеризуется низкой чувствительностью и специфичностью, что приводит к получению большого количества ложноположительных результатов и ненужным обследованиям, что значительно увеличивает конечную стоимость выявления потенциально жизнеугрожающего заболевания. В то же время группа испанских врачей [16], подчеркивая важность и необходимость 12-канальной ЭКГ, считают, что стоимость рутинного обследования ЭКГ не должна являться препятствием для проведения предварительного скрининга спортсменов и является дополнительной гарантией хорошего состояния спортсмена, а в ряде случаев – спасенная жизнь.

Наша позиция основывается на том, что ЭКГ исследования в спорте продолжают оставаться одним из ведущих и доступных методов диагностики состояния здоровья и оценки функциональной подготовленности спортсменов. Метод ЭКГ, глубоко отображая сущность биоэлектрических процессов в миокарде, характеризует отклонения от состояния нормы, выявляя локальность и специфику патогенетических изменений, что позволяет оценивать функциональную готовность, как сердечно-сосудистой системы, так и организма в целом, не прибегая к сложным и дорогостоящим методам аппаратного контроля [9].

На заре развития современной спортивной медицины ЭКГ исследования выполнялись всем физкультурникам и спортсменам, а затем данные сравнивались с нормальными показателями, полученными у лиц, не занимающихся физкультурой и спортом, выявляя различные изменения. В дальнейшем, некоторые из этих изменений были классифицированы как физиологические особенности ЭКГ спортсмена, которые развиваются под воздействием физических нагрузок и являются проявлением нейрогуморальной регуляции сердца.

В настоящее время ЭКГ контроль должен явиться методом оценки функционального состояния уже не только у спортсменов конкретного вида спорта (легкая атлетика, плавание, единоборства и т.д.), но и конкретного раздела вида спорта. Так, если это легкая атлетика, то не только у бегунов вообще, а у представителей конкретных дистанций (короткие, средние, длинные), поскольку указанные бегуны в своем тренировочном процессе используют физические нагрузки разной направленности. Только в таком случае врач, работая с определенным контингентом спортсменов, зная и учитывая специфику вида спорта, может оказать квалифицированную консультацию. Таким требованиям соответствуют статьи о биоэлектрической активности миокарда у юных метателей [2], легкоатлетов-спринтеров [1, 9], легкоатлетов-стайеров [6], боксеров, кикбоксеров и тхэквондистов [11].

Кроме этого, нами ранее была подчеркнута необходимость изучения параметров функционального состояния спортсменов с учетом пола, возраста, спортивной квалификации и периода тренировочного процесса [10]. Что касается работ, в которых авторы предлагают осуществлять раздельное изучение и сравнение параметров у мужчин и женщин, то одними из первых были публикации, посвященные анализу у спортсменов данных ЭКГ [2], церебральной [7] и центральной гемодинамики [8].

Обзор научных исследований за последние годы свидетельствует, что несмотря на значительное увеличение объема и интенсивности тренировочных и соревновательных нагрузок, работ, посвященных изучению медико-

биологических особенностей у представителей скоростно-силовых видов спорта, а именно у легкоатлетов-спринтеров явно недостаточно [9].

Согласно данным В.В.Абрамова [1], для легкоатлетов-спринтеров в покое характерна относительная синусовая брадикардия, замедление предсердно- и внутрижелудочковой проводимости, повышение зубцов R и T. В работе Р.В.Урсан и соавт. [13] представлены данные ЭКГ-исследования 50-ти легкоатлетов, из которых 22 мужчин и 28 женщин, у которых в 96% встречалась синусовая брадикардия, а неполная блокада правой ножки пучка Гиса (НБПНПГ) – в 33% (преимущественно у мужчин). Согласно данным Д.Н.Котко с соавт. [5], у легкоатлетов обнаружена взаимосвязь между уровнем квалификации и частотой встречаемости изменений ЭКГ. У спортсменов высокой квалификации выявлена тенденция к отклонению оси сердца вправо, вертикальная или полувертикальная позиция сердца, чаще встречается брадикардия, миграция водителя ритма, ранняя деполяризация желудочков, НБПНПГ.

Таким образом, несмотря на значительное увеличение объема и интенсивности тренировочных и соревновательных нагрузок, работ, посвященных изучению данных ЭКГ у легкоатлетов-спринтеров, а тем более с позиции полового диморфизма явно недостаточно [9].

Целью работы явилось изучение и сравнение данных ЭКГ у легкоатлетов-спринтеров одной квалификации, но различающихся по полу.

Методы исследования. Проведен анализ и сравнение 144-х электрокардиограмм (69 женщин и 75 мужчин) в 12-ти отведениях легкоатлетов в возрасте от 12 до 28 лет, специализирующихся в беге на дистанции 100-200 метров в подготовительном периоде тренировочного процесса, имеющих спортивную квалификацию от III разряда до заслуженного мастера спорта.

Сравнивались данные 20 бегуний уровня мастер спорта (МС)-заслуженный мастер спорта (ЗМС), средний возраст $25,6 \pm 1,81$ лет и 19 бегунов уровня мастер спорта (МС)-мастер спорта международного класса (МСМК), средний возраст $22,05 \pm 1,03$ лет ($p > 0,05$), 14 бегуний уровня кандидат в мастера спорта (КМС), средний возраст $19,5 \pm 0,57$ лет и 12 бегунов уровня КМС средний возраст $18,25 \pm 0,67$ лет ($p > 0,05$), 19 спортсменок I разряда, средний возраст $16,95 \pm 0,37$ лет и 21 бегун I разряда, средний возраст $18,33 \pm 0,67$ лет ($p > 0,05$), а также 16 бегуний II-III разряда, средний возраст $15,63 \pm 0,43$ лет и 23 спортсмена II-III разряда, средний возраст $16,13 \pm 0,27$ лет ($p > 0,05$). Как видно из представленных данных сравнение по возрасту между бегунами обоего пола одной спортивной квалификации статистически не различалось.

Исследования биоэлектрической активности миокарда проводили на диагностическом автоматизированном комплексе “Кардио+”. С целью дифференциальной диагностики спортсменам с нижнепредсердным ритмом и кардиомиопатией вследствие хронического физического перенапряжения (КМПФП) проводили пробу с физической нагрузкой на велоэргометре в виде субмаксимального теста PWC₁₇₀, а спортсменам с синдромом СЛС и неполной блокадой передней ветви левой ножки пучка Гиса (НБПВЛНПГ) – эхокардиографию на аппарате Sim 5000 Plus (Италия).

Полученные в исследовании данные обработаны методом вариационной статистики с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0 for Windows. Рассчитывались значения среднего арифметического (M), ошибки среднего арифметического (m) во всех группах наблюдения. Изучаемые количественные признаки с нормальным распределением представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее, m – средняя квадратичная ошибка. Достоверность различий для двух групп оценивали по критерию Стьюдента, различия считали достоверными при $p < 0,05$ [3]. Для корреляционного анализа были применены коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена [3].

Результаты исследования. Правильный ритм сердца у женщин и мужчин встречается, соответственно в 84,1% и 88,0% ($p=0,792$), дыхательная аритмия, соответственно в 15,9% и 12% ($p=0,093$), достаточный вольтаж ЭКГ, соответственно в 97,1% и 97,3% ($p=0,981$), снижен, соответственно в 2,9% и 2,7% ($p=0,666$), электрическая ось сердца не отклонена, соответственно в 100% и 98,7% ($p=0,943$).

Брадикардия у женщин встречалась у 25 спортсменок (36,2%), в основном у бегуний уровня ЗМС-МС – 12 человек (60%), у 8-ми спортсменок уровня КМС, 3-х – квалификации 1 разряда и у 2-х спортсменок II-III разряда. У мужчин брадикардия обнаружена у 33-х бегунов (44%) ($p=0,240$), в частности у 10-ти – уровня МС-МСМК, 6-ти – уровня КМС, у 10-ти спортсменов 1 разряда и у 6-ти – квалификации II-III разряда. Что касается ЧСС равной 80 и более уд/мин, то среди женщин было 6 человек (8,7%), 4 – квалификации II-III разряда и по одной спортсменки уровня КМС и 1 разряда. Среди мужчин, лиц с ЧСС 80 уд/мин и более было 9 человек (12%) ($p=0,05$), 6 человек 1 разряда и по одному – уровня МС-МСМК, КМС и II-III разряда. Изменения на ЭКГ были зафиксированы у 36-ти легкоатлетки (52,2%), соответственно у 13-ти уровня ЗМС-МС, 10-ти – уровня КМС, у 7-ми бегуний 1 разряда и у 6-ти спортсменок II-III разряда. Эти изменения были представлены НБПНПГ у 11-ти, 9 случаев с признаками КМПХФП, 7 – синдромом ранней реполяризации желудочков (СРРЖ), с нижнепредсердным ритмом – 5 и у 4-х – обнаружен синдром СЛС. Как видно, наибольшее число спортсменок ($n=11$) было с НБПНПГ, что составило 15,9%. По данным различных авторов НБПНПГ у спортсменов встречается до 35-50% и чаще у спортсменов, тренирующихся на выносливость

[17, 19], что считается вариантом нормы [14], однако авторы в своих сообщениях не указывают вид спорта, пол и спортивную квалификацию спортсменов. Наибольшее число спортсменок с НБПНПГ (n=8) зафиксировано у бегуний уровня ЗМС-МС, 2 спортсменки 1-го и одна – II-III разряда. Из 9-ти случаев с ЭКГ-признаками КМПХФП 5 спортсменок было уровня КМС, 2 спортсменки квалификации II-III разряда и по одной – уровня ЗМС-МС и 1 разряда. Число бегуний с СРРЖ было 7, из них четыре 1 разряда и 3 – II-III разряда. Нижнепредсердный ритм чаще встречался у бегуний уровня ЗМС-МС (n=4) и у одной спортсменки уровня КМС. Синдром CLC обнаружен у 4-х бегуний уровня КМС.

У мужчин изменения на ЭКГ зафиксированы у 35-ти бегунов (46,7%), по 10 спортсменов уровня МС-МСМК и II-III разряда, а также 7 – уровня КМС и 8 перворазрядников. Изменения на ЭКГ были представлены у 23-х спортсменов (65,7%) с СРРЖ, по 4 бегуна с НБПНПГ и нижнепредсердным ритмом, 2 – с признаками КМПХФП и по одному – с синдромом CLC и НБЗВЛНПГ. Как видно из представленных данных у мужчин легкоатлетов-спринтеров среди изменений на ЭКГ в 30,7% случаев встречается СРРЖ. Данные литературы свидетельствуют о том, что СРРЖ у спортсменов встречается в 8,9-9,4% случаев, в то время как у лиц, не занимающихся спортом, его частота составляет 1,5-2,2% [15]. Сведения о том, что изменения, характерные для СРРЖ, являются проявлением дистрофического процесса не нашли подтверждения, т.к. спортсмены, имеющие данный феномен, хорошо переносят тренировочные и соревновательные нагрузки [15]. Наибольшее число спортсменов с СРРЖ было среди бегунов уровня КМС (n=7), по 6 человек – уровня МС-МСМК и II-III разряда и 4 спортсмена 1 разряда. У 3-х бегунов уровня МС-МСМК и у одного квалификации II-III разряда была обнаружена НБПНПГ. Нижнепредсердный ритм встречался у 2-х спортсменов 1 разряда и 2-х – II-III разряда. ЭКГ с признаками КМПХФП была у 2-х спортсменов 1 разряда. Бегунов с синдромом CLC и НБЗВЛНПГ было по одному, соответственно с уровнем МС-МСМК и II-III разряда.

Выводы

1. Сравнение данных ЭКГ у женщин и мужчин показало отсутствие достоверных различий по правильности сердечного ритма, достаточному вольтажу, количеству лиц с нормальным положением электрической оси сердца, наличию брадикардии, ЧСС в пределах 61-79 уд/мин, изменениям на ЭКГ, при этом зафиксировано достоверно большее число мужчин с ЧСС 80 уд/мин и более (p=0,05).

2. Брадикардия встречалась у женщин в 36,2% случаев, в основном у спортсменок уровня ЗМС-МС, а ЧСС в пределах 80 уд/мин и более в 8,7% у спортсменок II-III разряда; у мужчин, брадикардия встречалась в 44%, в

основном у спортсменов уровня МС-МСМК и 1 разряда, а ЧСС свыше 80 уд/мин в 12% у спортсменов 1 разряда.

3.Изменения на ЭКГ были у 52,2% у женщин, в основном у бегуний уровня ЗМС-МС и КМС, а у мужчин в 46,7% у бегунов уровня МСМК-МС и II-III разряда.

4.Из общего числа изменений на ЭКГ у женщин статистически достоверно больше было бегуний с НБПНПГ (30,6% против 11,4%, $p=0,001$), с ЭКГ-признаками КМПХФП (25% против 5,7%, $p=0,001$) и с синдромом СЛС (11,1% против 2,9%, $p=0,001$), тогда как у мужчин было больше бегунов с СРРЖ (65,7% против 19,4%, $p=0,001$).

5.Анализ изменений на ЭКГ в виде СРРЖ и НБПНПГ показал следующее: у бегунов на дистанции 100-200 м СРРЖ встречается в 20,8% (4,8% у женщин и 16% у мужчин), а НБПНПГ – в 10,4% (7,6% у женщин и 2,8% у мужчин).

6.После физической нагрузки в виде субмаксимального теста PWC_{170} у спортсменов с нижнепредсердным ритмом и ЭКГ-признаками КМПХФП происходила нормализация ЭКГ. У бегунов с синдромом СЛС и НБЗВЛНПГ по данным эхокардиографии не выявлены патологические изменения, а наличие НБПНПГ и СРРЖ следует рассматривать как особенность ЭКГ у этой категории спортсменов.

Библиография

1. Абрамов В.В. Особенности кардиогемодинамики у спортсменов-легкоатлетов (клинико-инструментальные исследования): автореф. дис. канд.мед.наук: спец. 14.00.05 “Внутренние болезни”. Абрамов Виктор Васильевич –Днепропетровск, 1973. -23 с.
- 2.Ангулова А.Д. Биоэлектрическая активность миокарда и некоторые показатели физического развития у юных метателей / А.Д.Ангулова, Е.Л. Михалюк // Проявления защитных специфических и неспецифических реакций организма при некоторых нагрузках и в патологии. –М., 1981. –С.25.
3. Боровиков В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов / В. Боровиков. -СПб.: Питер, 2001.-656с.
4. Бутченко Л.А. Изменение ЭКГ спортсмена в зависимости от пола и направленности спортивной тренировки /Л.А. Бутченко, Е.И. Карева, Т.М. Федорова // Теория и практика физической культуры. - 1974. - № 8. – С. 22-25.
- 5.Котко Д.Н.Изменения ЭКГ у легкоатлетов различной квалификации / Д.Н.Котко, Г.В.Лукиянцева, Я.В.Зиневич // 1 установча наук.-практ. конф “Здоровий спосіб життя, фізична культура, спорт. Актуальні питання

спортивной медицины. Реабілітація: фізична, медична, психологічна”. –Київ, 2014. –С.76.

6. Котко Д. Особенности изменений электрокардиограмм у легкоатлетов / Д.Котко, Н.Гончарук, Я.Зиневич //Sport. Olimpism. Sănătate. Materialele Congresului Stiintific International. Volumul II. Chisinaă, Republica Moldova. - 2016. –С.536-541.

7.Михалюк Е.Л. Состояние церебральной гемодинамики у легкоатлетов-метателей в условиях покоя в зависимости от пола / Е.Л.Михалюк // Научные основы управления и контроль в спортивной тренировке: тезисы докладов республиканской научно-практической конференции. –Николаев, 1984. –С.155-156.

8.Михалюк Е.Л. Коррелятивная зависимость между показателями центральной гемодинамики, уровнем спортивного мастерства и полом у легкоатлетов-метателей / Е.Л.Михалюк // Тезисы докладов III Всероссийского съезда по лечебной физкультуре и спортивной медицине. –Свердловск, 1986. –С.43-44.

9. Михалюк Е.Л. Анализ электрокардиографических показателей у бегунов, специализирующихся в беге на 100-200 и 400-800 м / Е.Л. Михалюк, С.Н. Малахова, М.В. Диденко // Медицинское обеспечение спорта высших достижений: сборник материалов 1 научно-практической конференции, 17 октября 2014 г. –Москва, -С.126-128.

10.Михалюк Є.Л. Особливості наукових досліджень у спортивній медицині на сучасному етапі / Є.Л.Михалюк // Запорожский медицинский журнал, 2015. - №5 (92). –С.82-84.

11.Михалюк Е.Л., Малахова С.Н. Сравнительная характеристика ЭКГ-показателей у представителей спортивных контактных единоборств // Международное сотрудничество в образовании в условиях глобализации: материалы III Международной научно-практической конференции. – Симферополь: СОНАТ, 2015. –С.144-152.

12.Перхуров А.М. Амплитудные характеристики электрокардиограммы в динамике изменения функционального состояния спортсменов / А.М.Перхуров // Спортивная медицина: наука и практика -2012. -№2. –С.7-11.

13. Урсан Р.В. Нарушения ритма и проводимости у легкоатлетов в Приднестровской Молдавской республике / Р.В. Урсан, А.В. Васильчук // Сборник материалов 77-й итоговой студенческой конференции с международным участием (23-26 апреля 2013 г.). –Красноярск, КГМУ. -2013. – С.943-945.

14.Хэмптон Д.Р. Электрокардиография в практике врача. –М.: Медицинская

литература. 2007, -432 с.

15. Haissaguerre M. Sudden Cardiac Arrest Associated with Early Repolarization / M. Haissaguerre, M. Hais, N. Derval [et al.] // N. Engl. J. Med. 2008. –Vol.358. –P.2016-2023.

16. Hevia A.C. ECG as a part of the preparticipation screening programme: an old and still present international dilemma / A.C. Hevia, M.M. Fernandez, J.M. Palacio [et al.] // Br. J. Sports Med. - 2011. - Vol.45. -№10. –P. 776-779.

17. Langdeau J.B. Electrocardiographic findings in athletes; the prevalence of left ventricular / J.B. Langdeau // Can. J. Cardiol. 2001. –P.655-659.

18. Maron B.J. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006 // B.J. Maron, J.J. Doerer, T.S. Haas [et al.] // J. Am. Coll. Cardiol. -2009. –Vol. 119. -№8. –P. 1085-1092.

19. Wellens H.J. Early Repolarization Revisited / H.J. Wellens // N. Engl. J. Med. - 2008. –Vol.358. –P.2063-2065.

АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ И НЕИНВАЗИВНЫЕ ОЦЕНКИ МОДЕЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН СОСУДИСТЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ (НОРМА, МЫШЕЧНАЯ РАБОТА, ГИПЕРТОНИЧЕСКАЯ БОЛЕЗНЬ)

Орел В.Р., к. б. н., доцент,

Смоленский А.В., д. м. н., профессор

ФГБОУ ВПО “Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма”, Россия, Москва

orel.v2010@yandex.ru

Актуальность. Формулы для расчета сосудистых сопротивлений артериальной системы – периферического (R) и эластического (Ea), полученные на основе теории аортальной компрессионной камеры (АКК) О.Франка, реализуются после неинвазивных измерений 5 основных показателей центральной гемодинамики. Рассматриваются величины сопротивлений R и Ea, полученные при исследованиях здоровых людей (спортсмены, n = 207) и больных гипертонической болезнью разных стадий и возрастов (n = 35), а также сопротивления, полученные у тех же здоровых людей при выполнении мышечной работы на велоэргометре. Эти сопротивления сопоставляются с соответствующими величинами систолического артериального давления (Ps). Показано, что возможности

использования сосудистых сопротивлений для описания состояния артериальной системы и диагностики гипертонической болезни вполне сопоставимы с применением для этих целей неинвазивно измеряемой скорости пульсовой волны (СПВ) в аорте.

Ключевые слова: артериальное давление, периферическое и эластическое сопротивления, скорость пульсовой волны, гипертоническая болезнь, мышечная работа, ударный объем крови, частота сердечных сокращений.

Введение. Артериальное давление [1, 4, 6, 8, 10] является той реальной силой, которая обеспечивает продвижение крови через общее периферическое сопротивление артериальной системы, представляющее собой суммарное вязкостное сопротивление капилляров мышц, органов и тканей. Периферическое сопротивление артериальной системы определяет вязкостную составляющую сосудистой нагрузки сердца [4, 6, 8, 9, 8].

В свою очередь, величина артериального давления, определяющего поток крови через периферическое сопротивление, зависит от эластического сопротивления артериальной системы и увеличения объема аортальной компрессионной камеры (АКК), происходящего при выбросе крови в аорту. Отметим, что эластическое сопротивление (или модуль объемной упругости АКК) дается отношением [4, 7, 8] малого изменения давления (ΔP) в АКК к соответствующему малому изменению (ΔV) ее объема. При этом артериальное давление и его изменения определяются не столько самим эластическим сопротивлением, сколько и одновременным действием периферического сопротивления, которое замедляет отток крови из АКК, способствуя увеличению объема АКК в фазу быстрого изгнания крови.

Методы исследования. По параметрам моделируемой кривой артериального давления с помощью математической модели АКК О.Франка (1895) удается оценивать величину эластического сопротивления [4, 7, 8]. Методика основана на формулах [7, 8], которые выводятся из периодического решения дифференциального уравнения теории АКК [4, 9]:

$$\frac{dP}{dt} = E_a \cdot \left(Q(t) - \frac{P(t)}{R} \right) \quad (1)$$

где $P(t)$ – артериальное давление в момент времени t ; $Q(t)$ – двухфазный входной кровоток [7, 8]; E_a – эластическое сопротивление артериальной системы; R – периферическое сопротивление артериальной системы.

Решая [7, 8] дифференциальное уравнение (1) с учетом условий периодичности: $P(0) = P(C) = P_d$ и $P(\tau) = P(S) = P_s$, – удается вывести [8, 8] выражения для эластического и периферического сосудистых сопротивлений:

$$E_a = \frac{P_s - P_d}{Q_s} \cdot (1 + k); k = 1 + \frac{2P_s \cdot S}{(P_s + P_d)D}; R = D \cdot E_a / \ln\left(\frac{P_s}{P_d}\right), D = C - S(2)$$

где P_d и P_s – значения диастолического и систолического артериального давления; Q_s – ударный объем крови; C , S – длительности сердечного цикла и периода изгнания соответственно; τ – длительность фазы быстрого изгнания.

Эластическое и периферическое сопротивления (2) зависят от пяти показателей кардиогемодинамики $\{P_s, P_d, Q_s, C, S\}$, которые можно определять с помощью неинвазивных методов. Судя по соотношениям (2), эластическое сопротивление увеличивается с ростом давления P_s и длительности периода изгнания S . Увеличение E_a с ростом S обусловлено повышением при этом коэффициента k , который связан с количеством крови, вытекающей за период изгнания через периферическое сопротивление. Заметим, что величина отношения $1/(1 + k)$ дает ту часть ударного объема крови, которая депонируется в АКК за период изгнания. Поэтому, чем больший объем крови депонируется в АКК, тем меньше величина эластического сопротивления.

Величины систолического и диастолического артериального давления могут быть определены из формул (2) через E_a и R с учетом остальных показателей, входящих в (2). Такая многофакторность определения величин артериального давления указывает на комплексный характер формирования их величин в различных условиях (покой, мышечная работа, болезни).

В исследованиях участвовали 207 спортсменов (мужчин) различных специализаций и уровней выносливости. Исследования проводились в условиях покоя (сидя) и при мышечной работе на велоэргометре с ножным педалированием на непредельных мощностях (500 и 1000 кгм/мин). Кровоток измерялся [3] методом тетраполярной реографии (комплекс РЕОДИН). Для определения фаз сердечного цикла использовалась расшифровка диффеограмм центрального пульса [3]. Артериальное давление измерялось аускультативно. Вычисления системных сопротивлений [6, 7] и статистическая обработка [2] проводились с помощью ЭВМ. Также были использованы данные гемодинамики, полученные у 35 больных гипертонической болезнью ($P_s > 155$ мм рт.ст.).

Результаты и обсуждение. В таблице 1 приведены средние данные для сосудистых сопротивлений, ЧСС и систолического артериального давления у спортсменов в покое и при мышечной работе на велоэргометре, а также у больных гипертонической болезнью (покой). Средние значения сосудистых сопротивлений у гипертоников (табл.1) вполне значительно превышают соответствующие данные покоя у спортсменов. Указанное превышение для периферического сопротивления составляет 75%, а эластическое сопротивление при гипертонии в среднем превышает норму в 3 раза (на 200%). Следовательно,

вклад именно эластического сопротивления в гипертоническое состояние в покое достоверно выше, чем соответствующий вклад периферического сопротивления (табл.1).

Таблица 1.

Показатели сосудистой нагрузки сердца, ЧСС и систолическое давление в покое, при мышечной работе у спортсменов и у больных гипертонией ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатель	Покой	Гипертония	Мощность нагрузки, кГм/мин	
			500	1000
ЧСС, уд/мин	66 ± 6	74 ± 8	112 ± 6	147 ± 11
Ps, мм рт.ст.	123 ± 7	184 ± 21	148 ± 9	185 ± 16
УО, мл	76,2 ± 10,7	60,9 ± 10,2	109,7 ± 7,6	135 ± 8,1
МО, л/мин	5,1 ± 0,76	4,7 ± 0,9	12,3 ± 0,78	19,8 ± 0,92
R, дин·с·см ⁻⁵	1620 ± 241	2863 ± 439	818 ± 61	612 ± 38
Ea, дин·см ⁻⁵	1102 ± 216	3339 ± 946	1454 ± 216	2101 ± 380

Систолическое артериальное давление (табл.1) в условиях покоя у здоровых людей заключено в пределах нормы.

С увеличением мощности мышечной работы на велоэргометре (табл.1) периферическое сопротивление артериальной системы снижается более чем в два раза по сравнению с условиями покоя. Этот эффект увеличения проводимости (табл.1) периферического русла связан с необходимостью пропускания через капиллярную систему возросшего минутного кровотока, увеличившегося с ростом физической нагрузки [5, 6, 8, 8]. В условиях выполнения мышечной работы (табл.1) эластическое сопротивление в отличие

от периферического достоверно возрастает соответственно на 40 и 90% при двух нагрузках по сравнению с данными покоя. Такое увеличение E_a является адаптационной реакцией кровообращения (табл.1) с целью повышения артериального давления для обеспечения прохождения возросшего кровотока, а также для снижения объема крови, депонируемой в АКК в течение периода изгнания [8].

Достоверное превышение систолическим давлением при гипертонии (на 52%) нормальных величин для покоя можно напрямую связать со значительно отличающимися от нормы величинами сосудистых сопротивлений (табл.1). Рост систолического артериального давления при мышечной работе по сравнению с давлением в покое (табл.1) необходим для продвижения увеличенного минутного кровотока.

На рисунке 1 представлены взаимосвязи систолического артериального давления (P_s) с периферическим сопротивлением в условиях покоя (норма), при мышечной работе на велоэргометре с мощностями 500 и 1000 кГм/мин, а также при гипертонической болезни.

Систолическое давление, мм рт.ст.

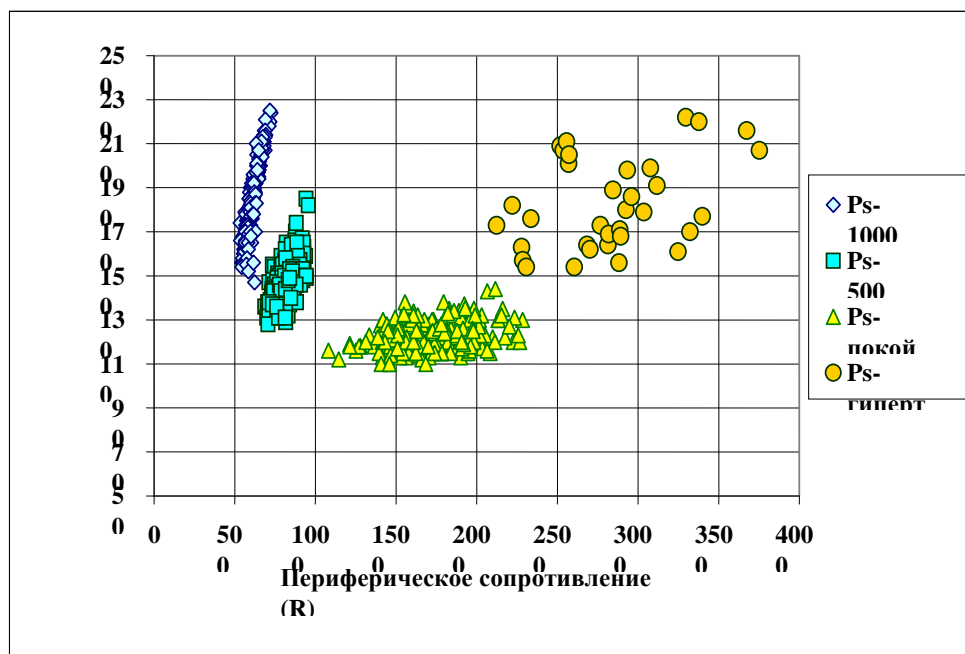


Рис.1. Зависимости систолического артериального давления от периферического сопротивления в покое, при мышечной работе на велоэргометре и при гипертонической болезни

В покое (рис.1) величины P_s колеблются в пределах от 105 до 145 мм рт.ст.; при мышечной работе с мощностью 500 кГм/мин P_s изменяется от 125 до 185 мм рт.ст.; при работе с мощностью 1000 кГм/мин систолическое давление P_s заключено в пределах от 147 до 225 мм рт.ст.; при гипертонической болезни P_s колеблется от 155 до 225 мм рт.ст., что вполне согласуется с данными (табл.1) по величине систолического давления P_s . При этом периферическое сопротивление заключено в строго разграниченных пределах, отвечающих средним значениям для разных условий (табл.1).

На рисунке 2 представлены зависимости систолического артериального давления (P_s) от эластического сопротивления в условиях покоя (норма), при мышечной работе на велоэргометре с мощностями 500 и 1000 кГм/мин, и при гипертонической болезни.

Изменения P_s (рис.2) происходят в тех же интервалах, что и на рис.1. Однако геометрическая конфигурация (рис.2) пределов изменения эластического сопротивления у здоровых людей для условий покоя и мышечных нагрузок (500 и 1000 кГм/мин) совершенно отлична от расположения интервалов изменения периферического сопротивления на рис.1.

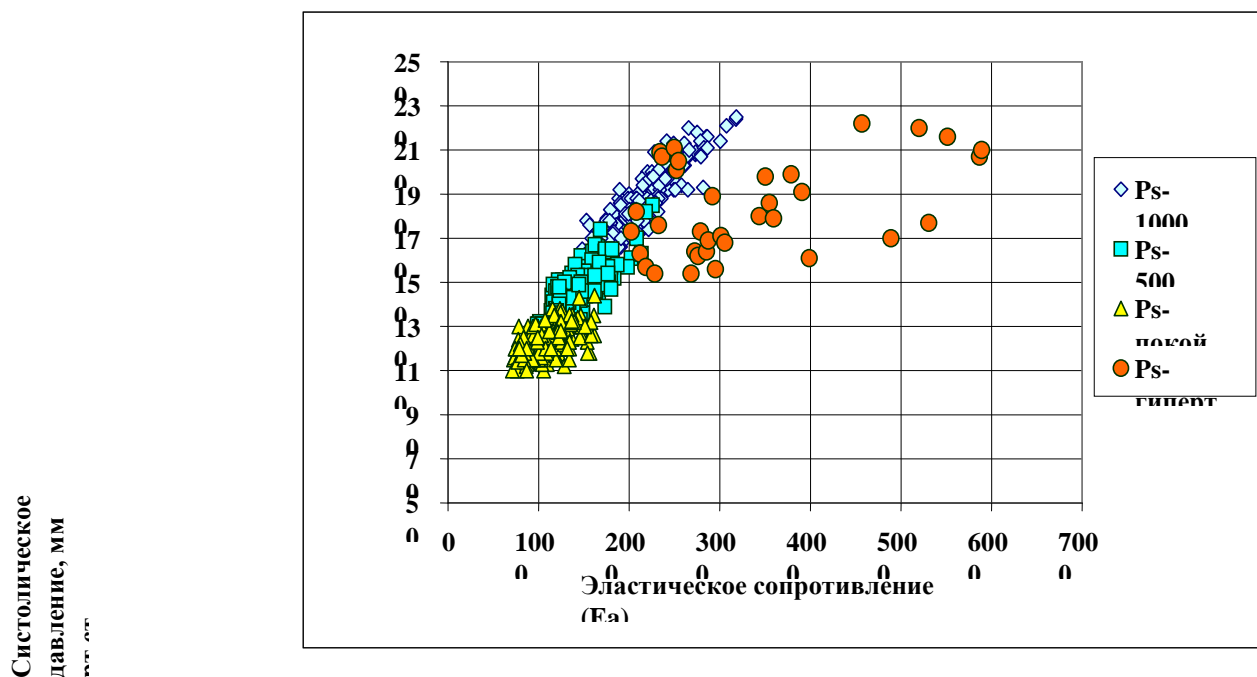


Рис.2. Зависимости систолического артериального давления от эластического сопротивления в покое, при мышечной работе на велоэргометре и при гипертонической болезни

Систолическое давление (Ps) в данном случае практически монотонно возрастает от условий покоя до мышечной работы с мощностью 1000 кГм/мин при одновременном увеличении эластического сопротивления (рис.2) в пределах от 700 до 3200 дин·см⁻⁵, подчиняясь уравнению линейной регрессии [2] с коэффициентом корреляции $r = 0,943$:

$$P_s = 0,0524 \cdot E_a + 71.$$

Как показано в работе [12], корреляционная взаимосвязь эластического сопротивления с систолическим артериальным давлением является положительной и статистически достоверной и в покое, и при мышечной работе на обоих уровнях мощности физической нагрузки. Теснота корреляционной связи между эластическим сопротивлением и систолическим артериальным давлением у здоровых людей (рис.2) возрастает с усилением мощности физической нагрузки [12].

Взаимосвязи изменений систолического артериального давления с динамикой сосудистых сопротивлений у спортсменов в различных условиях можно проследить по величинам коэффициентов корреляции (табл.2). В каждой клетке табл.2 коэффициенты корреляции расположены в следующем порядке: покой, физические нагрузки 500 и 1000 кГм/мин соответственно.

В условиях покоя и при выполнении мышечной работы сосудистые сопротивления (табл.2) достоверно ($p < 0,01$) коррелируют друг с другом [2]. Рост любого из сосудистых сопротивлений сопряжен с определенным возрастанием другого. Причем теснота корреляционной связи между E_a и R максимальна (табл.2) при мышечной работе с мощностью 1000 кГм/мин.

Таблица 2. Корреляции показателей гемодинамики у спортсменов в покое и при мышечной работе с мощностями 500 и 1000 кГм/мин (по строкам соответственно)

Показатель	R	E	ЧСС	Ps
R	1	0,475	-0,118 ^H	0,292
		0,457	0,321	0,616
		0,782	0,736	0,872
E	0,475	1	0,486	0,543
	0,457		0,724	0,781
	0,782		0,838	0,944

ЧСС	-0,118 ^H	0,486		0,145 ^H
	0,321	0,724	1	0,780
	0,736	0,838		0,914
Ps	0,292	0,543	0,145 ^H	
	0,616	0,781	0,780	1
	0,872	0,944	0,914	

Примечание: значок (^H) означает статистическую недостоверность коэффициента корреляции ($p > 0,1$).

Влияние периферического сопротивления на систолическое артериальное давление является (табл.2) статистически достоверным [2] как в покое, так и при мышечной работе с различными мощностями. Причем теснота соответствующей корреляционной связи усиливается с ростом мощности мышечной работы (табл.2). Отметим, что речь о положительной корреляционной связи между R и Ps идет раздельно для условий покоя и каждого из двух уровней мощности физических нагрузок (табл.2).

Корреляционная взаимосвязь эластического сопротивления с систолическим артериальным давлением является положительной и статистически достоверной (табл.2) и в покое, и при мышечной работе на обоих уровнях мощности физической нагрузки. Теснота корреляционной связи между эластическим сопротивлением и систолическим артериальным давлением возрастает с усилением мощности физической нагрузки (табл.2).

Данные по систолическому артериальному давлению при гипертонической болезни (рис.1, 2), отвечают изменениям сосудистых сопротивлений в весьма широких диапазонах. Периферическое сопротивление изменялось в пределах от 2100 до 3800 дин·с·см⁻⁵ (рис.1), а эластическое сопротивление – в пределах от 2000 до 6000 дин·см⁻⁵ (рис.2). Значительный рост сосудистых сопротивлений сопровождается при этом соответствующими снижениями минутного кровотока и ударного объема крови.

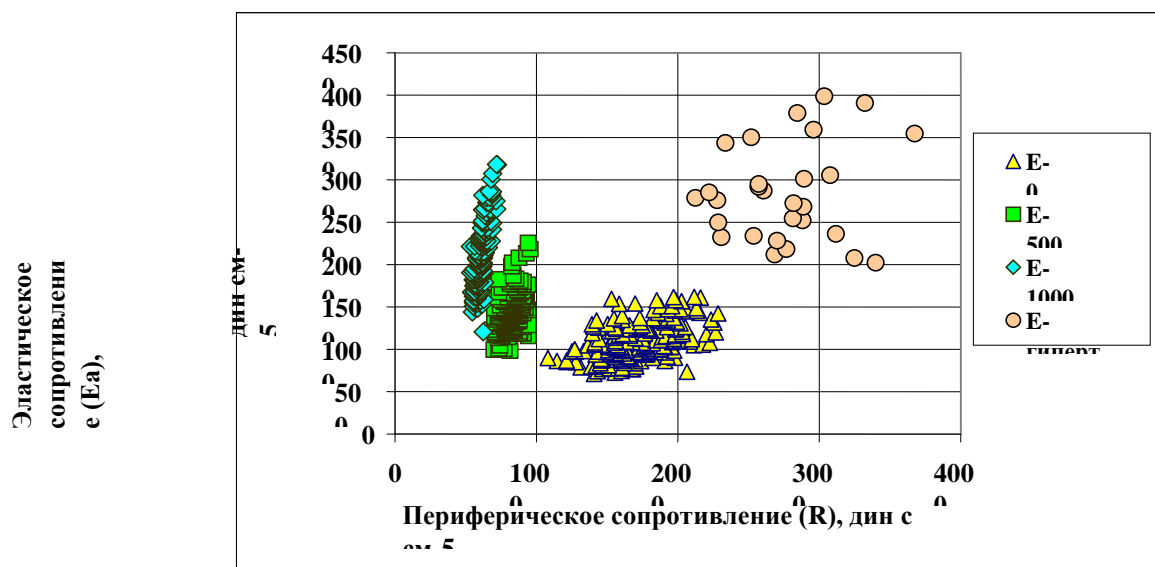


Рис.3. Зависимости эластического сопротивления от периферического в покое, при мышечной работе на велоэргометре и при гипертонической болезни

Пределы изменений величин сосудистых сопротивлений представляют собой прямоугольные области в координатах $\{Ea, R\}$, определяемые условиями:

Покой - норма: $\{900 < R < 2040, \text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{см}^{-5}; 700 < Ea < 1700, \text{дин} \cdot \text{см}^{-5}\}$;

гипертония: $\{2300 < R < 3900, \text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{см}^{-5}; 2000 < Ea < 5900, \text{дин} \cdot \text{см}^{-5}\}$

нагрузка 500 кГм/мин: $\{680 < R < 950, \text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{см}^{-5}; 1050 < Ea < 2250, \text{дин} \cdot \text{см}^{-5}\}$

нагрузка 1000 кГм/мин: $\{530 < R < 740, \text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{см}^{-5}; 1350 < Ea < 3150, \text{дин} \cdot \text{см}^{-5}\}$

Эти прямоугольные области практически не пересекаются (рис.4). При выполнении мышечной работы двух мощностей диапазоны изменения периферического сопротивления сужаются (с ростом мощности нагрузки) по сравнению с покоем в норме, а диапазоны изменения эластического сопротивления – возрастают. Наибольшие размеры по величинам разбросов периферического и эластического сопротивлений оказались у прямоугольной области сосудистых сопротивлений при гипертонии.

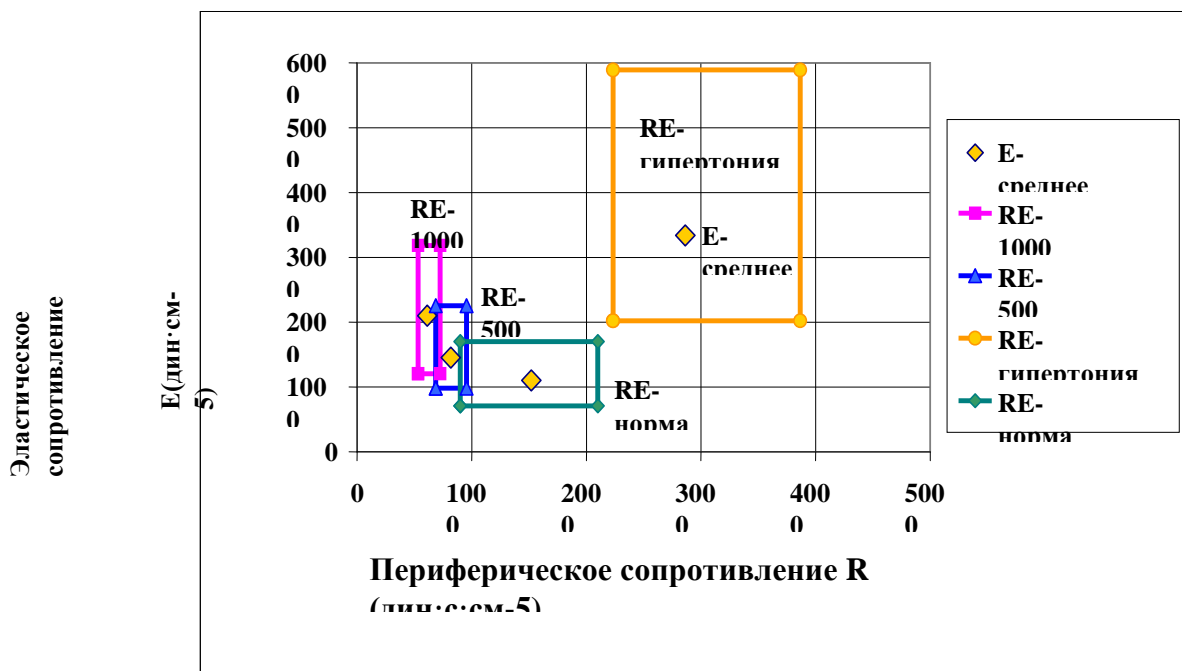


Рис.4. RE-диаграмма со средними по областям

Библиография

1. Бычина Е.С., Панченкова Л.А., Трошина Е.А. Состояние сосудистого русла у больных артериальной гипертензией, ассоциированной с метаболическим синдромом и гипофункцией щитовидной железы (научный обзор) // Терапевт, № 9. – 2012. – С.58-67.
2. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики – М.: Финансы и статистика. – 2003. – 656 с.
3. Импедансная плетизмография (реография). // В сб.: Инструментальные методы исследования в кардиологии / Под научн. ред. Г.И.Сидоренко. – Минск, 1994 – С. 81 – 90.
4. Каро К., Педли Т., Шротер Р., Сид У. Механика кровообращения. – М.: Мир. – 1981. – 624 с.
5. Карпман В.Л., Любина Б.Г. Динамика кровообращения у спортсменов. М.: ФиС. – 1982. – 135 с.
6. Карпман В.Л., Орел В.Р. Артериальный импеданс у спортсменов // Труды ученых ГЦОЛИФК. – М.: ГЦОЛИФК. – 1993. – С.262-271.
7. Карпман В.Л., Орел В.Р. Факторы, влияющие на величину эластического сопротивления аортальной компрессионной камеры // Бюл. экспериментальной биологии и медицины. – №9. – 1981. – С.269-271.

8. Карпман В.Л., Орел В.Р., Кочина Н.Г. и др. Эластическое сопротивление артериальной системы у спортсменов / В сб.: Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов. – М.: РГАФК. – 1994. – С.117-129.
9. Лайтфут Э. Явления переноса в живых системах. Биомедицинские аспекты переноса количества движения и массы. – М.: Мир. – 1977. – 520 с.
10. Мартынов А.И., Остроумова О.Д., Сеницын В.Е., Мамаев В.И., Шаркова Н.Е., Гедгафова С.Ю. Растяжимость аорты при артериальной гипертензии // Кардиология. – 2001. – №2. – С.59-65.
11. Орел В.Р. Адаптивные эффекты взаимодействия сердца и сосудов у спортсменов // Спортсмен в междисциплинарном исследовании. Монография. / Под ред. М.П. Шестакова. – М.: ТВТ Дивизион, 2009. – С.210-258.
12. Орел В.Р., Смоленский А.В., Щесюль А.Г., Качалов А.А. Роль сосудистых сопротивлений в формировании артериального давления // «Спорт и медицина. Сочи – 2013» / Материалы IV-й Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции, 19-22 июня 2013 года / Под общ.ред. М.П.Бердниковой, С.Е.Павлова – Сочи, 2013. – С.92-95.
13. Boutouyrie P, Tropeano AI, Asmar R, Gautier I, Benetos A, Lacolley P, Laurent S. Aortic stiffness is an independent predictor of primary coronary events in hypertensive patients: a longitudinal study // Hypertension. – 2002. – V.39. – P.10–15.
14. Cameron JD, Rajkumar C, Kingwell BA, Jennings GL, Dart AM. Higher systemic arterial compliance is associated with greater exercise time and lower blood pressure in a young older population. // J Am Geriatr Soc. – 1999. – V.47. – P.653–656.
15. Lakatta EG, Levy D. Arterial and cardiac aging: major shareholders in cardiovascular disease enterprises. I. Aging arteries: a “set up” for vascular disease. // Circulation. – 2003. – V.107. – P.139–146.
16. Laurent S, Cockcroft J, Van Bortel L, Boutouyrie P, Giannattasio C, Hayoz D, Pannier B, Vlachopoulos C, Wilkinson I, Struijker-Boudier H. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications // Eur Heart J. – 2006. – V.27. – P.2588–2605.
17. Lind L, Andren B, Sundstrom J. The stroke volume/pulse pressure ratio predicts coronary heart disease mortality in a population of elderly men // J Hypertens. – 2004. – V.22. – P.899–905.
18. Mattace-Raso FU, van der Cammen TJ, Hofman A, van Popele NM, Bos ML, Schalekamp MA, Asmar R, Reneman RS, Hoeks AP, Breteler MM, Witteman JC. Arterial stiffness and risk of coronary heart disease and stroke: the Rotterdam Study // Circulation. – 2006. – V.113. – P.657–663.
19. O’Rourke MF, Staessen JA, Vlachopoulos C, Duprez D, Plante GE. Clinical applications of arterial stiffness: definitions and reference values. // Am J Hypertens. – 2002. – V.15. – P.426–444.

20. Segers P, Stergiopoulos N, Schreuder J, Westerhof B, and Westerhof N. Relation of effective arterial elastance to arterial system properties // *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. – 2002. – V.282. – P.H1041-H1046.
21. Shibata S, Levine BD. Biological aortic age derived from the arterial pressure waveform. // *J Appl Physiol*. – 2011. – V.110. – P.981–987.
22. Spencer M.P., Greiss F.C. Dynamics of ventricular ejection // *Circ.Res.* – 1962. – V.10. – P.274-279.
23. Stergiopoulos N, Segers P, Westerhof N. Use of pulse pressure method for estimating total arterial compliance in vivo. // *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. – 1999. – V.276. P.H424–H428.
24. Sutton-Tyrrell K, Najjar SS, Boudreau RM, Venkitachalam L, Kupelian V, Simonsick EM, Havlik R, Lakatta EG, Spurgeon H, Kritchevsky S, Pahor M, Bauer D, Newman A. Elevated aortic pulse wave velocity, a marker of arterial stiffness, predicts cardiovascular events in well-functioning older adults // *Circulation*. – 2005. – V.111. – P.3384–3390.
25. Willum-Hansen T, Staessen JA, Torp-Pedersen C, Rasmussen S, Thijs L, Ibsen H, Jeppesen J. Prognostic value of aortic pulse wave velocity as index of arterial stiffness in the general population // *Circulation*. – 2006. – V.113. – P.664–670.

ЗАВИСИМОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ОТ ВАРИАБИЛЬНОСТИ СОСУДИСТОЙ НАГРУЗКИ И СОКРАТИМОСТИ СЕРДЦА У СПОРТСМЕНОВ

Орел В.Р., к. б. н., доцент

Тамбовцева Р.В., д. б. н., профессор

*Российский государственный университет физической культуры, спорта,
молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), г. Москва
orel.v2010@yandex.ru; ritta7@mail.ru*

Аннотация. Целью настоящего исследования явилось изучение влияния сократимости сердца и его сосудистой нагрузки на сердечный ритм у спортсменов разных специализаций и уровней квалификации в возрасте от 18 до 34 лет. Измерялись систолическое и диастолическое артериальное давление, а минутный кровоток и фазовые интервалы сердечного цикла измерялись с помощью метода тетраполярной реографии, реализованного на базе программно-измерительного комплекса РЕОДИН-504. Измерения артериального давления и показатели кардиогемодинамики проводились как в условиях покоя, так и непосредственно при педалировании на велоэргометре

аналогично измерениям работы. Показано, что при выполнении мышечной работы на велоэргометре с мощностями 500 и 1000 кГм/мин корреляционные связи частоты сердечных сокращений с периферическим сопротивлением артериальной системы, со средней мощностью миокарда левого желудочка сердца являются положительными и ЧСС статистически достоверно увеличивается при возрастании периферического сопротивления и при возрастании сократимости сердца.

Ключевые слова: Эластическое и периферическое сопротивление, частота сердечных сокращений, мощность, давление, левый желудочек.

DEPENDENCE OF HEART RATE OF VASCULAR LOAD VARIABILITY AND AIRWAY HEART IN ATHLETES

Associate Professor, PhD V.R.Orel

Dr. Biol., Professor R.V. Tambovtseva

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and tourism
(GTSOLIFK), Moscow

Abstract. The aim of this study was to investigate the effect of contraction of the heart and vascular load on the heart rate in athletes of different specializations and skill levels between the ages of 18 to 34 years. We measured the systolic and diastolic blood pressure and minute blood flow and the phase of the cardiac cycle intervals were measured by tetrapolar rheography implemented on the basis of software measurement system REODIN-504. Blood pressure measurements and indicators of cardiac hemodynamics were carried out both at rest and immediately when pedaling on bicycle analogous measurements work. It is shown that when the muscle work on the cycle ergometer with capacities of 500 and 1000 kgm / min correlation of heart rate with the peripheral resistance of the arterial system, with an average power of the left ventricular myocardium is positive and heart rate was significantly increased with an increase in peripheral resistance and increases contractility heart.

Keywords: Elastic peripheral resistance and heart rate, power, pressure, left ventricle.

Введение. Частота сердечных сокращений (ЧСС) является наиболее доступным для измерения показателем. С целью контроля индивидуальной реакции на нагрузочность физических упражнений ЧСС измеряется при выполнении спортсменами мышечной работы разных типов: при работе на силовых

тренажерах, при различных видах тренировочных и соревновательных нагрузок. По величине ЧСС и ее динамике при мышечной работе и восстановлении можно объективно судить о функциональном состоянии сердечнососудистой системы спортсмена, об уровне его индивидуальной физической работоспособности [1, 5, 8, 9], об адаптивной реакции на ту или иную физическую нагрузку.

Однако ЧСС не является самостоятельным детерминантом физического состояния спортсмена. Величина ЧСС формируется в результате взаимодействия основных физиологических механизмов, определяющих гемодинамический режим сердечного выброса. Сердечный ритм зависит, с одной стороны, от сократимости сердца, от венозного возврата, от объемов предсердий и желудочков, а с другой стороны – от сосудистой нагрузки сердца, компонентами которой являются эластическое и периферическое сопротивления артериальной системы [1, 7, 8, 9], зависящие от мощности мышечной работы и времени ее выполнения.

Ниже рассматриваются вопросы совместных изменений ЧСС и формирующих ее величину факторов системной гемодинамики и сосудистой нагрузки левого желудочка сердца в покое и при дозированной мышечной работе.

Цель исследования. Изучение влияния сократимости сердца и его сосудистой нагрузки на сердечный ритм спортсменов.

Методы и организация исследования. Представленные ниже данные получены при исследовании спортсменов ($n = 143$) разных специализаций и уровней квалификации в возрасте от 18 до 34 лет. В покое и при мышечной работе на велоэргометре с мощностями 500 и 1000 кГм/мин аускультативно измерялись систолическое и диастолическое артериальное давление, а минутный кровоток и фазовые интервалы сердечного цикла измерялись с помощью метода тетраполярной реографии, реализованного на базе программно-измерительного комплекса РЕОДИН-504 [1, 3, 8].

При этом измерения артериального давления и показатели кардиогемодинамики проводились как в условиях покоя, так и непосредственно при педалировании на велоэргометре аналогично измерениям работы [10].

Расчеты исследуемых показателей проводились на программно-измерительном комплексе по ранее полученным формулам [7, 8, 9], основанным на известных моделях [4, 7, 8], а также выполнялась статистическая обработка результатов [2], и рассчитывались коэффициенты чувствительности [11] ЧСС по величинам формирующих их факторов. В общем виде [1, 11, 12] средняя величина коэффициента η (в %) чувствительности показателя Y от детерминирующего

его величину показателя X определяется процентным изменением δ_X величины X и дается соотношением:

$$\eta = \frac{\partial X}{\partial Y}(\bar{X}) \cdot \frac{\bar{X}}{\bar{Y}} \cdot \delta_X \quad (1)$$

где $\frac{\partial X}{\partial Y}(\bar{X})$ – частная производная Y по X при $X = \bar{X}$; \bar{X}, \bar{Y} – средние величины показателей X и Y ; везде ниже $\delta_X = 1\%$.

В качестве частной производной $\frac{\partial X}{\partial Y}(\bar{X})$ при статистической обработке большого массива данных можно использовать [19] угловой коэффициент a_X из уравнения линейной регрессии: $Y = a_X \cdot X + b_X$.

Коэффициент чувствительности η показывает на сколько процентов от своей средней величины изменяется показатель Y при изменении показателя X на δ_X процентов от его средней величины. Ниже рассматриваются вопросы совместных изменений ЧСС и формирующих ее величину факторов системной гемодинамики и сосудистой нагрузки левого желудочка сердца в покое и при дозированной мышечной работе.

Результаты исследования и их обсуждение. В таблице 1 представлены величины ЧСС, эластического (E_a) и периферического (R) сопротивлений артериальной системы и одного из показателей сократимости ЛЖ – мощности [8, 9] сокращений левого желудочка сердца (МЛЖ).

Все показатели значимо изменяются при переходе от покоя к мышечной работе на велоэргометре с мощностями 500 и 1000 кгм/мин. Полученные параметры изменяются практически не менее, чем в 2 раза по сравнению с данными покоя, а мощность сердечных сокращений увеличилась в среднем в 8 раз. Представленные данные хорошо согласуются с ранее полученными результатами [7, 9].

Для выявления селективных влияний сосудистых сопротивлений и сократимости ЛЖ на величину ЧСС в разных условиях, представленных в таблице 1, были проведены корреляционный и регрессионный анализы данных [2, 8]. Также были проведены расчеты по формуле (1) коэффициентов чувствительности η величины ЧСС к изменениям влияющих на ее величину показателей (табл.1).

Таблица 1. Частота сердечных сокращений, сосудистые сопротивления и сократимость ЛЖ в покое и при мышечной работе ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатель	Покой	Мощность мышечной работы, кгм/мин	
		500	1000
Частота сердечных сокращений, уд/мин (ЧСС)	66,3 ± 6,1	112 ± 7,8	147 ± 11
Эластическое сопротивление, дин·см ⁻⁵ (Ea)	1102 ± 216	1454 ± 216	2107 ± 379
Периферическое сопротивление, дин·с·см ⁻⁵ (R)	1720 ± 241	818 ± 62	612 ± 43
Мощность ЛЖ, мВт	1217 ± 251	3897 ± 611	9812 ± 2283

Коэффициенты корреляции и чувствительности для ЧСС по показателям Ea, R и мощности сокращений ЛЖ представлены в таблице 2.

Таблица 2. Коэффициенты корреляции (K) и чувствительности (η) ЧСС с сосудистыми сопротивлениями и сократимостью ЛЖ в покое и при мышечной работе.

Показатель		Покой	Мощность мышечной работы, кгм/мин	
			500	1000
Эластическое сопротивление	K	0,483	0,724	0,838
	η	0,23	0,233	0,349
Периферическое сопротивление	K	0,108*	0,321	0,736
	η	0,067	0,237	0,847

Мощность ЛЖ	К	0,07*	0,517	0,612
	η	0,009	0,053	0,255

Примечание: значок * означает [2] отсутствие достоверной корреляционной связи – $p > 0,1$.

Корреляционные взаимосвязи ЧСС с E_a являются вполне статистически значимыми как в покое, так и при мышечной работе. Причем величина коэффициента корреляции строго возрастает с ростом интенсивности мышечной работы, что связано со значительным увеличением в этих условиях самой величины эластического сопротивления артериальной системы.

Коэффициенты чувствительности ЧСС к изменениям эластического сопротивления в определенной мере возрастают от условий покоя ко все более интенсивной мышечной работе, повышаясь от 0,23% до 0,35% при однопроцентном (1%) изменении E_a к его соответствующим средним величинам (табл.1). Эти данные говорят о том, что рост эластического сопротивления во всех рассмотренных случаях достоверно влечет возрастание ЧСС, которое составляет от $0,23 \cdot \delta_x$ до $0,35 \cdot \delta_x$, где δ_x – процентное увеличение E_a по отношению к его среднему значению (табл.1).

В условиях покоя величины как периферического сопротивления, так и мощности сердечных сокращений ЛЖ не имеют статистически достоверного влияния на ЧСС (табл.2). При этом и процентные изменения ЧСС крайне малы по сравнению с возможными изменениями ($\cdot \delta_x$) периферического сопротивления и МЛЖ.

В то же время при мышечной работе корреляции ЧСС с МЛЖ и периферическим сопротивлением оказываются статистически достоверными (табл.2). Процентные коэффициенты чувствительности ЧСС к изменениям периферического сопротивления оказались в среднем больше, чем у эластического сопротивления, увеличиваясь при мышечной работе от $0,237 \cdot \delta_x$ до $0,847 \cdot \delta_x$.

В свою очередь, коэффициент чувствительности ЧСС к мощности сердечных сокращений при 500 кгм/мин составлял лишь от $0,053 \cdot \delta_x\%$, то при нагрузке 1000 кгм/мин величина η стала уже вполне сравнимой с показателями чувствительности ЧСС к E_a и R – $\eta = 0,255 \cdot \delta_x\%$.

Заметим, что изменения периферического сопротивления в покое имеют в среднем совершенно незначительное влияние (табл.2) на изменения ЧСС в этих условиях. Вероятнее всего, это связано со сравнительно малой величиной эластического сопротивления (табл.1) в покое, за счет чего левый желудочек

сердца напрямую практически не взаимодействует с периферическим сопротивлением.

Рост E_a с увеличением мощности мышечной работы приводит к усилению взаимодействия ЛЖ с периферией за счет возросшей жесткости стенок артериального дерева (табл.1), обеспечивающей передачу заметной части усилий ЛЖ к периферическому руслу, через более напряженный ветвящийся столб крови артериального дерева. В условиях мышечной работы коэффициенты чувствительности ЧСС к периферическому сопротивлению (табл.2) оказались даже больше, чем в случае E_a .

По мере роста эластического сопротивления E_a при мышечной работе (табл.1) также усиливается и чувствительность ЧСС к сократимости ЛЖ (1000 кгм/мин) (табл. 2). Этот факт напрямую связан с действием механизма Анрепа [6, 8] в интактном организме спортсменов, когда в ответ на увеличение сосудистой нагрузки ЛЖ возрастает сила сокращения ЛЖ, а вместе с ней и мощность ЛЖ.

Выводы

1. Корреляционные связи частоты сердечных сокращений с эластическим сопротивлением артериальной системы являются положительными и статистически достоверными как в условиях покоя, так и при выполнении мышечной работы на велоэргометре.
2. При выполнении мышечной работы на велоэргометре с мощностями 500 и 1000 кгм/мин корреляционные связи частоты сердечных сокращений с периферическим сопротивлением артериальной системы являются положительными и ЧСС статистически достоверно увеличивается при возрастании периферического сопротивления.
3. При выполнении мышечной работы на велоэргометре с мощностями 500 и 1000 кгм/мин корреляционные связи частоты сердечных сокращений со средней мощностью миокарда левого желудочка сердца являются положительными и ЧСС статистически достоверно увеличивается при возрастании сократимости сердца.

Библиография

1. Войтенко Ю.Л. Сосудистые и гемодинамические реакции у высококвалифицированных пловцов до и после специфического плавательного тестирования / Войтенко Ю.Л., Орел В.Р., Левушкин С.П., Тамбовцева Р.В., Качалов А.А. // Терапевт. – 2015. – №5-6. – С.55-60.
2. Иберла К. Факторный анализ: пер. с нем. – М.: Статистика, 1980. – 398 с.
3. Инструментальные методы исследования в кардиологии (Руководство) / Ред.: Сидоренко Г.И. – Минск, 1994. – 272 с.

4. Каро К., Педли Т., Шротер Р., Сид У. Механика кровообращения – М.: Мир. – 1981. – 624 с.
5. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. – М.: Физкультура и спорт. – 1988. – 208 с.
6. Карпман В.Л., Любина Б.Г. Динамика кровообращения у спортсменов. М.: ФиС. – 1982. – 135 с.
7. Карпман В.Л., Орел В.Р., Кочина Н.Г. и др. Эластическое сопротивление артериальной системы у спортсменов / В сб.: Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов. – М.: РГАФК. – 1994. – С.117-129.
8. Орел В.Р. Адаптивные эффекты взаимодействия сердца и сосудов у спортсменов // Спортсмен в междисциплинарном исследовании: Монография. / Под ред. М.П. Шестакова. – М.: ТВТ Дивизион, 2009. – С.210-258.
9. Орел В.Р. Неинвазивные оценки показателей сосудистой нагрузки сердца и его сократимости у спортсменов и у больных гипертонией // Терапевт. – №9. – 2013. – С.24-29.
10. Орел В.Р., Михайлова А.В., Гацунаев А.Н. Сосудистая нагрузка сердца во время и после окончания мышечной работы // Вестник новых медицинских технологий – 2016 - №2 Электронный журнал.
11. Frank P.M. An Introduction to System Sensitivity Theory. NY: Academic Press. - 1978. - P.9-10.
12. Komine H, Sugawara J, Hayashi K, Yoshizawa M, Yokoi T. Regular endurance exercise in young men increases arterial baroreflex sensitivity through neural alteration of baroreflex arc // J Appl. Physiol. – V.106. – 2009. – P.1499 –1505.

ВЗАИМОСВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОКРАТИМОСТИ И СОСУДИСТОЙ НАГРУЗКИ СЕРДЦА С ЧАСТОТОЙ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И PWC₁₇₀ У СПОРТСМЕНОВ

Орел В.Р., к.б.н., доцент

Тамбовцева Р.В., д.б.н., профессор

Михайлова А.В.

*Российский государственный университет физической культуры спорта,
молодежи и туризма, Россия Москва*

orel.v2010@yandex.ru; ritta7@mail.ru

Актуальность. Исследование реальных возможностей роста мастерства и результатов у квалифицированных спортсменов в немалой степени определяется эффективностью адаптационных свойств системы

кровообращения. Однако для обоснованных выводов и прогнозов в отношении функционального состояния и потенциальных возможностей спортсменов совершенно недостаточно контролировать только частоту сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление и даже системный кровоток. Перечисленные показатели возможно непосредственно измерять (с теми или иными методическими трудностями) в покое и при мышечной работе.

Интенсивность возрастания ЧСС у спортсменов при увеличении мощности выполняемой мышечной работы напрямую связана с функциональным состоянием системы кровообращения. В частности, при дозированных велоэргометрических нагрузках величина ЧСС в среднем тем ниже, чем выше уровень PWC170 – индивидуальной физической работоспособности спортсмена [0, 6, 9]. В то же время процесс формирования величины ЧСС при мышечной работе зависит от эффектов взаимодействия сердца с его сосудистой нагрузкой, которые определяются как уровнем сократимости миокарда левого желудочка сердца, так и величинами сосудистых сопротивлений [6-10, 12-16].

Ранее в наших работах было показано [9, 10, 12, 13, 16], что с ростом мощности мышечной работы сопутствующие им изменения величин показателей сократимости и сосудистой нагрузки сердца все более выражено различаются между спортсменами различной выносливости. При выполнении дозированной мышечной работы с постоянной мощностью у спортсменов с повышенной физической работоспособностью [9, 10, 13] величины эластического (E_a), периферического (R) и инерционного (J_s) сопротивлений артериальной системы достоверно снижены по сравнению с данными у спортсменов со сравнительно сниженными величинами PWC170. Также было показано [13, 15, 16], что с ростом PWC170 в среднем оказываются уменьшенными также и величины артериального импеданса (Z_a), эффективной упругости левого желудочка сердца в фазу быстрого изгнания (E_s) и мощности сердечных сокращений (W_s).

Ниже сосудистые сопротивления и показатели сократимости сердца в зависимости от физической работоспособности испытуемых рассматриваются в условиях выполнения спортсменами одинаковых велоэргометрических нагрузок. Одной из важных практических задач [6-8, 16, 17] при исследовании как гемодинамики в целом, так и динамики взаимодействия сердца и сосудов в покое и при мышечной работе является выяснение и формализация взаимосвязей между изучаемыми показателями. Количественные зависимости сосудистых сопротивлений и показателей сократимости сердца от одновременно растущих в этих условиях величин ЧСС имеют самостоятельное значение. Такие взаимосвязи исследуемых показателей с ЧСС дают возможность получать реальные оценки их должных величин, используя данные о ЧСС, сравнительно просто регистрируемые даже при мышечной

работе. При этом изменения показателей взаимодействия сердца и сосудов при усилении мощности мышечной работы сопряжены с индивидуальным характером возрастания частоты сердечных сокращений (в зависимости от величин PWC170).

Отметим, что совместные изменения безразмерных показателей сосудистой нагрузки и сократимости сердца с ростом частоты сердечных сокращений в условиях покоя и при педалировании на велоэргометре вполне адекватно описываются квадратичными зависимостями от ЧСС [16].

Методы исследования. В исследованиях принимали участие спортсмены различных видов спорта ($n = 216$). В соответствии с уровнем показателя PWC170 индивидуальной физической работоспособности [0, 5, 6] испытуемые были разделены на две группы. Основная группа ($n = 135$) состояла из спортсменов с показателем PWC170, превышающим 1100 кгм/мин, а в контрольной группе ($n = 81$) были испытуемые с PWC170 < 1100 кгм/мин. Испытуемые исследовались в условиях покоя, а также при выполнении мышечной работы на велоэргометре с двумя мощностями 500 и 1000 кгм/мин. Педальирование на велоэргометре при фиксированной мощности физической нагрузки проводилось не менее 3-х и не более 5-ти минут, чтобы в условиях установившегося гемодинамического режима иметь возможность произвести измерения артериального давления, показателей кровотока и фаз сердечного цикла [1, 5, 6, 8-10].

Ударный объем крови, а также ЧСС и длительности периода изгнания (S) и подфазы быстрого изгнания (τ) определялись с помощью программно-измерительного комплекса "РЕОДИН" (НТЦ "МЕДАСС", г. Москва), использующего метод тетраполярной реографии центрального пульса [2]. Обработка дифференциальной реограммы (ДР), регистрируемой комплексом "РЕОДИН", производилась на ПК программой "Импекард". Систолическое (P_s) и диастолическое (P_d) значения артериального давления измерялись аускультативно. По величинам частоты сердечных сокращений и систолического давления вычислялось также и двойное произведение $fP_s = \text{ЧСС} \cdot P_s$, которое как предполагается многими авторами [1] в определенной мере отражает уровень потребления кислорода миокардом левого желудочка сердца. Измерения длительностей S и τ , необходимых для вычисления системных сосудистых сопротивлений и показателей сократимости сердца, производились по имеющимся в памяти комплекса фрагментам ДР.

Расчёты периферического и эластического сосудистых сопротивлений и показателей сократимости левого желудочка сердца [7-10, 14-16] основываются на математической модели О.Франка аортальной компрессионной камеры (АКК) и используют неинвазивно измеренные

показатели гемодинамики и фаз сердечного цикла, содержащиеся в базе данных комплекса “РЕОДИН”.

Для получения более точных зависимостей показателей от ЧСС в каждой из групп испытуемых данные были подразделены на 5 (основная группа) и 3 (контрольная) поддиапазона по величинам PWC170, которые заключены в интервалы изменения длиной 1/5 и 1/3 от полного изменения PWC170 в группе. В каждом поддиапазоне вычислялись интервальные средние для каждого показателя П для условий покоя и мышечной работы. По таким наборам точек строились регрессионные квадратичные зависимости от ЧСС для каждого показателя П(ЧСС) основной группы испытуемых и Пк(ЧСС) – контрольной группы. Отметим, что при мышечной работе величины показателей П(ЧСС) и Пк(ЧСС) достоверно [2, 12] различаются по средним данным ($p < 0,05$) между двумя группами испытуемых.

Результаты исследования и обсуждение. На рисунке 1 представлены две кривые $R = R(\text{ЧСС})$ и $R_k = R_k(\text{ЧСС})$ изменений периферического сопротивления с ростом ЧСС в покое и при двух велоэргометрических нагрузках. Рост ЧСС в обеих группах сопряжен (рис.1) в среднем с уменьшением периферического сопротивления. Причем график $R(\text{ЧСС})$ расположен (рис.1) строго ниже графика $R_k(\text{ЧСС})$. При одинаковых значениях ЧСС выполнено неравенство: $R(\text{ЧСС}) < R_k(\text{ЧСС})$. Это означает, что проводимость периферического капиллярного русла у испытуемых с повышенными величинами показателя PWC170 в среднем выше как в покое, так и при мышечной работе, чем у испытуемых с более низкими значениями PWC170.

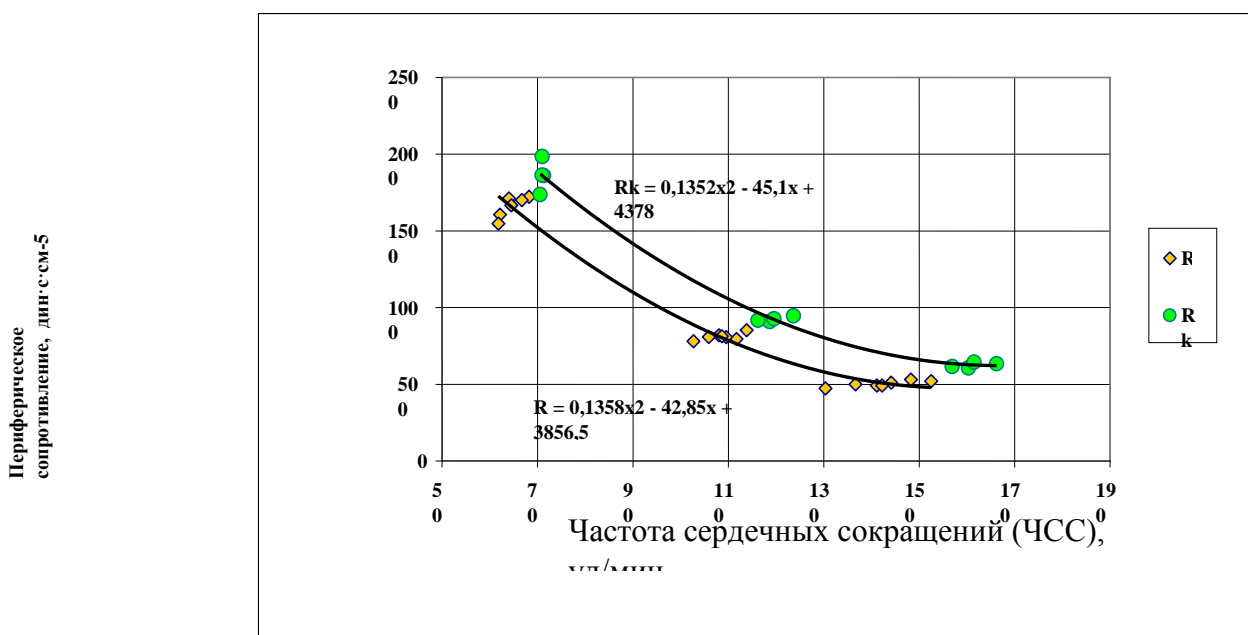


Рис.1. Аналитические зависимости периферического сопротивления от ЧСС по данным покоя и двух велоэргометрических нагрузок в основной (R) и контрольной (Rk) группах

Регрессионные квадратичные зависимости $R(\text{ЧСС})$ и $R_k(\text{ЧСС})$ при $\text{ЧСС} = x$ имеют вид: $R = 0,1358 \cdot x^2 - 42,85 \cdot x + 3856$

$$R_k = 0,1352 \cdot x^2 - 45,1 \cdot x + 4378$$

На рисунке 2 представлены две кривые $E_a = E_a(\text{ЧСС})$ и $E_{ak} = E_{ak}(\text{ЧСС})$ изменений эластического сопротивления с ростом ЧСС в покое и при двух велоэргометрических нагрузках. Рост ЧСС в обеих группах сопряжен (рис.2) в среднем с увеличением эластического сопротивления. Причем график $E_a(\text{ЧСС})$ расположен (рис.2) строго ниже графика $E_{ak}(\text{ЧСС})$.

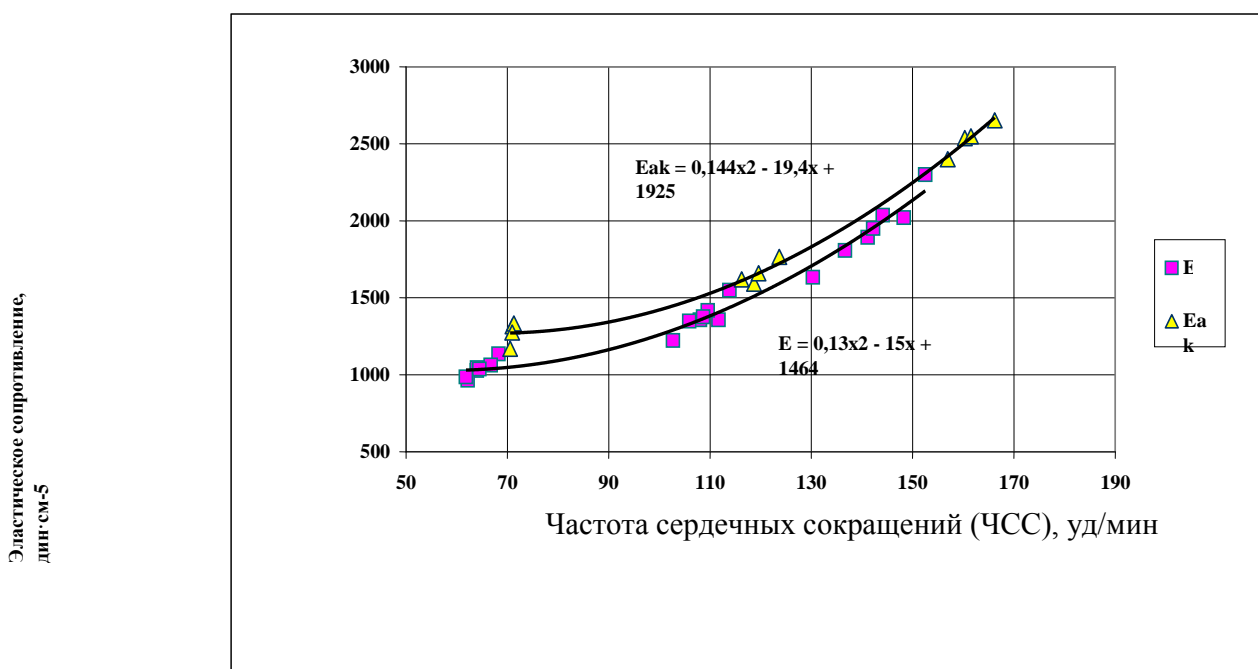


Рис.2. Аналитические зависимости эластического сопротивления от ЧСС по данным покоя и двух велоэргометрических нагрузок в основной (E) и контрольной (Eak) группах

Это означает, что ригидность стенок аорты и крупных артериальных сосудов у испытуемых с повышенными величинами показателя PWC170 в среднем ниже как в покое, так и при мышечной работе, чем у испытуемых с более низкими значениями PWC170. Соответствующие регрессионные квадратичные зависимости $E_a(\text{ЧСС})$ и $E_{ak}(\text{ЧСС})$ при $\text{ЧСС} = x$ имеют вид:

$$E_{ak} = 0,144 \cdot x^2 - 19,4 \cdot x + 1925$$

$$E_a = 0,13 \cdot x^2 - 15 \cdot x + 1464$$

На рисунке 3 представлены кривые $J_s = J_s(\text{ЧСС})$ и $J_{sk} = J_{sk}(\text{ЧСС})$ изменений инерционного сопротивления с ростом ЧСС в покое и при двух велоэргометрических нагрузках. Рост ЧСС в обеих группах сопряжен (рис.3) в среднем с увеличением инерционного сопротивления. Причем график $J_s(\text{ЧСС})$ расположен (рис.3) строго выше графика $J_{sk}(\text{ЧСС})$. Следовательно, механический импульс ударного объема крови (инерционное сопротивление сердечного выброса) у испытуемых с повышенными величинами показателя PWC170 в среднем выше как в покое, так и при мышечной работе, чем у испытуемых с более низкими значениями PWC170. При одинаковых значениях ЧСС выполнено неравенство: $J_{sk}(\text{ЧСС}) < J_s(\text{ЧСС})$. Такое отличие свойств инерционного сопротивления от взаимоотношений между величинами R и E_a в разных группах испытуемых связано с достоверно увеличенными величинами ударного объема крови у испытуемых основной группы по сравнению с данными УО в контрольной группе. Регрессионные квадратичные зависимости $J_s(\text{ЧСС})$ и $J_{sk}(\text{ЧСС})$ при ЧСС = x имеют вид:

$$J_{sk} = 2,96 \cdot x^2 - 102,45x + 11775;$$

$$J_s = 3,51 \cdot x^2 - 192x + 21264$$

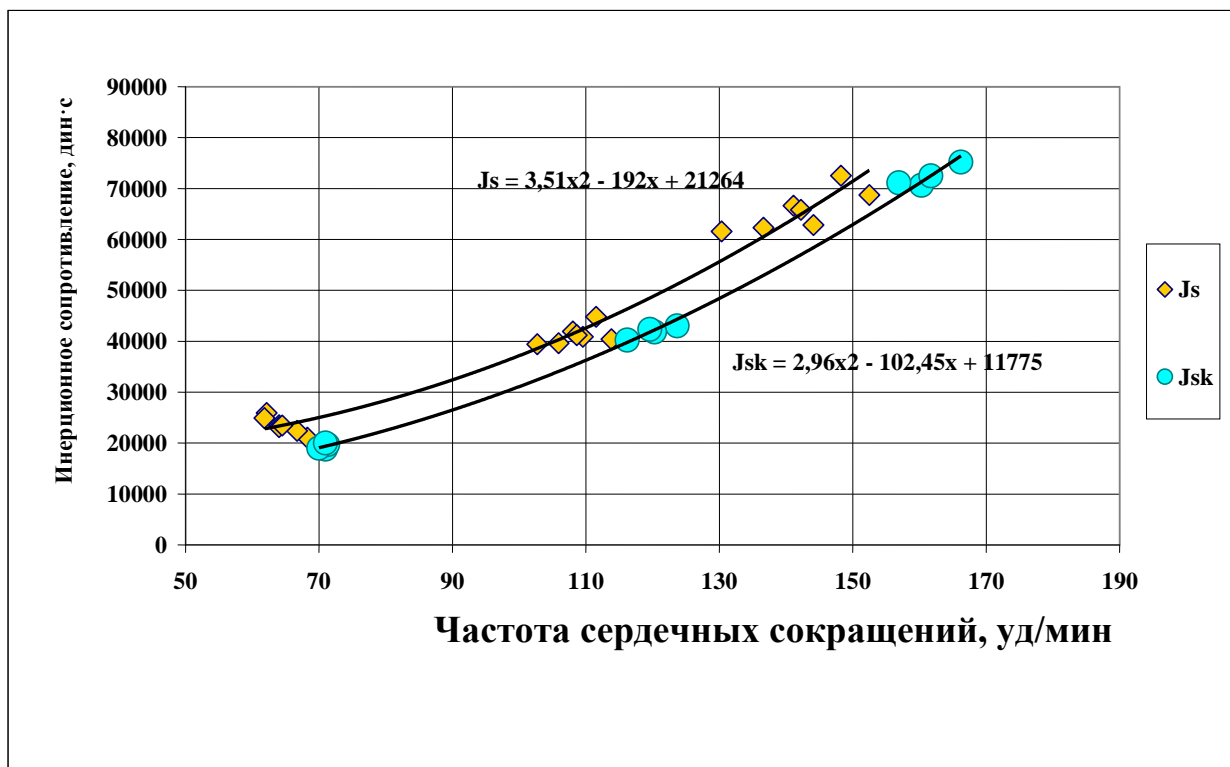


Рис.3. Зависимости инерционного сопротивления от ЧСС в основной и контрольной группах испытуемых

Левая снижающаяся ветвь каждой кривой отвечает (рис.3) преобладанию величины статической составляющей артериального импеданса, а правая ветвь кривой импеданса отвечает преобладанию кинетической составляющей импеданса. При одинаковых значениях ЧСС выполнено неравенство: $Z_a(\text{ЧСС}) < Z_{ak}(\text{ЧСС})$. Регрессионные квадратичные зависимости $Z_a(\text{ЧСС})$ и $Z_{ak}(\text{ЧСС})$ при $\text{ЧСС} = x$ имеют вид:

$$Z_{ak} = 0,0052x^2 - 1,0554x + 129,6$$

$$Z_a = 0,0044x^2 - 0,809x + 111$$

На рисунке 4 представлены две кривые $Z_a = Z_a(\text{ЧСС})$ и $Z_{ak} = Z_{ak}(\text{ЧСС})$ изменений артериального импеданса с ростом ЧСС в покое и при двух велоэргометрических нагрузках. Рост ЧСС в обеих группах сопряжен (рис.4) в среднем в начале (покой и малые нагрузки) с уменьшением артериального импеданса, а затем с ростом ЧСС происходит увеличение артериального импеданса. Причем график $Z_a(\text{ЧСС})$ расположен (рис.4) строго ниже графика $Z_{ak}(\text{ЧСС})$.

Артериальный импеданс,
дин·см-5

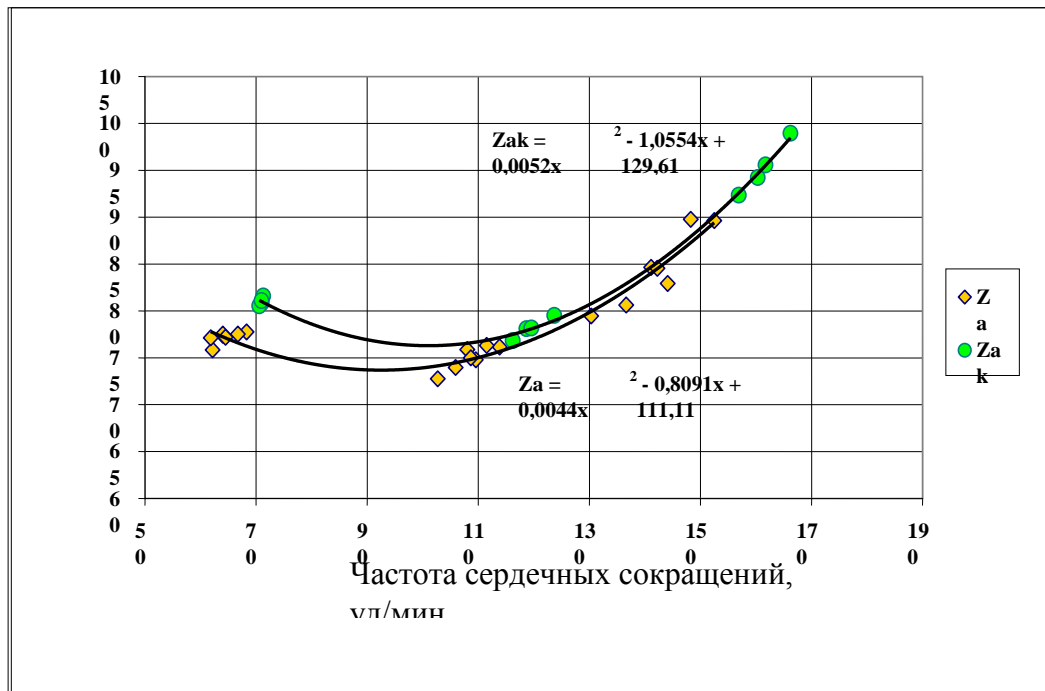


Рис.4. Зависимости артериального импеданса от ЧСС в основной и контрольной группах испытуемых

На рисунке 5 представлены две кривые $E_s = E_s(\text{ЧСС})$ и $E_{sk} = E_{sk}(\text{ЧСС})$ изменений эффективной жесткости ЛЖ сердца с ростом ЧСС в покое и при двух велоэргометрических нагрузках.

Эффективная жесткость ЛЖ,
дин·см-5

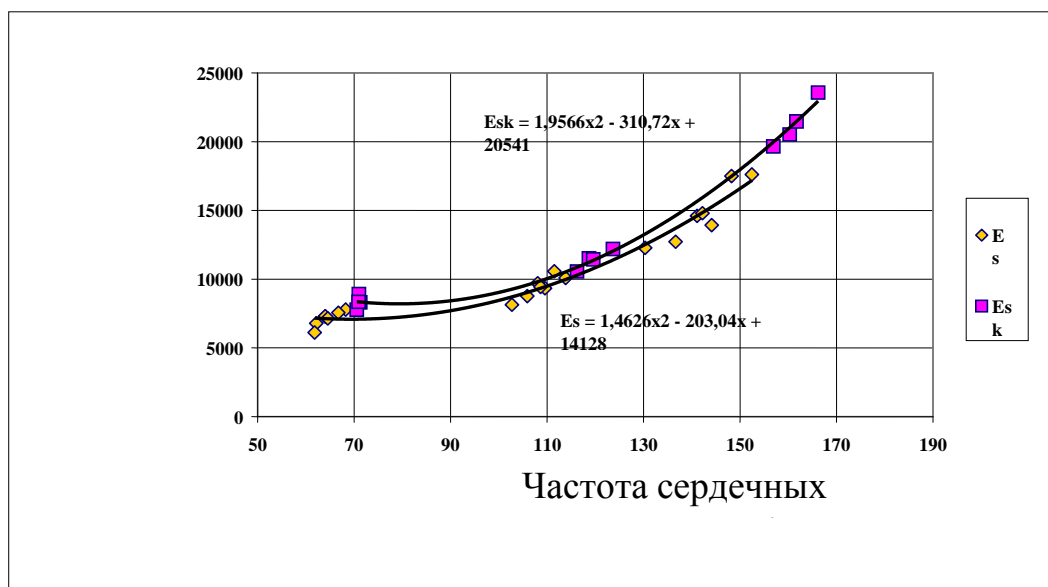


Рис.5. Зависимости эффективной жесткости левого желудочка сердца от ЧСС в основной и контрольной группах испытуемых

График $E_s(\text{ЧСС})$ расположен (рис.5) строго ниже графика $E_{sk}(\text{ЧСС})$. Это означает, что эффективная упругость стенок левого желудочка сердца у испытуемых с повышенными величинами показателя $PWC170$ в среднем ниже как в покое, так и при мышечной работе, чем у испытуемых с более низкими значениями $PWC170$. Рост ЧСС в обеих группах сопряжен (рис.5) в среднем с увеличением эффективной жесткости ЛЖ сердца. При одинаковых значениях ЧСС выполнено неравенство: $E_s(\text{ЧСС}) < E_{sk}(\text{ЧСС})$. Регрессионные квадратичные зависимости $E_s(\text{ЧСС})$ и $E_{sk}(\text{ЧСС})$ при $\text{ЧСС} = x$ имеют вид:

$$E_{sk} = 1,9566x^2 - 310,72x + 20541$$

$$E_s = 1,4626x^2 - 203,04x + 14128$$

На рисунке 6 представлены две кривые $W_s = W_s(\text{ЧСС})$ и $W_{sk} = W_{sk}(\text{ЧСС})$ изменений мощности сокращений ЛЖ сердца с ростом ЧСС в покое и при двух велоэргометрических нагрузках.

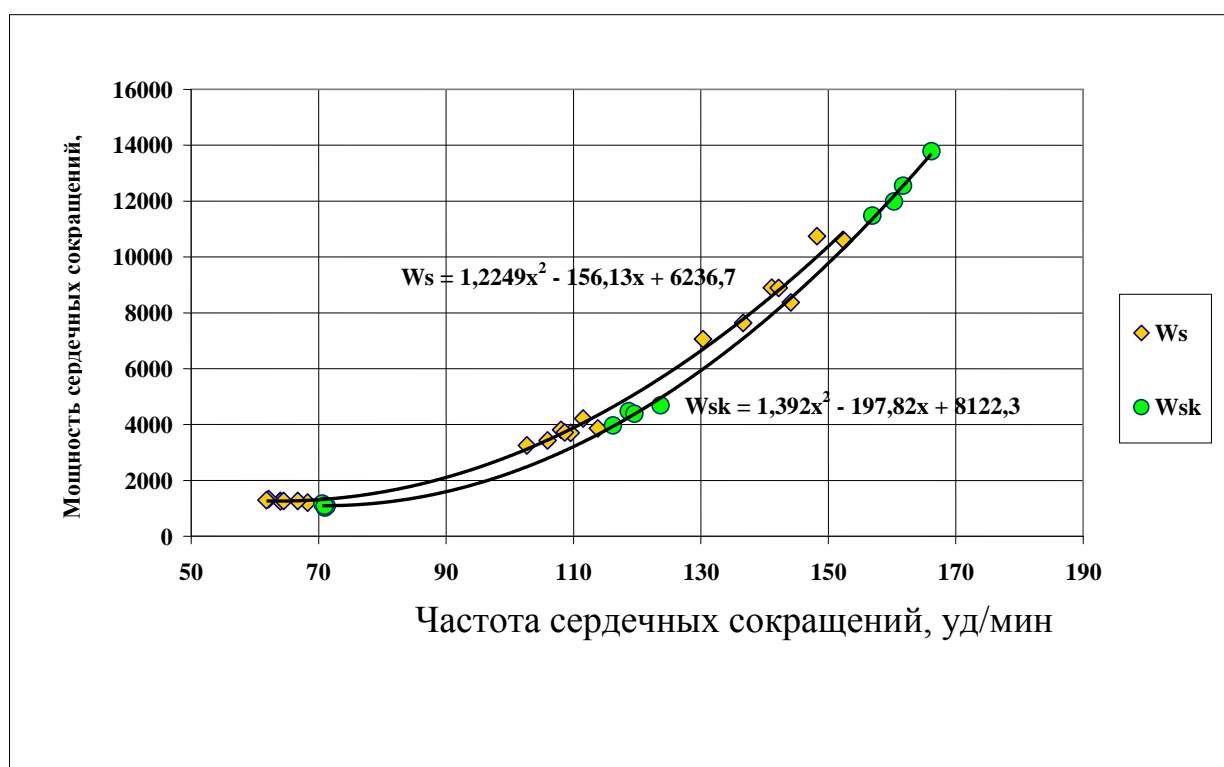


Рис.6. Зависимости мощности сердечных сокращений от ЧСС в основной и контрольной группах испытуемых.

Рост ЧСС в обеих группах сопряжен (рис.6) в среднем с увеличением мощности сокращений ЛЖ сердца. Причем график $W_{sk}(\text{ЧСС})$ расположен (рис.6) строго ниже графика $W_s(\text{ЧСС})$. При одинаковых значениях ЧСС выполнено неравенство: $W_{sk}(\text{ЧСС}) < W_s(\text{ЧСС})$. Следовательно, мощность

сердечных сокращений у испытуемых с повышенными величинами показателя PWC170 в среднем выше как в покое, так и при мышечной работе, чем у испытуемых с более низкими значениями PWC170. Такое отличие свойств мощности сердечных сокращений от взаимоотношений между величинами показателя сократимости E_s в двух группах испытуемых связано с достоверно увеличенными величинами ударного объема крови у испытуемых основной группы по сравнению с данными УО в контрольной группе.

Регрессионные квадратичные зависимости $W_s(\text{ЧСС})$ и $W_{sk}(\text{ЧСС})$ при $\text{ЧСС} = x$ имеют вид:

$$W_s = 1,225x^2 - 156x + 6237$$

$$W_{sk} = 1,392x^2 - 198x + 8122$$

Полученные регрессионные зависимости для показателей $\{R, E_a, J_s, Z_a, E_s, W_s\}$ от ЧСС в основной и контрольной группах испытуемых отвечают двум значениям PWC170: 1432 и 1044 кгм/мин. С помощью линейной интерполяции найдены зависимости от PWC170 для коэффициентов $a_{0П}(\text{PWC}_{170})$, $a_{1П}(\text{PWC}_{170})$ и $a_{2П}(\text{PWC}_{170})$ уравнений вида

$$\Pi(\text{ЧСС}, \text{PWC}_{170}) = a_{0П}(\text{PWC}_{170}) + a_{1П}(\text{PWC}_{170}) \cdot \text{ЧСС} + a_{2П}(\text{PWC}_{170}) \cdot \text{ЧСС}^2$$

При $\text{PWC}_{170} = 1432$ кгм/мин получим уравнение для основной группы испытуемых, а при $\text{PWC}_{170} = 1044$ кгм/мин при ходим к уравнению для контрольной группы. Полученные выражения для коэффициентов $a_{0П}$, $a_{1П}$ и $a_{2П}$ сведены в табл.1.

Таблица 1. Коэффициенты квадратичных зависимостей показателей Π сосудистой нагрузки и сократимости сердца от ЧСС и $P = \text{PWC}_{170}$

П	$\Pi = a_2 \cdot \text{ЧСС}^2 + a_1 \cdot \text{ЧСС} + a_0$		
	a_2	a_1	a_0
E_a	$0,187 - 0,00004 \cdot P$	$-33 + 0,0126 \cdot P$	$335 - 1,32 \cdot P$
R	$0,242 - 0,000054 \cdot P$	$-81,4 + 0,024 \cdot P$	$7560 - 2,46 \cdot P$
J_s	$-1,948 + 0,00382 \cdot P$	$1007 - 0,838 \cdot P$	$-68605 + 63 \cdot P$
E_s	$3,481 - 0,0014 \cdot P$	$-643 + 0,31 \cdot P$	$40330 - 18,3 \cdot P$
W_s	$1,908 - 0,00048 \cdot P$	$-326 + 0,12 \cdot P$	$13941 - 5,39 \cdot P$
Za	$0,008 - 0,0000023 \cdot P$	$-1,82 + 0,0007 \cdot P$	$187 - 0,053 \cdot P$

В каждом диапазоне изменения ЧСС и E_a (покой и велоэргометрические нагрузки 500 и 1000 кгМ/мин) были проведены расчеты по формуле $E_a(\text{ЧСС}, \text{PWC}_{170})$ с коэффициентами из табл.1 по фактическим значениям ЧСС, PWC_{170} . Затем вычислялись абсолютные значения разности между E_a , вычисленным по формуле $E_a(\text{ЧСС}, \text{PWC}_{170})$, и измеренным у испытуемого.

Таблица 2. Средние относительные погрешности расчета E_a

Мощность нагрузки, кгМ/мин	Группы испытуемых	
	Основная	Контрольная
Покой	$0,14 \pm 0,103$	$0,135 \pm 0,096$
500	$0,0852 \pm 0,071$	$0,0752 \pm 0,058$
1000	$0,078 \pm 0,059$	$0,0754 \pm 0,055$

Данные расчетов показывают (табл.2), что средняя относительная погрешность расчетов E_a по величинам ЧСС и PWC_{170} как в основной группе, так и в контрольной группе испытуемых максимальна в условиях покоя. Эта погрешность уменьшается (табл.2) почти вдвое при выполнении мышечной работы на велоэргометре.

Библиография

- 1.Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов – М.: Сов.спорт. – 2005. – 312 с.
- 2.Иберла К. Факторный анализ: пер. с нем. – М.: Статистика. – 1980. – 398 с.
- 3.Импеданская плетизмография (реография). С. 81 – 90 // В сб.: Инструментальные методы исследования в кардиологии / Под ред. Г.И. Сидоренко. – Минск, 1994 – 272 с.
- 4.Каро К., Педли Т., Шротер Р., Сид У. Механика кровообращения. – М.: Мир, 1981. - 624 с.
- 5.Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. – М.: Физкультура и спорт. – 1988. – 208 с.
- 6.Карпман В.Л., Любина Б.Г. Динамика кровообращения у спортсменов. М.: Физкультура и спорт, 1982.- 135 с.
- 7.Карпман В.Л., Орел В.Р. Артериальный импеданс у спортсменов // В сб.: Труды ученых ГЦОЛИФК. 75 лет. Ежегодник – М.: ГЦОЛИФК – 1993. – С. 262-271.
- 8.Карпман В.Л., Орел В.Р. Исследование входного импеданса артериальной системы у спортсменов // В сб.: Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов. – М.: РГАФК. – 1994. – С.92-116.
- 9.Карпман В.Л., Орел В.Р., Богданов В.Н., Лиошенко В.Г. Инерционное сопротивление артериальной системы и постнагрузка левого желудочка сердца

- у спортсменов / В сб.: Научные чтения. Спортивная медицина и исследования адаптации к физическим нагрузкам. – М.: – РГУФК. – 2005. – С.241-254.
- 10.Карпман В.Л., Орел В.Р., Кочина Н.Г., Никитина С.С., Любина Б.Г. Эластическое сопротивление артериальной системы у спортсменов / Сб.: Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов. Изд. РГАФК. М.: – 1994. – С.117-130.
- 11.Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь. – 2004. – 392 с.
- 12.Орел В.Р. Мощность механической работы левого желудочка сердца у спортсменов различной тренированности // Вестник спортивной медицины России. – №2 (15). – 1997. – С.56-57.
- 13.Орел В.Р., Богданов В.Л., Лиошенко В.Г., Никитина С.С. Артериальный импеданс и сосудистые сопротивления у спортсменов различной тренированности // В сб.: Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов. – М.: РГАФК. – 1994. – С.131-134.
- 14.Орел В.Р., Травинская А.Г. Модельные оценки показателей сосудистой нагрузки и сократительной способности сердца человека // Физиология мышечной деятельности. Тез. докладов международной конференции. – М.: РГАФК. – 2000. – С.109-111.
- 15.Орел В.Р., Травинская А.Г. Модельные оценки эффективной упругости левого желудочка сердца и артериальной эластичности / В сб.: Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы. – VI-я научно-практическая конференция. – М.: ГКГ МВД РФ. – 2004. – С.152-156.
- 16.Орел В.Р., Травинская А.Г., Амнуэль Л.Ю. Динамика совместных изменений сократимости сердца, сосудистых сопротивлений и частоты сердечных сокращений у спортсменов различной выносливости // Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы. – VIII-я научно-практическая конференция. – М.: ГКГ МВД РФ. – 2006. – С.389–400.
- 17.Ткаченко Б. И. Взаимоотношение параметров системной гемодинамики и объект её регуляции // Вестник Российской Военно-медицинской Академии. – 1999. № 1. – С.48-56.

РОЛЬ ОКСИДА АЗОТА В РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ВЫСОКОКАВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ ПРИ НАГРУЗКЕ МАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ

Паршукова О.И., к.б.н, *ФГБУН Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Россия, Сыктывкар*

Ладохина А.А., ГОУ «Коми Республиканский Лицей при Сыктывкарском Государственном Университете имени Питирима Сорокина», Россия, Сыктывкар

Логинова Т.П., к.б.н, ФГБУН Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Россия, Сыктывкар

Варламова Н.Г., к.б.н, ФГБУН Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Россия, Сыктывкар

Гарнов И.О., ФГБУН Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Россия, Сыктывкар

Бойко Е.Р., д.м.н., профессор, ФГБУН Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Россия, Сыктывкар
olga-parshukova@mail.ru

Аннотация. Исследование показало, что ответ сердечно-сосудистой системы на нагрузку максимальной мощности во время выполнения тест «до отказа» на велоэргометре с использованием эргоспирометрической системы «Oxuson Pro» у высококвалифицированных лыжников-гонщиков зависит от системы синтеза оксида азота.

Ключевые слова: оксид азота, сердечно-сосудистая система, лыжники-гонщики.

THE ROLE OF NITRIC OXIDE IN THE REGULATION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM AT ELITE SKILLED SKIERS AT THE LOAD OF MAXIMUM POWER

Parshukova O.¹, Ladokhina A.², Loginova T.¹, Varlamova N.¹, Garnov I.¹, Boiko E.¹

¹-Institute of Physiology, Komi Science Center of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Russia, Syktyvkar

²-Komi Republican Lyceum at Syktyvkar State University named after P. Sorokin, Russia, Syktyvkar

Summary. The study showed that the response of the cardiovascular system to the load of maximum power in elite skilled skiers depends on the nitric oxide synthesis system.

Key words: nitric oxide, cardiovascular system, elite skiers.

Введение. Характерной чертой лыжных гонок является большой объем тренировочных нагрузок, часто выполняемых с предельной интенсивностью в экстремальных природно-климатических условиях. Одним из факторов, ограничивающих функциональные возможности организма спортсмена, является переутомление сердечно-сосудистой системы [3]. Оксид азота (NO) является сигнальной молекулой, участвующей в регуляции сердечно-сосудистой системы. Показано, что длительные и интенсивные аэробные тренировки могут ослабить эндотелиально-зависимую вазодилатацию, что в

результате приводит к сокращению бионакопления оксида азота [8,7]. С другой стороны, умеренные аэробные тренировки увеличивают эндотелиально-зависимую вазодилатацию, вызывая повышение продукции NO у здоровых людей [7]. Было показано, что дисбаланс в системе синтеза оксида азота, возникновение эндотелиальной дисфункции играет важную роль в развитии сердечно-сосудистой патологии [5]. По данным литературы [4] объективными признаками достижения предельной физической нагрузки являются появления срыва адаптации (повышение систолическое артериальное давление (САД) более 220 мм рт. ст.). В то же время показано, что повышение САД более 200 мм рт. ст. служит предиктором завершения нагрузки у высококвалифицированных лыжников-гонщиков [2]. В связи с этим можно предположить, что система синтеза NO может участвовать в регуляции сердечно-сосудистого ответа на максимальную нагрузку. С учетом выше изложенного, **целью данного исследования** была оценка содержания NO у высококвалифицированных лыжников-гонщиков с гипертонической и нормотонической реакцией на нагрузку максимальной мощности.

Материалы и методы. В период с 2013 по 2016 год проведены многократные исследования лыжников-гонщиков высшей квалификации членов сборных команд. В группу наблюдения входили к.м.с, м.с. и м.с.м.к. (22,23±7,07 лет, n=105). Проводимое исследование одобрено локальным комитетом по биоэтике при ФГБУН Институте физиологии Коми научного центра УрО РАН, обследуемые дали информированное согласие на его проведение.

Все испытуемые выполняли тест «до отказа» [1] на велоэргометре с использованием эргоспирометрической системы «Oxycor Pro» (Erich Jaeger, Германия) в режиме «breath by breath». У обследуемых спортсменов в покое сидя, на уровне ПАНУ, во время пика нагрузки и в период восстановления (5 мин) определялись следующие гемодинамические параметры: САД и диастолическое артериальное давление (ДАД) и частота сердечных сокращений (ЧСС), а также оценивался уровень NO. После обработки результатов спортсмены были разделены на две группы. В группу I вошли спортсмены с гипертонической реакцией на нагрузку (200 мм рт.ст. и более, САД). Группа II была составлена из спортсменов с нормотонической реакцией на нагрузку (до 200 мм рт.ст., САД). Характеристика обследованных групп спортсменов представлена в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика обследованных групп спортсменов, X±SD

	Группа I	Группа II
Возраст, лет	22,76±7,44	21,06±6,14
Количество, n	72	33
Вес, кг	70,65±3,68	69,11±3,37
Мощность нагрузки до отказа, Вт	343,61±40,05	357,58±38,65
МПК, л/мин	4,38±0,46	4,43±0,42

МПК, мл/мин/кг	61,39±7,74	64,09±5,72
----------------	------------	------------

САД и ДАД измеряли методом Короткова на правой руке. Данные по ЧСС были взяты с протоколов эргоспирометрической системы «Oxuson Pro». Биохимический анализ включал в себя определение в плазме крови уровня стабильных метаболитов NO – нитритов (NO₂-) и нитратов (NO₃-), сумма которых дает показатель суммы стабильных метаболитов NO – (NO_x) в реакции с реактивом Грисса колориметрическим методом [6]. В литературе установлена высокая корреляция между эндогенной продукцией NO и показателем NO_x в плазме крови [9]. Описательную статистику и достоверность различий в динамике обследования оценивали с использованием программы «STATISTICA» (версия 6.0, StatSoft Inc, 2001).

Результаты исследования. Рассматривая полученные в нашем исследовании материалы, следует отметить, что показатели САД, ДАД, ЧСС, NO_x, NO₂, NO₃ в покое в группах (I и II) обследованных спортсменов не имели значимых отличий. Анализ данных показателей при выполнении теста «до отказа» (максимальные нагрузки) выявил, что у спортсменов-лыжников (группы I и II) наблюдалось достоверно значимое повышение САД и ЧСС в период прохождения порога анаэробного обмена (ПАНО) (p=0,001), по сравнению с показателями в покое. Следует отметить, что в группе I в этот период нагрузки значения САД были выше, по сравнению с группой II (p=0,001). При этом, у обследованных лиц с нормотонической реакцией на нагрузку (группа II) обнаружено значимое повышение NO_x и NO₃, по сравнению со значениями в покое (p=0,05). Во время выполнения максимальной нагрузки (пик нагрузки) у лыжников наблюдалось продолжение повышения САД, ЧСС, по сравнению с периодом прохождения ПАНО. В этот период нагрузки группа I характеризовалась более высокими значениями САД и более низкими показателями ЧСС, по сравнению с группой II (p=0,001; p=0,05 соответственно). При этом, содержания NO_x и NO₃ в группе с гипертонической реакцией на нагрузку снижались, по сравнению с ПАНО (p=0,05). И в целом, значения данных показателей в группе I были более низкими, по сравнению с группой II (p=0,05) на протяжении всего периода прохождения теста. В период восстановления у обследованных лыжников-гонщиков наблюдалось снижение таких показателей, как САД и ЧСС. Во второй группе сохранялись более высокие значения ЧСС в отличие от первой группы (p=0,01). Значение ДАД в периоды покоя, ПАНО и пика нагрузки в группах обследования значимо не изменялось. Однако, в период восстановления показатели ДАД значимо снижались в обеих группах обследования (в I группе p=0,01; во II группе p=0,001). При этом, следует отметить, снижение ДАД в группе II было более выражено, по сравнению с группой I. В ранний период восстановления в группах I и II значения NO_x и NO₃ не изменялись. Значение NO₂ в группах обследования в периоды покоя, ПАНО и пика нагрузки не имели значимых

изменений. Однако, через 5 минут после окончания теста наблюдались разные динамики изменения уровня NO₂. В группе I выявлено повышение NO₂, а в группе II снижение данного показателя ($p=0,05$).

Заключение. Таким образом, можно сделать заключение о том, что ответ сердечно-сосудистой системы на нагрузку максимальной мощности у высококвалифицированных лыжников-гонщиков зависит от системы синтеза оксида азота.

Библиография

1. Бутулов Э.Л., Головачев А.И., Козьменко В.Г., Усакова Н.А., Богданов П.Б., Кондратов Н.Н., Потоцкий В.Л., Разработка и обоснование методов оценки уровня функциональной подготовленности спортсменов зимних видов спорта на этапах подготовки // Вестник спортивной науки. 2004. №3. С.13-16.
2. Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Мартынов Н.А., Черных А.А., Расторгуев И.А., Гарнов И.О., Ларина В.Е., Бойко Е.Р. Кардиореспираторные предикторы завершения теста с максимальной нагрузкой у высококвалифицированных лыжников-гонщиков // Спортивная медицина: наука и практика. 2015. №2. С.53-60.
3. Головачев А.И. Актуальные проблемы Российского лыжного спорта (материалы «Круглого стола») // Вестник спортивной науки. 2010. №3. С. 57-60.
4. Дворников М.В., Разинкин М.С., Петрова В.В., Фомкин П.А., Нетребина А.П., Киш А.А. Методика индивидуальной оценки устойчивости спортсменов к максимальным физическим нагрузкам в условиях измененной гипоксической и гипотермической среды // Медицина труда и промышленной экологии. 2013. №9. С.37-42.
5. Лапшина Л.А., Кравчук П.Г., Титова А.Ю., Глебова О.В. Значение определения нитритов-нитратов как маркеров дисфункции эндотелия при сердечно-сосудистой патологии // Украинская медицина. 2009. №29. С.1-5.
6. Метельская В.А. Скрининг-метод для определения уровня метаболитов азота / В.А. Метельская, Н.Г. Гуманова // Клин. лаб. диагностика. 2005. №6. С.15-18.
7. Bergholm R, Makimattila S, Valkonen M, Liu ML, Lahdenpera S, Taskinen MR, Sovijarvi A, Malmberg P, Yki-Jarvinen H Intense physical training decreases circulating antioxidants and endothelium-dependent vasodilation in vivo // Atherosclerosis.- 1999. V.145. P.341-349.
8. Goto K., Sato K., Takamatsu K. A single set of low intensity resistance exercise immediately following high intensity resistance exercise stimulates growth hormone secretion in men // J Sports Med Phys Fitness. 2003, 43(2). P.243-249.
9. Granger D.L., Taintor R.R., Boockvar K.S., Hibbs J.B. Jr. Measurement of nitrate and nitrite in biological samples using nitrate reductase and Griess reaction // Methods Enzymol. 1996. V.268. P.142-151.

АНАЛИЗ СКОРОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ЦИКЛИЧЕСКИМИ ВИДАМИ СПОРТА

Попова Е.В., к.б.н., ГАГУ, г. Горно-Алтайск, Россия,
Симонова О.И., к.б.н., ГАГУ, г. Горно-Алтайск, Россия,
Махалин А.В., к.б.н. РГУФКСМИТ, Москва, Россия,
Бовыкин С.С. магистрант
Матвеева Д.А. магистрант

*Российский государственный университет физической культуры,
спорта, молодежи и туризма. Москва, Россия.
fiziologi@mail.ru*

Аннотация. В данной работе рассматривается анализ величины максимального потребления кислорода и скорость восстановления сердечно-сосудистой системы после мышечной нагрузки у спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта. У большей части спортсменов (42%) сердечно-сосудистая система отреагировала на мышечную нагрузку отлично, и у 16% удовлетворительно. Чуть менее половины обследованных спортсменов имели выше среднего величину максимального потребления кислорода (46%), 31% спортсменов имели высокую величину максимального потребления кислорода, 22% имели средние величины и 1% низкий уровень. Положительная корреляционная связь отмечена с различной величиной уровня максимального потребления кислорода и индекса Кверге, и при этом, чем выше величина максимального потребления кислорода, тем выше корреляция.

Ключевые слова. Спортсмены, сердечно-сосудистая система, спортивная физиология, максимальное потребление кислорода, физическая нагрузка, частота сердечных сокращений.

ANALYSIS OF SPEED OF REGENERATIVE PROCESSES OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN ATHLETES INVOLVED IN CYCLIC SPORTS

Popova E., Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, Altai Republic,
Russia

Simonova O., Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, Altai Republic,
Russia
Makhalin A.,
Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism,
Moscow, Russia
Bovykin S., Matveeva D.,
Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism,
Moscow, Russia.

Abstract. In this paper we consider the analysis of the value of maximum oxygen consumption and the rate of recovery of cardiovascular system after muscular exertion in athletes involved in cyclic sports. The majority of athletes (42%) cardiovascular system responded to muscle strain excellent, and 16% as satisfactory. Slightly less than half of the surveyed athletes had a higher average value of maximum oxygen consumption (46%), 31% of the athletes had a high value of maximum oxygen consumption, 22% had an average and 1% low. The positive correlation observed with different level of maximum oxygen consumption and index Query, and thus, the higher the value of maximum oxygen consumption, the higher the correlation.

Key words. Athletes, cardiovascular system, sports physiology, maximal oxygen uptake, physical activity, heart rate.

Введение. В настоящее время существующие научные исследования подтверждают целесообразность индивидуального подхода в изучении проблем, касающихся спортсменов [2].

Для нормального функционирования человеческого организма и сохранения здоровья необходима определенная «доза» двигательной активности. Адекватная физическая тренировка, занятия оздоровительной физической культурой способны в значительной степени приостановить изменения различных функций [1].

В настоящее время целенаправленные занятия физическими упражнениями составляют самую существенную сторону двигательной активности человека. Физические упражнения, выполняемые в равномерном и умеренном темпе, значительно стимулируют деятельность не только сердечно-сосудистой системы, но и дыхательной систем. Научно доказано, что у лиц, регулярно занимающихся физической культурой работоспособность возрастает на 10% [3].

Как известно, физические упражнения вызывают повышенную потребность организма в кислороде, а кислород - это основной источник энергии при мышечной работе, и по величине максимального потребления кислорода (МПК) судят о физической работоспособности человека.

Величина МПК зависит главным образом от развития систем дыхания и кровообращения, поэтому Всемирной организацией здравоохранения МПК признано наиболее объективным и информативным показателем функционального состояния кардиореспираторной системы.

В тренировке большое внимание уделяется развитию скоростной и специальной выносливости. В основе развития этих способностей лежит анаэробная производительность – энергетический обмен в бескислородных условиях. В связи с этим одной из особенностей функционирования организма спортсменов является быстрая восстанавливаемость, которая является оценкой его специальной работоспособности и тренированности. Скорость восстановительных процессов спортсменов является показателем функционального состояния организма, и одним из индексов по которому оценивают МПК, является индекс Кверга. О скорости восстановления организма судят также по коэффициенту восстановления пульса, чем он меньше, тем лучше скорость восстановления сердечно-сосудистой системы (ССС) [5].

Цель исследования заключалась в определении и анализе величины МПК, и оценке скорости восстановления сердечно-сосудистой системы после мышечной нагрузки у спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта. В связи с вышесказанным, задачами нашей работы явились:

- 1) Оценить состояние сердечно-сосудистой системы после мышечной нагрузки по функциональной пробе Кверга у спортсменов;
- 2) Определить величину максимального потребления кислорода (МПК) у спортсменов;
- 3) Определить взаимосвязь между индексом Кверга (ИК) и МПК;
- 4) Выявить зависимость между ИК и коэффициентом восстановления пульса (КВП).

Методы исследования. Нами было обследовано 100 юношей, занимающихся циклическими видами спорта (легкая атлетика, лыжные гонки), в возрасте от 17 до 23 лет. Показатели ССС и величину МПК определяли в состоянии отсутствия физического, психического напряжения и после стандартной нагрузки. Наиболее объективным показателем работоспособности человека является величина относительного МПК (мл×мин/кг). Для ее определения делят величину МПК, полученную в эксперименте, на массу тела испытуемого.

В последние годы разработаны методы косвенного расчета МПК по величине мощности работы и частоте сердечных сокращений. Эти два показателя определяют при физической нагрузке, получившей название «степ-тест» (восхождение на ступеньку высотой 40 см и спуск с нее). Эта физическая работа осуществляется строго по правилам. Восхождение и спуск осуществляется на 4 счета: 1 - левая нога на ступеньке; 2 - приставить правую

ногу и стать на ступеньку; 3 - левая нога на полу; 4 - приставить правую (исходная стойка). Эти движения составляют один цикл. Во время работы следует не менее двух раз поменять опорную ногу.

Каждый испытуемый выполняет движения с разной скоростью, что связано с его физическим развитием и состоянием кардиореспираторной системы, поэтому количество циклов, выполняющихся в минуту, значительно колеблется (от 18 до 30). Для достижения устойчивого состояния частоты сердечных сокращений (ЧСС) в ответ на мышечную нагрузку рекомендуется выполнять работу в течение 5 мин. Наиболее точные объективные результаты определения мощности работы находятся в пределах 135-155 уд./мин.

На 5-й мин работы подсчитывают точно количество циклов в минуту и сразу по окончании работы (после последнего спуска со ступеньки) пальпаторно или с помощью фонендоскопа определяют ЧСС в течение первых 10 с восстановительного периода.

Зная массу тела испытуемого, высоту ступеньки и количество циклов в минуту, рассчитывают мощность работы по формуле:

$$W = P \times H \times 1,5 \times n,$$

где W - мощность работы; P - масса тела испытуемого; H - высота ступеньки; n - количество циклов; 1,5 - коэффициент подъема и спуска.

Определить величину МПК наиболее удобно и достаточно точно можно методом Фон Добельна (1967), который учитывает мощность работы в степ-тесте (кгм/мин), пульс в устойчивом состоянии на 5-й мин работы, возраст испытуемого:

$$\text{МПК} = 1,29 \sqrt{\frac{W}{H - 60}} \times e - 0.00884 \times T$$

Где W – мощность работы (кгм/кг); H – пульс на 5-й мин (уд/мин); e – основание натурального логарифма; T – возраст испытуемого [4].

В качестве экспресс-информации о функциональном состоянии организма спортсменов в соревновательном периоде рекомендуют исследовать скорость восстановительных процессов в организме после выполнения мышечной работы определением индекса по Квергу [5]. У испытуемых измеряют частоту сердечных сокращений (ЧСС) сидя, в покое. После измерения ЧСС испытуемым предлагается тестирующая нагрузка: 30 приседаний за 30 с, 3-минутный бег на месте с частотой 150 шагов в мин, прыжки со скакалкой - 1 мин. В первые 30 с восстановительного периода в положении сидя измеряется ЧСС (P_1); повторно через 2 мин (P_2) и через 4 мин (P_3) после окончания упражнений. Из длительности упражнения и трех измерений пульса (30-секундного значения) вычисляется индекс. Расчет индекса осуществляется по формуле:

$$\text{длительность работы} \times 100 / P_1 + P_2 + P_3$$

где P_1 - частота сердечных сокращений в течение первых 30 с восстановления; P_2 - частота сердечных сокращений через 2 мин восстановления; P_3 - частота сердечных сокращений через 4 мин после окончания работы.

Значение индекса оценивается по классификации:

105 и выше - «очень хорошо»;

99-104 - «хорошо»;

93-98 - «удовлетворительно»;

92 и ниже - «слабо».

О скорости восстановления организма испытуемых после выполнения тестирующей нагрузки судят по реакции ЧСС за 4 мин. Чем меньше коэффициент восстановления пульса (КВП), тем лучше скорость восстановления [6].

КВП рассчитывают по формуле:

$$\text{КВП} = \frac{\text{ЧСС (через 3 мин после нагрузки)} \times 100\%}{\text{ЧСС (во время нагрузки)}}$$

Полученные данные обрабатывались статистически. Находили средние значения, индекс вариации основных признаков, ошибку среднего значения методом анализа данных, не сгруппированных в вариационный ряд. Подсчитывали коэффициент корреляции признаков. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ STATISTICA 8.0 (StatSoft, США) [7].

Результаты исследования: Анализируя данные о скорости восстановительных процессов ССС после мышечной нагрузки, можно сделать вывод, что 24% спортсменов имели неудовлетворительную скорость восстановительных процессов, 16% - удовлетворительную, 18% - хорошую, 42% - отличную (рис.1.). Это характеризуется тем, что многократное, высокоинтенсивное, непродолжительное выполнение скоростных и прыжковых упражнений способствуют образованию кислородного долга

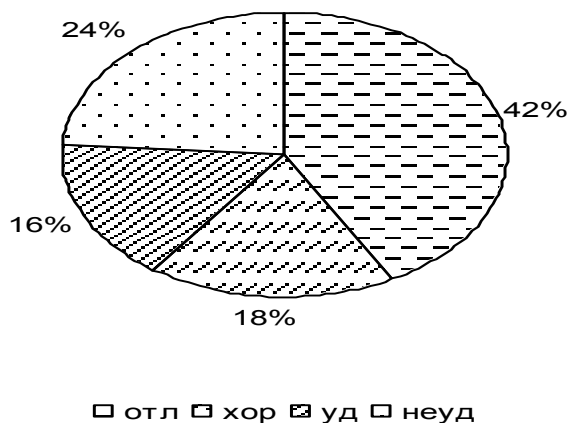


Рис. 1 Распределение юношей занимающихся спортом с различной скоростью восстановительных процессов.

В связи с этим одной из особенностей функционирования организма спортсменов является быстрая восстанавливаемость, которая и является оценкой его специальной работоспособности. На основании данных по величине МПК полученные результаты распределились на следующие группы: с низким уровнем МПК 1%, со средним - 22%, с выше среднего – 46% и с высоким – 31% (рис. 2.).

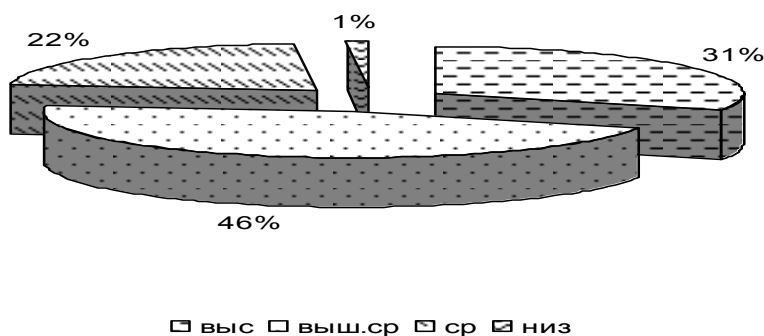


Рис. 2 Распределение юношей занимающихся спортом по величине максимального потребления кислорода.

В связи с полученными данными можно судить об уровне тренированности спортсменов, по показателям МПК (4-5 л/мин). Это свидетельствует о нормальном функционировании кардиореспираторной системы у большинства спортсменов.

Анализируя данные о скорости восстановительных процессов ССС и величины МПК у обследованных спортсменов, нами выявлены достоверные отличия по величине МПК в группах в среднем на 1 л/мин, и по значениям ИК в среднем группы отличались на 12 единиц.

Таблица 1. Максимальное потребление кислорода и скорость восстановительных процессов (индекс Кверга) у юношей занимающихся спортом

n	Оценка уровня МПК	МПК	ИК	r
		X±m (л/мин)	X±m	
31	высокий	5,6±0,12	116,35±2,41	0,76
46	выше среднего	4,5±0,04	100,61±0,6	0,6
22	средний	3,56±0,06	89,81±0,4	0,4
1	низкий	2,97±0,03	84±0,2	-

Наблюдалось следующее соответствие: чем выше величина МПК, тем выше значение ИК. Отмечена положительная корреляция в группах с различной величиной уровня МПК между величиной МПК и значениями ИК, при этом, чем выше величина МПК, тем выше корреляция. На уровнях МПК высокий и выше среднего отмечена высокая корреляция (0,76 и 0,6), на уровне со средним значением МПК корреляция была низкой (0,4), а на уровне с низким МПК корреляции не наблюдается. Это объясняется тем, что между величиной МПК и ИК существует линейная зависимость.

Таблица 2. Коэффициент восстановления пульса и скорость восстановительных процессов (индекс Кверга) у юношей занимающихся спортом.

n	Скорость восстановительных процессов	ИК	КВП	r
		$X \pm m$	$X \pm m$	
42	отлично	116,2±1,68	82,92±0,79	-0,29
18	хорошо	101,8±0,41	85,4±1,35	-0,1
16	удовлетворительно	95,38±0,43	83,16±1,93	0,1
24	неудовлетворительно	86,08±1,03	83,16±1,27	0,09

В таблице 2. Приведены данные о скорости восстановительных процессов ССС и КВП у юношей-спортсменов с различной скоростью восстановительных процессов ССС.

Выявились отличия по оценке скорости восстановительных процессов ССС в группах в среднем на 7,5 единиц, а по значениям КВП группы практически не отличались (1 единица).

Корреляции в группах с различной скоростью восстановительных процессов ССС и значениями КВП не было. Это объясняется тем, что регулярные занятия спортом вызывают повышение функциональных возможностей сердца в условиях покоя, и в первую очередь это проявляется в урежение ЧСС.

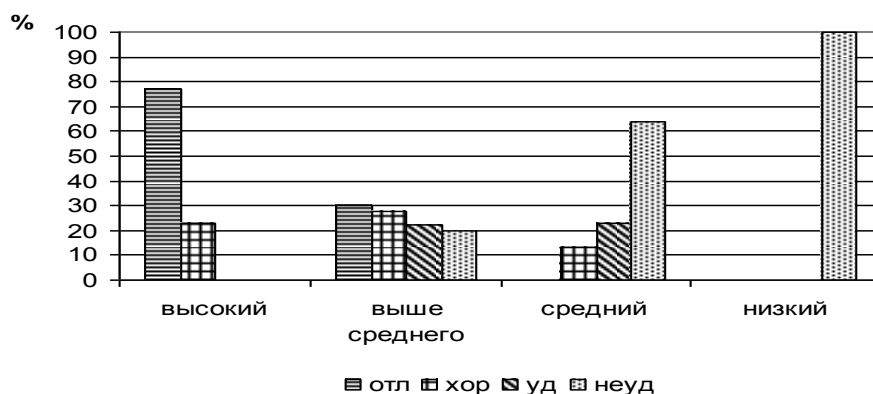


Рис. 3 Оценка скорости восстановительных процессов у лиц с различным уровнем максимального потребления кислорода.

Из рисунка 3 видно, что у группы, имеющей высокий уровень МПК, была отмечена отличная и хорошая скорость восстановительных процессов ССС. У группы с оценкой уровня МПК выше среднего скорость восстановительных процессов ССС была отличной, хорошей, удовлетворительной и неудовлетворительной, примерно в одинаковом соотношении. В группе со средним уровнем МПК скорость восстановительных процессов ССС была хорошей, удовлетворительной и неудовлетворительной (доминирующей). В группе с низким уровнем МПК скорость восстановительных процессов ССС была неудовлетворительной.

Выводы

1. ССС после мышечной нагрузки у обследованных спортсменов отреагировала следующим образом, 24% спортсменов имели неудовлетворительную скорость восстановительных процессов, 16% - удовлетворительную, 18% - хорошую, 42% - отличную.

2. Чуть менее половины обследованных спортсменов имели выше среднего величину МПК (46%), 31% спортсменов имели высокую величину МПК, 22% имели средние величины и 1% низкий уровень МПК.

3. Отмечена положительная корреляция с различной величиной уровня МПК между значениями МПК и ИК. Чем выше величина МПК тем выше корреляция.

4. Корреляции в группах с различной скоростью восстановительных процессов ССС и значениями КВП не было. Это объясняется тем, что регулярные занятия спортом вызывают повышение функциональных возможностей сердца в условиях покоя, и в первую очередь это проявляется в урежении ЧСС.

Библиография

1. Агаджанян Н.А. Нормальная физиология: Учеб.для вузов/Н.А. Агаджанян. – М.: Мед.информац.агентство. – 2009. – 520с.

2. Ашмарин Б.А. Теория и методика физического воспитания: Учеб.для вузов/ Б.А. Ашмарин – М.: Просвещения, - 1990. - 423с.
3. Венецева Ю.Л. Влияние длительных занятий спортом на функциональное состояние ССС и дыхательной системы в среднем возрасте /Ю.Л. Венецева, А.Х. Мельников, О.Н. Борисова, Т.А. Гомова, С.В. Лебедев // Медицина в спорте: Материалы II всерос. конгресса. - М.: - 2012 г. С. 35 - 36.
4. Дубровский В.И. Спортивная медицина: учеб.для вузов/В.И. Дубровский. – М.: Владос. – 2002. – 512с.
5. Макарова Г.А. Спортивная медицина: Учеб. пособие для студентов/ Г.А. Макарова. – М.: Советский спорт. – 2005.- 480с.
6. Холодов Ж.К., Теория и методика физического воспитания и спорта: Учеб.для вузов / Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов. – М.: академия. – 2000. – 480с.
7. Физиология спорта: практическое пособие для студентов 3 курса по специальности физическая культура / А.Е. Бондаренко [и др.]. – Гомель.: Гомельский гос.университет им. Ф.Скорины, 2010. – 86с.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СЕРДЦА В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧЕСКОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Симонова О.И., к.б.н., доцент,
Попова Е.В., к.б.н.,
 доцент
 ФГБОУ ВО Горно-
 Алтайский
 госуниверситет,
 г.Горно-Алтайск
Махалин А.В., к.б.н., доцент

*Российский государственный университет физической культуры, спорта,
 Молодежи и туризма, Россия, Москва.
 soi1777@mail.ru, ms.biolog@mail.ru, fiziologi@mail.ru*

Аннотация. Реакция сердечно-сосудистой системы на динамическую физическую нагрузку у тренированных людей проявляется повышением систолического объёма, по сравнению с не занимающимися спортом. Лица с отличными показателями индекса функциональных изменений сердечно-сосудистой системы легче переносят физическую нагрузку.

Ключевые слова: Сердечно-сосудистая система, спортсмены, физическая нагрузка.

THE PERFORMANCE OF THE HEART IN A DYNAMIC PHYSICAL LOAD

Simonova O.I., c.b.s.,
Popova E.V., c.b.s.,
Gorno-Altaiisk state university
Makhalin A.V.
Russian State University
of Physical Education, Sport, Youth and Tourism,
Moscow, Russia

Annotation. The reaction of the cardiovascular system to dynamic exercise in trained humans results in increase in stroke volume, compared with not doing sport. Person with a great index of functional changes of the cardiovascular system are easier to tolerate exercise.

Key words: cardiovascular system, athletes, exercise.

Введение. Регулярная динамическая физическая нагрузка способствует стимулированию тонуса центра блуждающего нерва и брадикардии в покое. При этом улучшается диастолическое наполнение камер сердца и увеличивается систолический объём не только в покое, но и при физической нагрузке, что оптимизирует условия для кровоснабжения мышцы сердца. При одной и той же физической нагрузке у тренированных людей пульс повышается в меньшей, а систолический объём – в большей степени, по сравнению с нетренированными.

Частота сердечных сокращений (ЧСС) зависит от многих факторов, включая возраст, пол, условия окружающей среды, функциональное состояние, положение тела, и подвержена суточным колебаниям (биоритмам). Температура окружающей среды также оказывает влияние на ЧСС, которая увеличивается в линейной зависимости от нее.

У спортсменов ЧСС в покое ниже, чем у нетренированных людей, и составляет 50-55 ударов в минуту. У спортсменов экстра-класса (лыжники-гонщики, велогонщики, бегуны-марафонцы и др.) ЧСС составляет 30-35 уд/мин. Физическая нагрузка приводит к увеличению ЧСС, что необходимо для обеспечения возрастания минутного объема сердца, причем существует ряд закономерностей, позволяющих использовать этот показатель как один из важнейших при проведении нагрузочных тестов[3].

Целью данной работы являлось выявление особенностей реакции сердечно-сосудистой системы на динамическую нагрузку у тренированных и не тренированных юношей с учётом индекса функциональных изменений (ИФИ).

Для реализации поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Рассчитать индекс функциональных изменений у юношей, занимающихся и не занимающихся спортом.
2. Оценить изменение показателей артериального давления у юношей спортсменов и не спортсменов до и после динамической физической нагрузки с учётом индекса функциональных изменений.

3. Определить изменения показателей систолического объёма и числа сердечных сокращений у групп с отличным и хорошим индексом функциональных изменений после динамической физической нагрузки.

Методы исследования. Объектом исследования являлись 30 юношей занимающихся циклическими видами спорта и 30 юношей не занимающихся спортом. У испытуемых до нагрузки в спокойном состоянии в положении сидя измеряли ЧСС и АД. Затем в качестве экспресс-информации о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы проводили тестирующую динамическую нагрузку по методике Ю.Д. Железняк, А.В. Беляева, Ю.И. Клещева и др. У испытуемых измеряют частоту сердечных сокращений (ЧСС) сидя, в покое. После измерения ЧСС испытуемым предлагается тестирующая нагрузка: 30 приседаний за 30 с, 3-минутный бег на месте с частотой 150 шагов в мин, прыжки со скакалкой - 1 мин. В первые 30 с восстановительного периода в положении сидя измеряется ЧСС (P_1); повторно через 2 мин (P_2) и через 4 мин (P_3) после окончания упражнений.

Из длительности упражнения и трех измерений пульса (30-секундного значения) вычисляется индекс.

Расчет индекса осуществляется по формуле: $\text{длительность работы} \times 100 / P_1 + P_2 + P_3$, где P_1 - частота сердечных сокращений в течение первых 30 с восстановления; P_2 - частота сердечных сокращений через 2 мин восстановления; P_3 - частота сердечных сокращений через 4 мин после окончания работы.

Значение индекса оценивается по классификации:

105 и выше - «очень хорошо»; 99-104 - «хорошо»; 93-98 - «удовлетворительно»; 92 и ниже - «слабо» [1].

Для оценки производительности сердца также подсчитывался систолический объём по формуле Стара. Оценка индекса функциональных изменений определялась по формуле Баевского Р.М., т.к. уровень здоровья человека определяется, в том числе, и расчетом индекса функциональных изменений (ИФИ).

Результаты исследования и их обсуждение. После проведённых исследований по определению индекса функциональных изменений были получены следующие результаты: юноши занимающиеся спортом разделились на две группы: с хорошим индексом 87% и с отличным индексом 13%. Не занимающиеся спортом юноши, разделили на две группы: с хорошим индексом 70% и отличным индексом 30%.

При определении производительности сердца важно учитывать изменения показателей систолического артериального давления до нагрузки и после динамической физической нагрузки [2]. В группе юношей спортсменов с отличным и хорошим индексом функциональных изменений показатели систолического артериального давления до нагрузки были ниже по сравнению с другими исследуемыми группами от $107 \pm 2,12$ - $122 \pm 8,9$; и увеличились после

первой нагрузки от $-115 \pm 7,07$; до максимального значения после третьей нагрузки - $134 \pm 15,3$. У юношей, не занимающихся спортом, с отличным и хорошим индексом функциональных изменений показатели систолического артериального давления до нагрузки составили в среднем $113 \pm 4,76 - 120,56 \pm 9,5$. Максимального значения данный показатель достиг после третьей нагрузки - $140 \pm 10,8 - 147,78 \pm 13,7$; первый показатель юношей с отличным, второй с хорошим ИФИ соответственно. Показатели диастолического артериального давления увеличивались в меньшей степени у юношей занимающихся спортом, что согласуется с литературными данными, у спортсменов компенсаторные реакции на физическую нагрузку проявляются в увеличении систолического объёма. Достоверных отличий между группами, по данному показателю не выявлено, для показателей частоты сердечных сокращений наблюдалась аналогичная ситуация. При одной и той же физической нагрузке у тренированных людей ЧСС повышалось в меньшей степени, а систолический объём в большей степени, чем у нетренированных.

В группе юношей спортсменов с отличным индексом функциональных изменений показатели систолического объёма до нагрузки находились в пределах следующих значений: $55,25 \pm 3,04$ мл; максимальное значение показателя достигли после второй нагрузки $77,9 \pm 0,42$ мл. В группе спортсменов с хорошим индексом функциональных изменений показатели систолического объёма составили в среднем $64,95 \pm 11,38$ мл до нагрузки и максимального значения достигли после второй нагрузки - $78,2 \pm 13,5$ мл.

В группе не занимающихся спортом с отличным индексом функциональных изменений показатели систолического объёма увеличивались в меньшей степени по сравнению с другими исследуемыми группами, с хорошим индексом функциональных изменений систолический объём равнялся в среднем $62,7 \pm 14,9$ мл до нагрузки, а максимального значения достигал после первой нагрузки $69,8 \pm 14,7$ мл.

Минутный объём крови находится в прямой зависимости от частоты сердечных сокращений и систолического объёма (таблица 1). Минутный объём крови в покое недостоверно отличается между группами, после нагрузки возрастает.

Таблица 1

Изменение показателей минутного объёма крови у юношей занимающихся и не занимающихся спортом с учётом ИФИ

Группы	Минутный объём крови			
	До нагрузки М±m (л/мин)	Первая нагрузка М±m (л/мин)	Вторая нагрузка М±m (л/мин)	Третья нагрузка М±m (л/мин)
Юноши не спортсмены с	$4,5 \pm 0,5$	$5,6 \pm 0,5$	$5,1 \pm 0,3$	$5,5 \pm 0,3$

хорошим ИФИ				
Юноши не спортсмены с отличным ИФИ	3,6±0,4	3,8±0,2	4,6±0,9	4,9±0,3
Юноши – спортсмены с хорошим ИФИ	5,0±0,3	8,3±0,2	9,3±0,4	7,5±0,4
Юноши – спортсмены с отличным ИФИ	3,9±0,3	7,6±1,7	8,3±0,4	7,1±0,8

Лица с отличным показателем индекса функциональных изменений сердечно-сосудистой системы легче переносят физическую нагрузку.

Выводы

1. Выявлены в группе юношей занимающихся и не занимающихся спортом индивиды с ИФИ отлично и хорошо в процентном соотношении у спортсменов 13% - с отличным, 87% - с хорошим, не спортсменов 30% - с отличным, 70% с хорошим.

2. Показатели систолического артериального давления у юношей спортсменов с ИФИ – отлично после динамической физической нагрузки изменяются в меньшей степени (от 107 ± 2 до 115 ± 7) по сравнению с другими группами (от $122 \pm 8,9$ до $134 \pm 15,3$).

3. Показатели диастолического артериального давления у юношей спортсменов после динамической физической нагрузки увеличиваются на 20, что достоверно выше, чем у не спортсменов (на 13).

4. В группе тренированных юношей частота сердечных сокращений после динамической физической нагрузки увеличивается незначительно, по сравнению с не тренированными.

5. Показатели систолического объёма и минутного объёма крови у не спортсменов после физической нагрузки увеличиваются в меньшей степени по сравнению со спортсменами.

Библиография

1. Воронков Е.Г., Воронкова Е.Г., Налимов М.М. Способ определения минутного объёма кровотока сердечного и вегетативного индексов. Методические рекомендации. Горно-Алтайск. – 2005.- 34с.

2. Горчаков В.Н. Морфологические методы исследования сосудистого русла. – Новосибирск, 1997г.- С.14.

3. Железняк, Ю.Д. Спортивные игры: Совершенствование спортивного мастерства: Учеб. для студ. высш. учеб. завед. / Ю.Д. Железняк, Ю.М. Портнов. – М.: Академия, 2004. – 400 с.

ДИНАМИКА МЕТАБОЛИТОВ УГЛЕВОДНОГО, ЛИПИДНОГО И БЕЛКОВОГО ОБМЕНА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЖИВОТНЫМИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Тамбовцева Р.В., д.б.н, профессор

Никулина И.А., ст. преподаватель

Российский Государственный университет физической культуры спорта, молодежи и туризма», Москва, Россия

ritta7@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются гормональные реакции организма животных на физические нагрузки. Сопоставление изменений показателей углеводного, липидного и белкового метаболизма и концентраций гормонов в крови экспериментальных крыс в ответ на четырехкратные тестирующие нагрузки показывают, что четырехнедельная по пять дней в неделю тренировка животных вызывает значительную перестройку в энергетике как самой работы, так и восстановительных процессов. Изменение энергетического обмена сопровождаются перестройкой его гормональной регуляции. Увеличение объема и интенсивности работы сопровождалось повышением степени мобилизации энергетических субстратов. Усиление мобилизации углеводов и липидов при мышечной деятельности сопряжено с изменениями характера гормональной регуляции обменных процессов.

Ключевые слова: гормоны, крысы, гликоген, глюкоза, мочевины, соматотропин, инсулин.

DYNAMICS METABOLITES OF CARBOHYDRATE, LIPID AND PROTEIN METABOLISM IN THE PERFORMANCE OF PHYSICAL ACTIVITY ANIMALS

Dr. Biol., Professor Tambovtseva R.V.

Niculina I.A.

Annotation. This article discusses the hormonal response of the animal organism to exercise. Comparison of changes in carbohydrate, lipid and protein metabolism and hormone concentrations in the blood of experimental rats in response to the four-fold Testing of load show that the four-week, five days a week training animals causes a significant restructuring in the energy sector as the work itself, and recovery processes. Changing energy exchange accompanied by the restructuring of its hormonal regulation. The increase in the volume and intensity of work was accompanied by an increase in the degree of mobilization of energy substrates. Increased mobilization of carbohydrates and lipids in muscle activity is associated with changes in the nature of hormonal regulation of metabolism.

Keywords: hormones, rats, glycogen, glucose, urea, growth hormone, insulin.

Введение. Спортивная работоспособность зависит от многочисленных факторов, среди которых наиболее важное место занимает нейро-эндокринная регуляция. Во время мышечной работы происходят значительные изменения в функционировании многих эндокринных желез и происходит мобилизация энергетических и пластических ресурсов за счет симпато-адреналовой и гипофизарно-адреналокортикальной систем. Данные ведущие системы действуют в комплексе с другими гормональными и негормональными факторами, активно воздействуя на клеточную систему авторегуляции, и способствуя адаптации организма к физической нагрузке [1,2,3,4].

Целью настоящего исследования явилось изучение динамики метаболитов углеводного, липидного и белкового обмена, а также концентраций инсулина и соматотропина при выполнении животными физической нагрузки.

Материалы и методы исследования. В эксперименте были использованы крысы линии Вистар, самцы в возрасте 90 дней и массой в среднем 200 грамм, которые были предварительно адаптированы к выполнению физической нагрузки на тредбане. В качестве тренировочных и тестирующих упражнений использовался бег на тредбане с различной скоростью и различным углом наклона тредбана. Количество крыс составило 50, десять нетренированных особей служили контрольной группой. Тренировочный процесс проводился в течение четырех недель по пять дней в неделю. Тренированные животные были подвергнуты декапитации эфирным наркозом - до, через 20 минут, через 6 часов и через 24 часа после окончания тестирующего упражнения. Были взяты пробы крови, мышечной ткани и печени. Пробы мышечной ткани и печени замораживали в жидком азоте. В печени и *m. Gastrocnemius* исследовались содержание гликогена, в крови – концентрация глицерина,

неэстерифицированных жирных кислот, глюкозы, β -гидроксибутирата, α -аминоазота, мочевины, соматотропина и инсулина.

Результаты исследования и их обсуждение. Показано, что выполнении тестирующей нагрузки нетренированными животными общий объем работы составил 2738 ± 88 м, тренированными – 3865 ± 96 м. Достоверных различий в содержании глюкозы в крови между тренированными и нетренированными животными не обнаружено ни в состоянии покоя, ни через 20 минут, ни через 24 часа восстановления после нагрузки. Через 6 часов восстановления у тренированных животных отмечалось достоверное снижение концентрации глюкозы по сравнению с исходной ($P < 0,05$). По концентрации молочной кислоты в крови по последней нагрузке, которая вызвала одинаковую ответную реакцию гликолитической системы, различия между двумя группами оказались недостоверными. Однако это не означает, что интенсивность работы тренированных и нетренированных животных была одинаковой, так как известно, что у тренированных меньшая концентрация молочной кислоты может образовываться даже в ответ на более интенсивную нагрузку. Кроме того, у тренированных животных было отмечено более высокая скорость утилизации молочной кислоты. Содержание гликогена в мышцах и печени у тренированных и нетренированных животных изменялась однонаправленно, однако глубина изменений у тренированных животных была большей. В белых мышечных волокнах у нетренированных животных оказалось большее количество гликогена в состоянии покоя ($p < 0,01$), чем у тренированных. При исследовании красных мышечных волокон таких изменений не наблюдалось. В белых мышечных волокнах нетренированных крыс через 20 минут после нагрузки не наблюдалось снижения содержания гликогена, однако отмечалась суперкомпенсация через 24 часа восстановления ($p < 0,01$). Между тем у тренированных животных снижение содержания гликогена после нагрузки было достоверным ($p < 0,001$), а суперкомпенсация через 24 часа восстановления не происходила. В красных мышечных волокнах нетренированных животных не было выявлено достоверных изменений концентрации гликогена в ответ на нагрузку, а у тренированных – это изменение было резко выражено ($p < 0,001$). К 6 часам восстановления уровень гликогена возвратился к дорабочему, суперкомпенсация через 24 часа восстановления не была зафиксирована ни у тренированных, ни у нетренированных крыс. В ответ на четырехкратную работу у тренированных крыс через 20 минут после нагрузки не обнаружено значительных изменений уровня неэстерифицированных жирных кислот в крови после нагрузки. Достоверная динамика этого показателя отсутствовала и в период отставленного восстановления – через 6 и 24 часа после работы. Однако у тренированных животных дорабочие концентрации жирных кислот и их уровень через 20 минут отдыха были значимо выше, не отличаясь существенно через 24 часа восстановления. Ни у тренированных, ни у

нетренированных животных не выявлено достоверных изменений уровня глицерина в крови в ответ на нагрузку и в период восстановления, хотя отмечалась небольшая тенденция к повышению его концентрации у тренированных животных через шесть часов восстановления. Также не было выявлено различий в концентрациях β -гидроксибутирата в покое и после нагрузки между тренированными и нетренированными животными. Концентрация данного метаболита достоверно повышалась у обоих животных через 20 минут после нагрузки. Однако к шести часам в период восстановления уровень β -гидроксибутирата у тренированных животных достоверно снижался ($p < 0,001$). Но уже к 24 часам после выполнения работы уровень этого метаболита у тренированных и нетренированных животных приходил в исходное состояние. Концентрация α -аминоазота у тренированных и нетренированных животных ни в покое, ни в период отдыха после нагрузки не различался. Содержание мочевины в крови в состоянии покоя и через 20 минут после нагрузки у тренированных животных было более высоким, чем у нетренированных. У тренированных животных уровень инсулина в плазме крови крыс снижался в ответ на нагрузку (через 20 минут после нее). Этот уровень оставался достоверно сниженным через 6 и 24 часа после последней нагрузки. Здесь были показаны значительные отличия от группы нетренированных животных, у которых в предыдущем эксперименте ни через 20 минут, ни через 24 часа восстановления не было зафиксировано изменений концентрации гормона по сравнению с исходным. Через 20 минут после работы у нетренированных животных отмечается почти двукратный прирост концентрации соматотропина, и через 24 часа отмечается умеренное повышение. Между тем, тренированные животные реагировали на четырехкратную работу лишь незначительным повышением концентрации соматотропина от исходного уровня. Следует отметить, что тренировка животных привела к нарушению четкой корреляционной зависимости между уровнями неэстерифицированных жирных кислот и глицерина (обратной – сразу после нагрузки и прямой – через 24 часа восстановления). Однако у тренированных животных отмечалась тенденция к однонаправленному изменению уровня соматотропина и неэстерифицированных жирных кислот в период отдыха после тестирующей нагрузки. Между уровнем инсулина и содержанием в крови глюкозы у тренированных и нетренированных животных не прослеживалось никакой взаимосвязи. Характерной особенностью тренированных животных явилось наличие обратной зависимости между концентрациями молочной кислоты и неэстерифицированных жирных кислот в крови как после окончания работы, так через 6 и 24 часа после нее. Между тем у нетренированных животных во время отставленного восстановления такой зависимости не наблюдалось.

Выводы

1. Сопоставление изменений показателей углеводного, липидного и белкового метаболизма и концентраций гормонов в крови экспериментальных крыс в ответ на четырехкратные тестирующие нагрузки показывает, что четырехнедельная по пять дней в неделю тренировка животных вызывает значительную перестройку в энергетике как самой работы, так и восстановительных процессов.
2. Изменение энергетического обмена сопровождается перестройкой его гормональной регуляции.
3. Увеличение объема и интенсивности работы сопровождалось повышением степени мобилизации энергетических субстратов.
4. Метаболические сдвиги в углеводном обмене у тренированных крыс оказались значительными, так, что уровень глюкозы в крови оставался пониженным по сравнению с исходным и через 6 часов отдыха.
5. Увеличенные в покое и через 20 минут после нагрузки у тренированных крыс по сравнению с нетренированными концентрации неэстерифицированных жирных кислот в крови можно связать с более высоким уровнем липидного обмена.
6. Усиление мобилизации углеводов и липидов при мышечной деятельности сопряжено с изменениями характера гормональной регуляции обменных процессов.
7. Проведенный эксперимент не подтверждает точки зрения об уменьшении степени реципрокности в использовании углеводов и липидов у тренированных. Отмечается одновременное повышение уровней углеводного и липидного обмена, при котором реципрокные отношения сохраняются, а иногда и усиливаются.

Библиография

1. Кремер У. Дж. Эндокринная система, спорт и двигательная активность /У.Дж. Кремер, А.Д. Рогол. – Киев: Олимпийская литература, 2005. – 599 с.
2. Тамбовцева Р.В., Никулина И.А. Изменение гормональной регуляции обменных процессов у конькобежцев на разных этапах тренировочного цикла // Теория и практика физической культуры. – 2015. - №5. – С. 52-54.
3. Тамбовцева Р.В., Никулина И.А. Особенности гормональной регуляции энергетического обмена у спортсменов различных специализаций при выполнении предельной работы // Теория и практика физической культуры. – 2016. - № 1. – С. 28-30.
4. Tambovtseva R.V., Nikulina I.A. Changes in hormonal regulation of metabolic processes in speed skaters in different phases of training cycle // Theory and Practice of Physical Culture. 2015.N5.C.18 [Электронный ресурс] // Theory and Practice of Physical Culture. – 2016. – N1. URL: [Http://www.teorya.ru/ru/node/3587](http://www.teorya.ru/ru/node/3587)(дата обращения: 14.10.2016)

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ И СПОРТОМ С ЛИЦАМИ РАЗНОГО ВОЗРАСТА И ПОЛА

ВЗАИМОСВЯЗЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ДЕВУШЕК 17-18 ЛЕТ, КАК ОСНОВА ИХ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ

Аппак Г.А., к.б.н. "Клиника Позвоночника", заведующая отделением
ЛФК

Комиссарова Е.Н. д.б.н., профессор, Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский университет

Россия, г. Санкт-Петербург

komissaren59@mail.ru

Аннотация. У 425 девушек 17-18 лет было проведено метрическое и компьютерное соматотипирование по методике Р.Н.Дорохова, определена направленность развития от пикноидной до астеноидной, применены клинко-физиологических методы, проведены дискриминантный, множественный регрессионного анализ связи соматотипа и пропорций тела с морфологическими и функциональными признаками.

Ключевые слова: девушки 17-18 лет, соматотипы по Р.Н.Дорохову, пропорции тела, сопряженность показателей с соматотипом и пропорциями тела.

INTERRELATIONS OF MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL FEATURES OF THE CONSTITUTION OF GIRLS OF 17-18 YEARS AS BASIS OF THEIR PHYSICAL TRAINING

Appak G. A. k.b.n., "Clinic of the Backbone", manager of office of LFK
Komissarova E.N. D.Sc. in Biology, Professor Department of Anatomy,
StPtsState MedicalUniversityRussia, St. Petersburg

Summary. At 425 girls of 17-18 years the metric and computer somatotipirovaniye by R.N.Dorokhov's technique has been carried out, the development orientation from piknoidny to astenoidny is defined, methods are applied kliniko-physiological, the analysis of communication of a somatotip and proportions of a body with

morphological and functional features are carried out discriminant, multiple regression.

Keywords: girls of 17-18 years, somatotipa according to R.N.Dorokhov, body proportions, an associativity of indicators with somatotypy and body proportions.

Введение. Физическое воспитание в системе образования является важным фактором укрепления и сохранения здоровья молодежи.

Как подчёркивает В.В. Зайцева (1995), «сложившийся в физическом воспитании методологический подход, опирающийся на среднестатистическую норму, становится тормозом на пути научного познания», что подтверждает значимость поиска новых подходов по вопросам оптимизации физической нагрузки для разных социальных групп населения и спортсменов.

В научно – методической литературе поиск путей индивидуализации ведется давно, но преимущественно рекомендуют: в зависимости от типологических свойств нервной системы (Н.Д. Синани, 1969); в зависимости от развития физических качеств и морфологических показателей (Л. Ходаковски-Мальцевич, 1992); на основе анализа функциональных и морфологических показателей специальной работоспособности (Л.А. Сараева, 1999); на основе анализа здоровья и динамики результатов (А.В. Антонинов, 2000); на основе текущего контроля функционального состояния (Е.В. Чубанов, 2002).

В работах последних лет (В.Д.Сонькин, 1990, 2000; И.В.Никишин, 1993; Н.И.Лукьянченко, 1994; Д.А.Фильченков, 1994; В.В.Зайцева, 1995; Д.М.Пискова, 1996; С.И.Изаак, 1997; Р.В.Тамбовцева, 2002; Р.Р.Салимзянов, 2003; О.Ф.Жуков, 2004; Е.М.Лапицкая, 2004; С.П.Левушкин, 2005, 2006; В.В.Зайцева, В.Д.Сонькин, 2006; С.Н. Блинков и соавт., 2007;. А.Ю.Жмыхова, 2010 и др.) представлены многочисленные доказательства эффективности методик, технологий и систем физической подготовки, выстроенных с учетом типа телосложения занимающихся. Суть этого подхода состоит в выборе индивидуально-оптимальных режимов двигательной активности (В.В.Зайцева, 1996), а также в применении типологических нормативов двигательной подготовленности. Здесь необходимо внести некоторые уточнения, все приведенные ранее авторы выполняли свои исследования в рамках специальности 13.00.04 – теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры. Цели, задачи и методы, приведенных исследований, направлены на разработку и экспериментальное обоснование методики физической подготовки студенток, направленной на оптимизацию физической подготовки и повышение мотивации к занятиям физической культурой на учете особенностей их

телосложения. Тип телосложения студенток являлся фактом, естественно не рассматривался с позиций взаимосвязей морфологических, функциональных, биохимических и психофизиологических слагаемых общей конституции.

Между тем, как отмечает А.И. Завьялов (1986,1996), сложность управления в физическом воспитании заключается в попытке воздействовать на самоуправляемую систему (организм), а из-за индивидуальных и временных вариаций состояния человека не всегда получается одна и та же ответная реакция на одно, и тоже воздействие. Таким образом, обоснованным является научный подход к разработке методов физического воспитания с достаточным биологическим обоснованием. В мировой литературе насчитывается довольно ограниченное число исследований, посвященных изучению морфофункциональных особенностей студенческой молодежи (М.А. Негашева, 2008; Лхагвасурэн Гундэгмаа, 2009; Boyd, 1980).

Понятие "конституция человека" объединяет все свойства организма; с ней связаны здоровье, жизнестойкость, сопротивляемость, темпы роста и созревания, работоспособность, продолжительность жизни (Клиорин А.И., Чтецов В.П.,1979; Хрисанфова Е.Н., 1980; Корниенко И.А. с соавт., 1996, Сонькин В.Д. с соавт., 2000). Конституция складывается на наследственной основе в процессе индивидуального развития и выражается в определенных формах телосложения, в согласованности строения и функций отдельных частей тела и всего организма в целом, является мерой приспособления организма к определенным условиям жизни (Акинщикова Г.И., 1977; Никитюк Б.А., 1975, 1990, 2000; Клиорин А.И., Чтецов В.П.,1979; Казначеев В.П., Казначеев С.В., 1986; К. Jung, 1917; W. Sheldon, 1942).

В пределах анатомо-физиологического иерархического уровня структурная, функциональная и биохимическая формы изменчивости согласуются друг с другом. Дифференцированный выбор приемов и методов воздействия (лечебных, тренировочных, воспитательных и др.) на соматопсихологическую целостность человека, с учетом изменчивости ее составляющих, для рационализации эффекта воздействия и упреждения неблагоприятных последствий (Никитюк Б.А.,2000).

Цель исследования. Выявить взаимосвязь между морфологическими и функциональными признаками конституции у девушек 17-18 лет, для оптимизации физического воспитания студенческой молодежи.

Методы исследования. Исследование выполнено с применением современных морфологических, клинко-физиологических, математико-статистических методов и информационных технологий. Обследовано 425

девушек 17-18 лет (студентки первого и второго курса). Оценку соматического типа девушек проведена по методике Р.Н. Дорохова (1999).

Результаты исследования. Анализ полученных данных позволил установить, что типы телосложения среди студенток встречались с разной частотой: основную массу составили представители мезосоматического типа – МеС (52,8%), макросоматического типа – МаС 24,3% и меньшее число микросоматического типа – МиС (21,0%). Дискриминантный анализ позволил предсказать принадлежность обследуемых девушек 17-18 лет к трем непересекающимся группам по габаритному уровню варьирования. Распределение студенток происходило как по морфологическим, так и по функциональным признакам со статистическим критерием уровня значимости $P \leq 0,001$.

Полученные данные на основе индекса гармоничного морфологического развития (ИГМР) свидетельствуют о гетерохронности развития обследованных девушек. В результате исследований определено по индексу ИГМР количество девушек, развивающихся по пикноидному, астеноидному и нормостеноидному типу в возрасте 17-18 лет, обладающих различными мисоматотипами. Показатели ИГМР разделили группу девушек МаС типа на следующие типы пропорций тела: пикноидный тип – 32%, нормостеноидный – 42,4%, а астеноидный составил 25,7%. Группа МеС типа отличается высокими показателями нормостеноидных (51,4%) и астеноидных (31%) пропорций. Количество студенток пикноидных пропорций – самое низкое (17,6%) в сравнении с девушками других пропорции. Микросоматики характеризуются максимальным количеством представителей, имеющих нормостеноидные пропорции (50,8%), и равным количеством девушек, обладающих пиноидными и астеноидными пропорциями – по 24,5%. Увеличение доли эктоморфов (астеники) в популяции детей и подростков установили Л.А.Алексина, Л.А.Рудкевич (2002), Л.А. Сазонова (2007). Т.В. Панасюк (2008) считает, что дисгармония пропорций тела у девушек и юношей, выражающаяся в его долихоморфизации, в каждом типе совпадает со сроками препубертатного скачка роста, раньше всего отмеченного в дигестивном, позже всего – в астеноидном типе, а также с усилением влияния эктоморфии по Хит-Картеру, отражающей линейность телосложения.

Физическое развитие понимается, как сложный процесс различных изменений морфофункциональных особенностей организма человека на протяжении всего его жизненного цикла. Оно подчиняется биологическим законам и отражает общие закономерности роста и развития. Показатели физического развития различаются в зависимости от возраста и пола. Пока не существует единого критерия, по которому определялся бы уровень зрелости и

физического развития, но во всех возрастах ведущим признаком считается величина антропометрических показателей – длины и массы тела, окружности груди, длинноты (длина ноги и руки). В связи с тем, что физическое развитие оценивалось по совокупности признаков, а в последнее время в ряде гигиенических исследований физического развития отмечалась дисгармония процессов роста с отставанием весовых, широтных и обхватных параметров от длиннотных (Кучма В.Р., 2002; Ямпольская Ю.А., 2003), то представляет интерес вклад каждого из параметров физического развития в его общий уровень. У студенток МеС и МиС типа отмечено повышение доли девушек с избыточной массой тела, соответственно 27% и 23%, по сравнению с МаС типом и снижением средней доли показателей до 48-49%%. Одновременно отмечено почти одинаковое количество девушек с низким весом тела в обеих группах. Представительницы МеС типа отличаются высокими показателями длины тела в 28% случаев; это больше, чем в предыдущих группах. Следует отметить, что девушки МиС типа имеют самую меньшую долю (19%) низких значений длины тела. В окружности грудной клетки прослеживаются четкие различия по габаритному уровню варьирования. Так, девушки МаС- и МеС типа в большинстве случаев обладают средними значениями (60%). Представительницы МиС типа отличаются показателями высоких и низких значений на 25-28%. Представительницы МеС- и МиС типов 64% и 60% случаев соответственно, отличаются большей долей средних значений жизненной емкости легких. Студенткам МаС типа свойственны, одновременно и высокие значения ЖЕЛ -30% и – с низкие (23%). Физическое развитие отражает процессы роста и развития организма на отдельных этапах постнатального онтогенеза, когда происходят преобразования генотипических потенций в фенотипические проявления. Н.Д. Бобрищева-Пушкина с соавт. (2008) пришли к выводу, что вторая половина 20-го века характеризовалась определенными морфо-психологическими изменениями процессов развития человека: астенизация (увеличение доли лиц астенического телосложения); грацилизация (уменьшение широтных и обхватных размеров тела и общей массы скелетной мускулатуры); андрогиния (сглаживание половых различий); ювенилизация (увеличение доли людей с высоким уровнем интеллекта, слабой нервной системой и склонностью к интроверсии). Результаты наших исследований физического развития девушек 17-18 лет находят подтверждение в работе М.А.Негашевой (2008). Установлено, что у девушек города Москва происходит заметное уменьшение среднего уровня массы тела по сравнению с относительно высокими его значениями, характерными для начала 70-х годов XX века. На фоне эпохального увеличения длины тела в последние десятилетия наблюдается относительная стабилизация обхвата грудной клетки и тенденция к астенизации телосложения. Наряду с секулярными изменениями размеров тела происходит трансформация головы и лица, которая выражается в

процессах дебрахикефализации и лептопрозопии. Отмечено значительное количество студентов (35% девушек и 40% юношей) с пониженным и низким физическим развитием, что свидетельствует о необходимости антропометрического мониторинга современной молодёжи с целью ранней профилактики ряда заболеваний и улучшения физических кондиций.

Функциональный статус студенток в процессе исследования определялся по нескольким показателям: состояние вегетативной нервной системы по индексу Кердо, коэффициенту выносливости, коэффициенту функционального состояния, гемодинамике и энергопотенциалу. Увеличение коэффициента выносливости (в норме равен 16) указывает на ослабление деятельности сердечно-сосудистой системы. У 93% и 84% девушек микро- и мезосоматиков соответственно, выявлено ослабление деятельности сердечно-сосудистой системы. Студентки МаС типа занимают более предпочтительные позиции в деятельности сердечно-сосудистой системы, а именно 17% обладают показателями нормы, а у 15% установлено усиление деятельности сердечно-сосудистой системы по сравнению с другими студентками. По индексу функционального состояния можно судить о функциональных возможностях организма и степени адаптации функциональных систем к условиям окружающей среды, поэтому студентки подразделились на три группы лиц: – с хорошими адаптационными возможностями это, прежде всего, девушки МеС типа (16,2%) и МиС типа (10,5%); – с удовлетворительной адаптацией МаС (54,5%)>МиС (60%)>МеС (64,7%); – с напряжением механизмов адаптации, в первую очередь, отличаются представительницы МаС типа (37,8%), самыми низкими значениями в этой группе отличаются МеС тип (19,7%). Установлена статистическая значимость в значениях энергопотенциала между девочками МеС - МиС типа МаС типа ($P \leq 0,05$), предпочтительными аэробными возможностями обладают студентки МеС- и МиС типа. Достоверных различий в показателях гемодинамики между студенток различных соматотипов не выявлено. Количество девушек, у которых показатель индекса Кердо был близок к «0», что оценивается как здоров находится в диапазоне от 21% (МеС тип) до 24-25 % (МиС-и МаС тип соответственно). Девушки МиС типа отличаются повышенным количеством лиц, у которых отмечено преобладание симпатического тонуса (70%), а у студенток МаС типа установлено большее количество лиц (32% против 3% у микросоматиков) с парасимпатическим влиянием на сердечно-сосудистую систему.

На основании факторного анализа и канонической корреляции определена сопряженность ИГМР студенток с функциональными показателями сердечно-сосудистой системы. У девушек МаС типа каноническая корреляция выявила достаточно сильную и достоверную связь между ИГМР, индексом

Каупа, жировым компонентом, энергопотенциалом и индексом функционального состояния ($r_c = 0,67$, $P \leq 0,001$). У студенток MeC типа определена достаточно сильная сопряженность между ИГМР, индексом Каупа, мышечным компонентом и индексом Кердо, коэффициентом выносливости сердечно-сосудистой системы, индексом функционального состояния ($r_c = 0,83$, $P \leq 0,002$). У девушек МиС типа первый канонический коэффициент ($r_c = 0,93$, $P \leq 0,001$) свидетельствует о сильной взаимосвязи между ИГМР, индексом Кердо, гемодинамикой и индексом функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Ф.М.Туровская, А.А.Минх указывают, на наличие что тесной связи между уровнем физического развития, состоянием здоровья и работоспособностью студентов.

Особенность системного подхода к изучению конституции состоит в том, что каждая система исследуется с учетом внутренних связей между составляющими ее элементами и внешних связей с другими системами и объектами. Вопрос о тесноте и причинно-следственной структуре межсистемных связей является одним из основных при решении проблем конституции человека. В связи с этим множественный регрессионный анализ позволил построить модели взаимосвязей морфологических и функциональных признаков соматотипа у девушек 17-18 лет.

Регрессионная модель зависимости MaC типа девушек = $0,494 + 0,896 \cdot \text{инд.Каупа} + 0,05 \cdot \text{коэф.выносливости ССС} + 0,02 \cdot \text{мышечная масса} + 0,01 \cdot \text{жировая масса} - 0,05 \cdot \text{гемодинамика} - 0,03 \cdot \text{инд.Кердо}$ [инд.Каупа ($r = 0,5$); коэф.выносливости ($r = 0,48$); энергопотенциал ($r = 0,38$); инд.Кердо ($r = 0,3$)].

Регрессионная модель зависимости MeC типа девушек = $0,258 + 0,474 \cdot \text{инд.Каупа} + 0,02 \cdot \text{мышечная масса} + 0,01 \cdot \text{жировая масса} + 0,01 \cdot \text{гемодинамика} - 0,06 \cdot \text{коэф. экономичности кровообращения}$ [инд.Каупа ($r = 0,254$); мышечная масса ($r = 0,3$); гемодинамика ($r = 0,44$); коэф.выносливости ССС ($r = 0,34$); энергопотенциал ($r = 0,4$); инд.Кердо ($r = 0,3$); коэф.эконом.кровообращения ($r = 0,4$)].

Регрессионная модель зависимости МиС типа девушек = $0,2 + 0,7 \cdot \text{инд.Каупа} + 0,02 \cdot \text{мышечная масса} + 0,02 \cdot \text{гемодинамика} + 0,01 \cdot \text{инд.Кердо} + 0,02 \cdot \text{гемодинамика} + 0,02 \cdot \text{коэф.выносливости ССС} - 0,05 \cdot \text{жировая масса}$ [инд.Каупа ($r = 0,2$); мышечная масса ($r = 0,3$); гемодинамика ($r = -0,244$); коэф.выносливости ССС ($r = 0,236$); энергопотенциал ($r = -0,254$); инд.Кердо ($r = 0,42$)].

Одна из главных задач биологии человека – изучение изменчивости признаков, принадлежащих к различным системам организма и межсистемных связям в структуре общей конституции. Полученный уровень корреляций объясняет почему предпочтительными аэробными возможностями обладают

студентки MeC- и МиС типа; напряжением механизмов адаптации отличаются, в первую очередь, представительницы MaC типа; хорошими адаптационными возможностями обладают девушки MeC - и МиС типа; девушки МиС типа отличаются повышенным количеством лиц, у которых отмечено преобладание симпатического тонуса, а MaC типа – эйтонией на сердечно-сосудистую систему. А.И.Федоров (2008) установил, что у лиц с эйтоническим типом исходного вегетативного тонуса практически отсутствуют корреляционные связи между разноуровневыми показателями; и это в свою очередь характеризует достаточно низкий уровень функционального напряжения в системе вегетативного и эндокринного регулирования процессов адаптации. Высокая степень интеграции параметров вегетативной и гормональной регуляции процесса адаптации у ваготоников указывает на высокий уровень активации центральных и периферических механизмов, ответственных за параметры вегетативного и гормонально-метаболического гомеостаза. М.Г.Негашева (2008) изучила корреляции соматических признаков и психологических характеристик личности, установила устойчивые тенденции совместной изменчивости скелетных размеров и дерматоглифических показателей у представителей обоего пола юношеского периода онтогенеза; К.Г.Томаева (2011) установила, что множественный регрессионный анализ позволяет построить индивидуальные модели прогнозирования течения беременности и ее осложнений у женщин разных типов телосложения.

Заключение. Таким образом, выявленные связи между телосложением и морфо-функциональными признаками позволяют разрабатывать модели прогноза становления общей конституции с высокой степенью достоверности (0,95%). Полученный уровень корреляций показывает, что предпочтительными аэробными возможностями и хорошими адаптационными показателями обладают студентки MeC- и МиС типа; напряжением механизмов адаптации отличаются представительницы MaC типа.

Библиография

1. Гундэгмаа Л. Особенности физической развития монгольских студентов, обучающихся в различных вузах // Материалы конгресса. XII Междунар. науч. конгресс «Современный олимпийский и паралимпийский спорт и спорт для всех». – М.: Физическая культура, 2008 Т. 2. с. 60–61.
2. Дорохов Р.Н. Методика соматотипирования детей и подростков / Р.Н.Дорохов, В.Г.Петрухин // Новости спортивной и медицинской антропологии. – М., 1999. – №3. – С. 107–120.
3. Зайцева В.В. Методология индивидуального подхода в оздоровительной физической культуре на основе современных информационных технологий : автореф. дис. ... д-ра пед. наук. М., 1995. 48 с.)

4. Изаак С.И. Статистические модели дифференцированной оценки двигательных возможностей детей и молодежи : автореф. дис. ... канд. пед. наук. М., 1997. 24 с.
5. Казначеев В.П., Казначеев С.В. Адаптация и конституция человека. Новосибирск : Наука, 1986. 119 с. ;;
6. Мерлин В.С. Очерк интегрального исследования индивидуальности. М. : Педагогика, 1986. 254 с.
7. Негашева М.А. Морфологическая конституция человека в юношеском периоде онтогенеза (интегральные аспекты): Автореф. дисс... докт. биол. наук / М.А. Негашева. – М., 2008. - 48 с.
8. Никитюк Б.А. Интеграция знаний в науке о человеке / Б.А. Никитюк. - М.: Спортакадемпресс, 2000. – 440с.
9. Никитюк Б.А. Соотношение общего, частного и регионального в учении о конституции человека // Новости спортивной и мед. антропологии. 1990. Вып. 2. С. 14–40
10. Сонькин В.Д., Зайцева В.В. Возрастная динамика физических возможностей школьников // Теория и практика физ. культуры. 1990. № 9. С. 26–29 ;
11. Сонькин В.Д., Корниенко И.А., Тамбовцева Р.В. Основные закономерности и типологические особенности роста и физического развития // Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты / под ред. М.М. Безруких. М., 2000. С. 14–31

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РЯДА АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В СОМАТОТИПАХ У ВОЛЕЙБОЛИСТОК

Бугаевский К.А., к. м. н., доцент

Классический приватный университет, Институт здоровья, спорта и туризма, Украина, г. Запорожье, apostol_luka@ukr.net

Аннотация. В статье приведены данные исследования, касающиеся особенностей строения и вариантов индивидуальных нарушений костного таза, ряда антропометрических показателей и морфологических индексных значений у девушек-волейболисток. Приведён анализ полученных данных, представлены практические выводы.

Ключевые слова: спортсменки, костный таз, волейбол, антропометрия, соматотипы, пельвиометрия, морфологические индексы

STUDY SERIES FEATURES ANTHROPOMETRIC VALUES AND MORPHOLOGICAL INDICATORS IN SOMATOTYPES VOLLEYBALL PLAYERS ATHLETES

Bugaevskiy K.A.PhD, Associate Professor

*Classic Private University, Institute of Health, Sport and Tourism, Ukraine,
Zaporozhye*

Annotation. The article presents data from a study on the structural features and options for individual violations of the bone of the pelvis, a number of anthropometric indices and morphological index values in-volleyball girls. The above analysis of the data, presented the practical conclusions.

Keywords: female athletes, bony pelvis, volleyball, anthropometry, somatotypes, pelviometriya, morphological indices

Актуальность. В последние десятилетия значительно возрос интерес исследователей к вопросу женского спорта и его влияния на организм спортсменок. Учёные отмечают существенные нарушения обмена веществ в организме женщин-спортсменок, происходят серьёзные нарушения в костной системе. Так, в частности, изменяется время «созревания» и формирования костей, в т.ч. и тазовых, нарушаются сроки закрытия зон (ядер) окостенения в эпифизах трубчатых костей, отвечающих за длину тела человека [1]. Происходят серьёзные нарушения в формировании конституции женщин-спортсменок и в формировании их половых соматотипов [2]. Мы считаем, что особенности знаний половых соматотипов, антропометрические и морфологические особенности строения костного таза девушек-волейболисток могут помочь повысить не только уровень их спортивного мастерства, но и сохранить их соматическое и репродуктивное здоровье. Это и обусловило актуальность нашего исследования, как со стороны поиска новых данных об особенностях адаптации и жизнедеятельности человека, так и с точки зрения практического здравоохранения в вопросе профилактики репродуктивной и акушерской патологии.

Цель исследования. Выявить и проанализировать полученные данные исследования ряда антропометрических показателей и морфологических индексных значений у волейболисток.

Методы исследования. В проведении исследования были использованы классические методы определения антропологических показателей и морфологических индексных значений, таких как – индекс массы тела (ИМТ),

индекс относительной ширины плеч (ИОШП), индекс относительной ширины таза (ИОШТ), индекс полового диморфизма (ИПД), индекс костей таза (ИКТ), метод математической статистики. Полученные данные были статистически обработаны с использованием t-критерия Стьюдента, соответствующие степени точности $p < 0,05$ и проанализированы. В проводимом исследовании, по определению особенностей строения и индивидуальных изменений костного таза и ряда антропометрических показателей и морфологических значений у девушек-волейболисток, приняло участие 11 спортсменок ($n=11$) юношеского и первого репродуктивного возраста. Исследование проводилось на базе тренировочного комплекса Запорожского Национального Университета (ЗНУ). Возраст начала занятий спортом в группе – от 4 лет до 7-10 лет.

Результаты исследования. Средний возраст спортсменок в группе ($n=11$) составил $20,85 \pm 2,03$ лет. При проведении антропометрического исследования были получены следующие результаты: средние значения массы и длины тела составили, соответственно: $65,27 \pm 2,02$ кг и $178,91 \pm 2,03$ см ($p < 0,05$). При этом, минимальная масса тела составила 54 кг, максимальная 75 кг, длина тела: минимальная – 172 см (рост выше среднего) [4], максимальная – 185 см (очень высокий рост) [5]. В соответствии с существующей рубрикацией длины тела значение данного показателя в группе соответствует высокому росту (для женщин – от 174 до 179 см) [5]. Массо-ростовые соотношения определялись посредством вычисления индекса массы тела (ИМТ). Среднее значение ИМТ во всей группе составило $20,09 \pm 0,47$ кг/см², что соответствует нормальным показателям [5].

При распределении девушек-волейболисток на соматотипы, по признакам полового диморфизма (классификация Дж. Таннера), мы определили такие антропометрические показатели, как ширина плеч (ШП) и ширина таза (ШТ). Шириной плеч считается биакромиальный размер, а шириной таза – бикристарный размер [6]. В исследуемой группе ШП составила $35,63 \pm 0,34$ см, а ширина таза – $27,68 \pm 0,44$ см. С учётом этих данных нами были получены следующие показатели: среднее значение индекса полового диморфизма (ИПД) в группе составило $80,34 \pm 1,80$ ($p < 0,05$). Это соответствует значениям мезоморфного соматотипа (73,1–82,1) [2, 7]. Но, при более детальном рассмотрении полученных значений ИПД в группе, лишь 1 девушка-волейболистка отвечает критериям гинекоморфного (женского) соматотипа, что составляет 9,09%. Три спортсменки, или 27,27% соответствуют параметрам андроморфного (мужского) полового соматотипа (показатель более 82,1) [2, 7], со значениями ИПД: 82,5; 84,5; 92,5. Остальные 7 (63,64%) девушек отнесены к мезоморфному половому соматотипу. Полученные данные вызывают тревогу,

так как согласно мнению Л.А. Лопатиной [7] и ряда других исследователей [2], наличие мезоморфного полового соматотипа «свидетельствует о лёгкой дисплазии пола, а андроморфный тип у женщин расценивается как инверсия полового диморфизма» [7].

В связи с этим, обращает на себя внимание тот факт, что у всех 11 спортсменок ширина плеч значительно превышает ширину таза. Эти показатели в группе составляют, соответственно, $35,36 \pm 0,34$ см и $27,68 \pm 0,44$ см. Данное соотношение, когда ширина плеч больше ширины таза характерно для маскулинного, а не для феминного типа телосложения. Определение значений индекса относительной ширины плеч (ИОШП) указывает степень пропорциональности соотношения следующих размеров: диаметра плеч и длины тела. ИОШП во всей группе составил $19,77 \pm 0,21$ см ($p < 0,05$), что соответствует мезоморфному типу [6, 8]. Но при более детальном рассмотрении определено, что у 1-й (9,09%) студентки показатели ИОШП соответствуют долихоморфному типу ($>19,1$), мезоморфный тип ($19,1-21,7$) был определен у 10 (90,91 %) девушек-спортсменок. Брахиморфный тип ($<21,7$) у исследуемых волейболисток отсутствовал.

Индекс относительной ширины таза (ИОШТ), или индекс морфии (А.И. Козлов, Б.А. Никитюк, 2007) во всей группе составил $15,48 \pm 0,23$ см ($p < 0,05$), что соответствует стенопизии или узкому тазу (значение до 15,9 см) [6, 8]. Признакам метриопизии (средний таз – 16,0-17,9 см) в группе соответствуют 2 (18,18%) спортсменки [3, 6].

Важное значение, для проведения определения степени зрелости и формирования костей таза, имеет определение значений нового морфологического показателя – индекса костей таза (ИКТ), предложенного Н.И. Ковтюк (2003) [9]. С целью выявления отклонений в формировании костей таза, определялись значения ИКТ, как интегрального показателя сформированности костей таза у девушек-волейболисток юношеского и I репродуктивного возраста [9]. В результате проведенного нами исследования, во всей группе получено среднее значение ИКТ – $38,92 \pm 1,51$ см ($p < 0,05$), что соответствует норме (от 30 до 50) [9].

Выводы

1. Данные результатов исследования свидетельствуют не только о сдвигах в сторону мезоморфии и андроморфии у спортсменок, но и о гормонозависимых сдвигах со стороны костной системы.

2. Структурные нарушения костного таза и изменений ряда важных морфологических индексов в сторону андроморфности, свидетельствуют о перестройке их организма, с формированием мужского полового соматотипа.

Библиография

1. Возрастные особенности физического развития и физической подготовки юных волейболисток. Методическое руководство [Текст] / Фомин Е.В., Силаева Л.В., Булыкина Л.В. [и др.]. – 2013. Выпуск № 17. – 132 с.

2. Половой диморфизм и его отражение в спорте: монография [Текст] / М.Г. Ткачук, А.А., Дюсенова. – М.- Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 111 с.

3. Сырова, О.В. Взаимосвязь антропометрических параметров с размерами таза у девушек 17-19 лет [Текст] / О.В. Сырова, Т.М. Загоровская, А.В. Андреева // Морфология. – 2008. – Т. 133. – № 3. – С. 45–47.

4. Тянь, О.В. Антропометричні характеристики пацієнток з різними формами звуження таза [Текст] / О.В. Тянь, Л.В. Стклянiна, Л.Д. Савенко // Український морфологічний альманах. – 2012. – Том 10. – № 3. – С. 132–133.

5. Никитюк, Д.Б. Индекс массы тела и другие антропометрические показатели физического статуса с учетом возраста и индивидуально-типологических особенностей конституции женщин [Текст] / Д.Б. Никитюк, В.Н. Николенко, С.В. Ключкова [и др.]. Вопросы питания. – 2015. – № 4. – С. 47–54.

6. Стрелкович, Т.Н. Антропометрическая характеристика таза женщин в зависимости от соматотипа [Текст] / Т.Н. Стрелкович, Н.И. Медведева, Е.А. Хапилина. В мире научных открытий. – 2012. – № 2 (2). – С. 60–73.

7. Лопатина, Л.А. Антропометрическая характеристика девушек по классификации Дж. Таннера [Текст] / Л.А. Лопатина, Н.П. Сереженко, Ж.А. Анохина. Фундаментальные исследования. – 2013. – № 12-3. – С. 504–508.

8. Яшворская, В.А. О некоторых антропометрических особенностях таза у современных девушек [Текст] / В.А. Яшворская, М.И. Левицкий. Акушерство и гинекология. – 2012. – № 1. – С. 56–59.

9. Ковтюк, Н.І. Динаміка формування розмірів таза у дівчат шкільного віку Чернівецької області [Текст] / Н.І. Ковтюк. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. – 2004. – Т. № 3. – С. 48–49.

СРАВНЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАЛЬЦЕВОЙ ДЕРМАТОГЛИФИКИ И КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ТИПОВ У СПОРТСМЕНОК В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ И ПАРНО-ГРУППОВОЙ СПОРТИВНОЙ АКРОБАТИКЕ

Загорская А.В. магистрант, *nasty1993@list.ru*

Тамбовцева Р.В., д.б.н., профессор, *ritta7@mail.ru*

Российский государственный университет физической культуры спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК, Москва)

Аннотация. Спортивная акробатика, как и художественная гимнастика, является сложно-координационным видом спорта. Однако в спортивной акробатике приоритетное значение, помимо непосредственно координационных способностей, имеет уровень развития скоростно-силовых качеств, а гибкость в акробатике значима несколько меньше. При этом интересно, отражены ли данные моменты на генетическом уровне? Это мы и попытались выяснить в нашем исследовании при помощи дерматоглифических и антропометрических методов. Исследование проводилось на 28-ми спортсменках: 14-ти спортсменках -представительницах художественной гимнастики (спортивная квалификация от кандидатов в мастера спорта до мастеров спорта международного класса) и 14-ти спортсменках – представительницах спортивной акробатики (спортивная квалификация от Взрослого разряда до мастеров спорта).

Ключевые слова: художественная гимнастика, спортивная акробатика, конституция, дерматоглифика, физические качества, координационные способности, гибкость, скоростно-силовые качества.

COMPARISON OF INDIVIDUAL CHARACTERISTICS OF FINGER DERMATOGLYPHICS AND CONSTITUTIONAL TYPES IN SPORTSMOINOK IN ART GYMNASTICS AND PAIR-GROUP SPORTS ACROBATICS

Zagorskaya A.V. Master student,

Tambovtseva R.V., Doctor of Biological Sciences, Professor

Russian State University of Physical Culture of Sports, Youth and Tourism (GTSOLIFK, Moscow)

Annotation. Sports acrobatics, like rhythmic gymnastics, is a difficult-coordinating sport. However, in sports acrobatics, in addition to directly coordination abilities, the level of development of speed-strength qualities is of paramount importance, and flexibility in acrobatics is significantly less. At the same time it is interesting, are these moments reflected at the genetic level? This is what we tried to find out in our study using dermatoglyphic and anthropometric methods. The study was conducted on 28 athletes: 14 female athletes representing artistic gymnastics (sports qualification from the candidates for the master of sports to the masters of sports of the international class) and 14 athletes - representatives of sports acrobatics (sports qualification from the 1st adult level to the masters of sports) .

Key words: rhythmic gymnastics, sport acrobatics, constitution, dermatoglyphics, physical qualities, coordination abilities, flexibility, speed-strength qualities.

Введение. Успешное выступление в сложно-координационных видах спорта во многом зависит от уровня развития всех основных двигательных способностей: координации, гибкости, скоростно-силовых и силовых способностей, выносливости. И, учитывая, что методическая база по обоим рассматриваемым видам спорта достаточно информативна, тренерам, как правило, известно, какие двигательные способности и на каком этапе тренировочного процесса имеют определяющее значение. Однако, вовсе не все спортсмены способны достичь достаточного для демонстрации высоких результатов уровня развития физических качеств. Следственно, очень важным моментом отбора является выявление наиболее генетически одаренных спортсменов в рамках того или иного вида деятельности. И мы предполагаем, что одними из наиболее подходящих маркеров, выявляющих необходимые параметры, являются дерматоглифы (кожные узоры) и конституциональные особенности.

Основными методами нашего исследования являются метод пальцевой дерматоглифики и антропометрические методы, с помощью которых мы выявили предрасположенность к проявлению всех основных физических способностей. Так же, с целью количественного анализа полученных данных, нами применялись методы статистической обработки данных в пакете Excel.

Результаты исследования и обсуждение. Нами были выявлены тип конституции и тип пальцевых узоров у каждой спортсменки и произведен анализ соотношения доминирующих типов в группе гимнасток и группе акробатов. Основные результаты исследования представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Оценка индивидуальных характеристик пальцевой дерматоглифики и определение конституционального типа у гимнасток высокой квалификации

№испы - туемой	Спортивный разряд	Тип конституции	Тип пальцевых узоров
1	КМС	Астеноидный	AL
2	МС	Торакальный	WL
3	МС	А-Т	LW
4	МС	А-Т	WL
5	МСМК	Мышечный	L10
6	МС	М-Д	WL
7	МС	А-Т	WL
8	КМС	Торакальный	AL
9	МС	Торакальный	LW
10	МС	Астеноидный	L10
11	МС	Торакальный	WL
12	КМС	Мышечный	WL
13	МСМК	А-Т	L10
14	МС	Мышечный	WL

Наиболее часто встречающийся дерматоглифический фенотип в выборке девушек-гимнасток – фенотип WL, который соответствует высокому уровню развития координационных способностей. Девушки с фенотипами L10 (приоритет развития скоростно-силовой компоненты) и LW (высокий уровень координационных способностей при задатках к развитию выносливости) также могут добиться высоких результатов в художественной гимнастике.

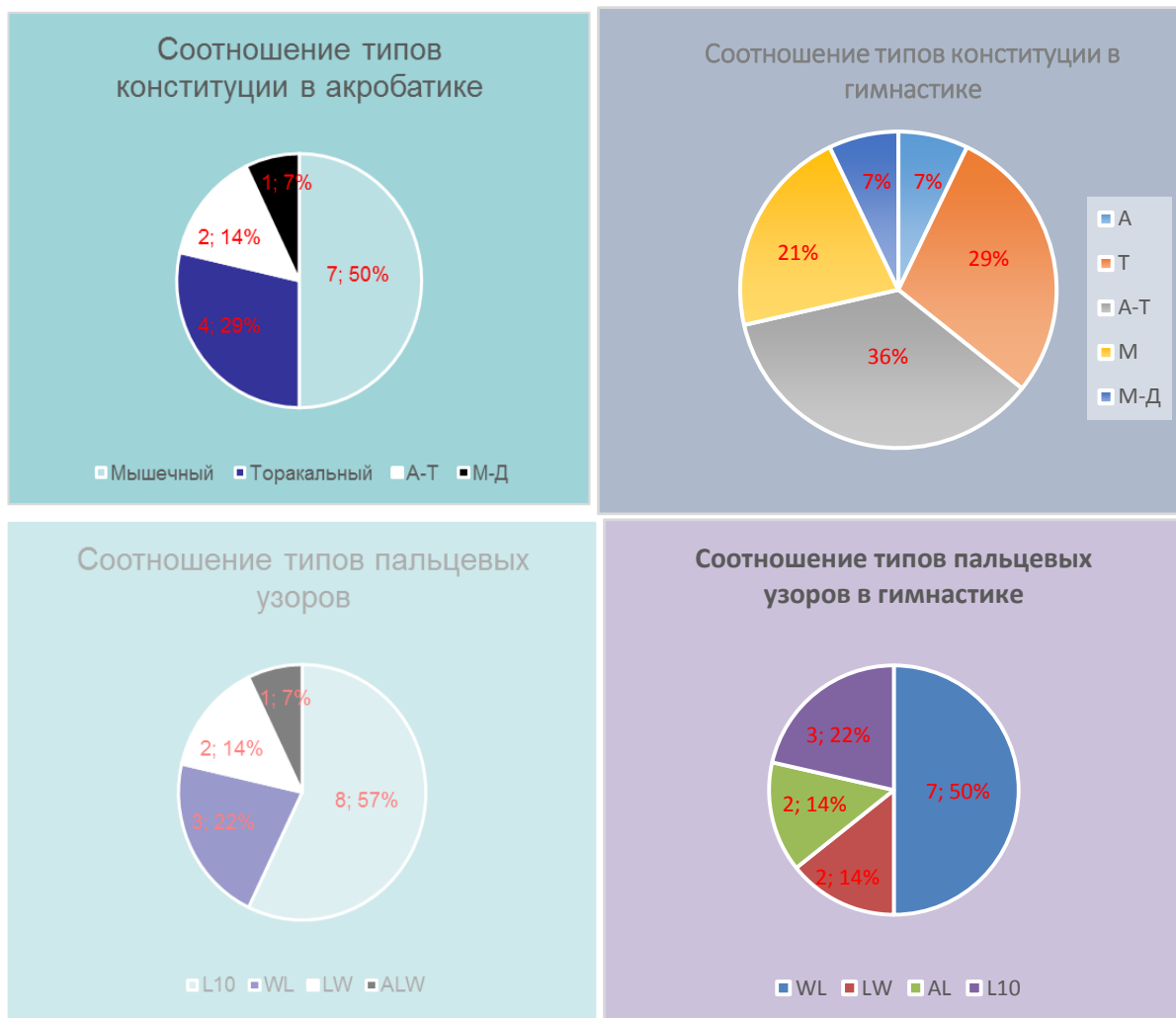
При анализе конституциональных типов мы можем увидеть, что преобладающим по выборке является Астеноидно-торакальный тип конституции, который отличается высокими скоростно-силовыми способностями, выносливостью, относительной силой и средними показателями функции равновесия и гибкости. При Торакальном типе конституции у гимнасток наблюдаются способности к развитию устойчивости. Мышечный и мышечно-дигестивный типы конституции свидетельствуют о предрасположенности к высокому уровню развития гибкости и скоростно-силовых качеств.

Таблица 2

Оценка индивидуальных характеристик пальцевой дерматоглифики и определение конституционального типа у акробатов высокой квалификации

№ испытуе- мой	Спортивный разряд	Тип конституции	Тип пальцевых узоров
1	I взрослый	Мышечный	L10
2	I взрослый	Торакальный	L10
3	I взрослый	Мышечный	WL
4	I взрослый	Мышечный	WL
5	I взрослый	Мышечный	L10
6	I взрослый	Торакальный	L10
7	I взрослый	Мышечный	L10
8	КМС	Торакальный	L10
9	КМС	А-Т	ALW
10	КМС	А-Т	L10
11	КМС	М-Д	LW
12	КМС	Мышечный	L10
13	МС	Мышечный	WL
14	МС	Торакальный	LW

Из таблицы 2 мы видим, что преобладающий тип конституции у спортсменок в спортивной акробатике – Мышечный, а тип пальцевого узора – L10 (скоростно-силовые способности), что так же, как и в ранее рассмотренной выборке спортсменок-гимнасток отвечает специфике вида спорта и, отчасти, подтверждает достоверность выбранных нами генетических маркеров. Наиболее наглядно полученные результаты мы можем увидеть на представленных ниже диаграммах.



Выводы

1. Наиболее часто встречающийся тип пальцевых узоров в художественной гимнастике – WL, в акробатике – L10, что отвечает «запросам» данных видов спорта и косвенно подтверждает пригодность дерматоглифики в качестве информативного маркера спортивных задатках в сложно-координационных видах спорта.

2. Преобладающий тип конституции в художественной гимнастике – Астеноидно-торакальный, в акробатике – Мышечный, что также является вполне закономерным и объясняется особенностями соревновательной деятельности в рассмотренных видах спорта.

3. Однако, следует отметить, что спортсменки, обладающие такими пальцевыми узорами, как WL, LW и L10, а также Астеноидно-торакальным, Торакальным и Мышечным типами конституции способны показывать высокие результаты как в художественной гимнастике, так и в спортивной акробатике.

Высокие достижения в данных видах спорта у спортсменок с пальцевыми узорами AL, ALW, Астеноидным и Дигестивным типами конституции встречаются довольно редко.

Библиография

1. Абрамова, Т. Ф. Асимметрия признаков пальцевой дерматоглифики, физический потенциал и физические качества человека Текст. / Т. Ф. Абрамова, Т. М. Никитина, И. И. Изаак // Морфология. — 2000. — Т. 118. — № 5
2. Коркин В. П. Акробатика.— М.: Физкультура и спорт, 1983.— 127 с 3. Коркин В. П. Акробатика.— М.: Физкультура и спорт, 1983.— 127 с
3. Лисицкая Т.С. Художественная гимнастика. М.: ФиС,1982 г. – 18-25 с.
4. Семенов Л. А. Определение спортивной пригодности детей и подростков. – Советский спорт, 2005 г. - 128-132 с.

ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СТУДЕНТОВ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР ПОДГОТОВКИ ТРУДОВЫХ И МОБИЛИЗАЦИОННЫХ РЕЗЕРВОВ

Карасев А.В., д. п. н., профессор

Военный университет МО РФ

Россия, Москва

karasyev@yandex.ru

Аннотация: работа посвящена исследованию возрастной и временной динамики физического состояния студентов по антропометрическим, физиологическим и эргогеническим показателям на основе мониторинга соматического здоровья, рассматривая физическое состояние студентов как основу качества трудовых и мобилизационных резервов, способности выполнения требований нового комплекса ГТО.

Ключевые слова: эргогенические показатели физического состояния студентов, возрастная динамика показателей физического состояния, качество трудовых и мобилизационных резервов страны.

PHYSICAL STATUS OF STUDENTS AS THE IMPORTANT FACTOR OF TRAINING AND MOBILIZATION RESERVES TRAINING

Karasev AV, Doctor of Science, Professor

Military University of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Russia Moscow

Summary. The work is dedicated to the study of age and time dynamics of the physical condition of the students of anthropometric, physiological and ergogenic indicators based on the monitoring of somatic health, considering the physical condition of the students as the basis of the quality of employment and mobilization reserves, ability to meet the requirements of new complex GTO.

Keywords: ergogenics indicators of the physical condition of the students, the age dynamics of physical condition, quality of work and mobilization reserves country.

Введение. В конце XX – начале XXI века в сфере физической культуры и спорта страны возник комплекс негативных проблем. Как подчеркивается в «Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2020 года»: не менее 60 процентов обучающихся имеют нарушения здоровья; только 14 процентов учащихся старших классов считаются практически здоровыми; свыше 40 процентов допризывной молодежи не соответствует требованиям, предъявляемым армейской службой, в том числе в части выполнения минимальных нормативов физической подготовки [1].

Вместе с тем, уже в начале 90-х годов для армии и флота одной из главных была такая проблема, как «...низкое качественное состояние поступающего пополнения: это и здоровье призывников, и уровень их физической, общеобразовательной, профессиональной подготовки». Для повышения боеспособности Вооруженных сил предлагался «...комплекс государственных мер для наиболее полного и регулярного пополнения армии и флота людскими ресурсами...» [2].

Недостаточный исходный уровень физического состояния призывного контингента и в 2000-х годах продолжает оставаться негативным фактором комплектования Вооруженных сил качественным личным составом, тем более, что сроки военной службы по призыву сократились до одного года. Так,

например, по данным Винограда¹, у молодого пополнения армии и флота количество положительных оценок несопоставимо мало по сравнению с неудовлетворительными (рис. 1).

Анализ практической деятельности вузов показывает, что ежегодно от 15 до 30 % студентов освобождается по состоянию здоровья от практических занятий по физической культуре, а 10-15 % студентов регулярно курят. Более 80 % первокурсников не могут не только выполнить минимальные требования в беге на 3000 м (юноши) и 2000 м (девушки), но даже пробежать без остановки дистанцию 1000 м. Не менее 50 % первокурсников не могут выполнить минимальные требования учебной программы в беге на 100 м, а также в подтягивании на перекладине и других силовых упражнениях [3, 4].

Основным мотивом для занятий физическими упражнениями большинство студентов считает «получение удовольствия», воспринимая занятия как развлечения, не желая в то же время, увеличивая нагрузки, физически совершенствоваться [5].

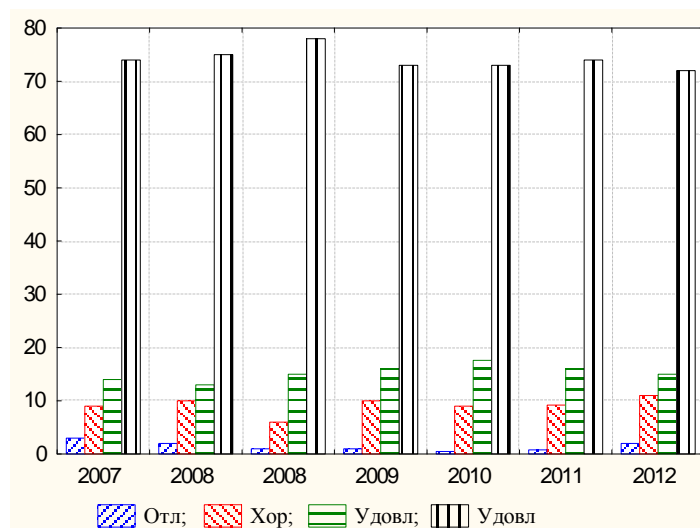


Рис. 1. Многолетняя динамика оценок физической подготовленности молодого пополнения армии и флота, %

¹ - Профилирование физического воспитания учащихся суворовских училищ и кадетских корпусов // Материалы круглого стола по вопросам ГТО в рамках Международного конгресса «Национальные программы формирования здорового образа жизни», 27–29 мая 2014 года. – М.: РГУФКСМиТ, 2014

Результаты исследования. Проведенные нами в 2003 – 2013 годах пролонгированные исследования физического состояния московских студентов также в целом подтверждают сделанные выше выводы.

Так, некоторые обобщенные результаты наших исследований в сравнении с «должными» показателями принятой технологии оценки соматического здоровья [] подтверждают крайне низкую работоспособность студентов, неудовлетворительное состояние сердечно-сосудистой системы и, как следствие, низкие аэробные возможности с общей тенденцией к снижению. У большинства студентов ЧСС в покое превышает 80 уд./мин, что в сочетании с крайне низким систолическим объемом в покое и нагрузке, а значит и низким минутным объемом крови существенно ограничивает работоспособность (рис. 2 – 3). Данный паттерн является причиной не только низкой работоспособности человека, но и одним из факторов увеличения риска внезапной и преждевременной смерти [Купер; Апанасенко; Киев].

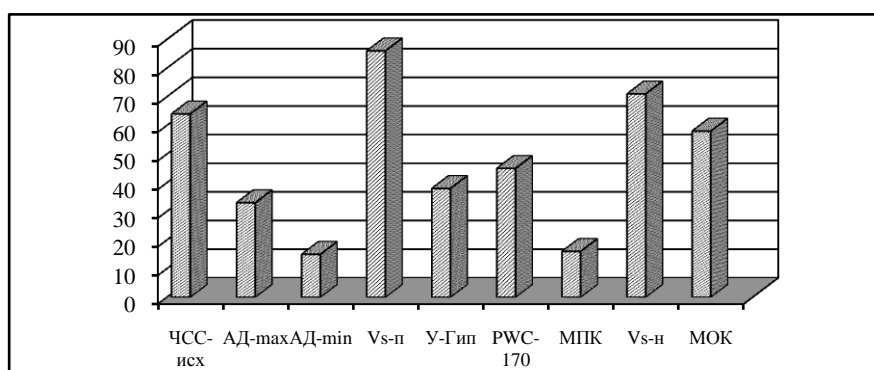


Рис. 2. Количество студентов, имеющих отклонения ниже среднего уровня в показателях, характеризующих функциональные резервы организма, %

Обозначения: ЧСС_{исх} – ЧСС в покое; АД_{max} и АД_{min} – систолическое и диастолическое артериальное давление; V_{s-п} V_{s-н} – систолический выброс в покое и нагрузке; У-Гип – устойчивость к гипоксии (проба Штанге); PWC₁₇₀ – степ-тест физической работоспособности; МПК – максимальное потребление кислорода, мл/мин·кг; МОК – минутный объем кровообращения, л

Как подтверждение этого СМИ периодически сообщают о внезапной смерти школьников, студентов, молодежи и даже квалифицированных спортсменов во время занятий физическими упражнениями.

В то же время в истории нашего государства был продолжительный период, начиная с 20-х и до 90-х годов, когда проблема недостаточной физической подготовленности населения решалась достаточно эффективно с помощью не имевших в практике физического воспитания других стран впервые разработанных нормативных основ, в число которых, как известно,

входили Единая спортивная классификация и физкультурно-спортивный комплекс «Готов к труду и обороне» (ГТО) [1, 2]. Результатом применения комплекса должно стать повышение физического здоровья и физической подготовленности различных категорий населения России, в том числе качества трудовых и мобилизационных ресурсов страны, способствование решению проблем народонаселения.

Как известно, состояние индивидуального физического здоровья может оцениваться следующим комплексом показателей:

1. Уровнем и гармоничностью физического развития.
2. Функциональным состоянием организма (его резервными возможностями и, прежде всего, кардио-респираторной системы).
3. Уровнем иммунной защиты и неспецифической резистентности.
4. Наличием какого-либо заболевания или дефекта развития.
5. Уровнем морально-волевых и ценностно-мотивационных установок.

Нами был проведен анализ многолетней динамики показателей физического состояния студентов с целью определения качества потенциальных мобилизационных резервов. Исследовали накопленную с 2003 года базу данных мониторинга соматического здоровья, проводимого по технологии «Навигатор здоровья» [6]. Оценивали возрастную и временную динамику избранных показателей.

Установлено, что по мере взросления в период от 16 до 22 лет у студентов наблюдался естественный прирост длины тела, который прекращался в 19-20 лет. У мужчин средний показатель Индекса Кетле, характеризующего телосложение, составил 370-400 г/см. С возрастом наблюдали прирост этого индекса от 320 до 405 г/см, а у девушек прирост проявлялся лишь до 17 лет, затем происходило выраженное снижение этого показателя. Данный феномен можно отчасти объяснить стремлением большинства девушек гармонизировать телосложение за счет снижения жировой массы тела в процессе учебных и самостоятельных занятий по физической культуре, а у мужчин – наращиванием мышечной массы. Жизненный индекс (ЖИ) также имел тенденцию к увеличению, отражая увеличение ЖЕЛ. Однако у девушек после 20 лет ЖИ снижается с 66 до 60 мл/кг, что возможно объяснить особенностями студенческого гиподинамического образа жизни. Минутный объем крови в нагрузке у мужчин непрерывно увеличивался с 12 до более, чем 18 л/мин, а у девушек – до 16 лет возрастал с 11 до 13 л/мин, а затем имел тенденцию к снижению, что также связывается нами с образом жизни.

В многолетней динамике показателей физического состояния в период с 2005 по 2013 годы у студентов проявлялись различные тенденции (рис. 3-4).

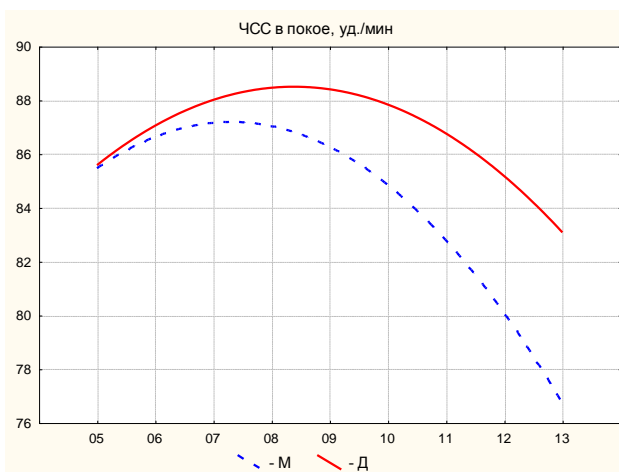
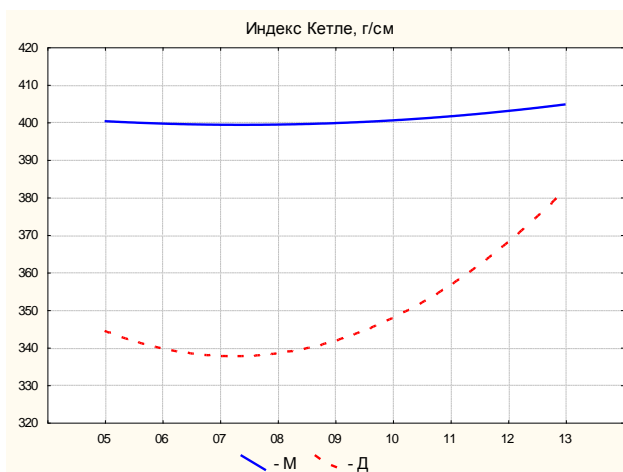
Однозначно проявилась тенденция снижения ЧСС в покое, что можно связать с целенаправленной работой по повышению адаптационных резервов организма студентов и формированием у них настроя на здоровый образ жизни. Однако систолический выброс в нагрузке у юношей и девушек изменялся неоднозначно: у юношей имел тенденцию к снижению, у девушек – в конце периода наблюдений стремился к повышению (рис. 3).

В то же время отчетливо проявились некоторые гендерные различия. Так, длина тела у мужчин оказалась на 10-12 см больше, чем у девушек. Различия проявились также в массе тела (12-14 кг), индексе Кетле (50-70 ед.), артериальном систолическом давлении в покое (до 15 мм. рт. ст.), систолическом выбросе в нагрузке (25-30 мл) и минутном объеме крови (рис. 3).

В эргогенических показателях просматривается также не однонаправленная динамика. Так, физической работоспособность и МПК имеют общую тенденцию к снижению. Причем, определенный Г.Л.Апанасенко [7] и К.Купером [8] критический уровень безопасности для здоровья O_2 -потребления составляет 41 – 43 мл/кг х мин (пунктирная линия).

В показателях гибкости (наклон туловища) и скорости зрительно-моторной реакции у юношей и девушек просматривается тенденция к ухудшению.

В силовых тестах у юношей достоверных изменения не проявлялось, а у девушек наблюдается постепенный прирост силы мышц плечевого пояса.



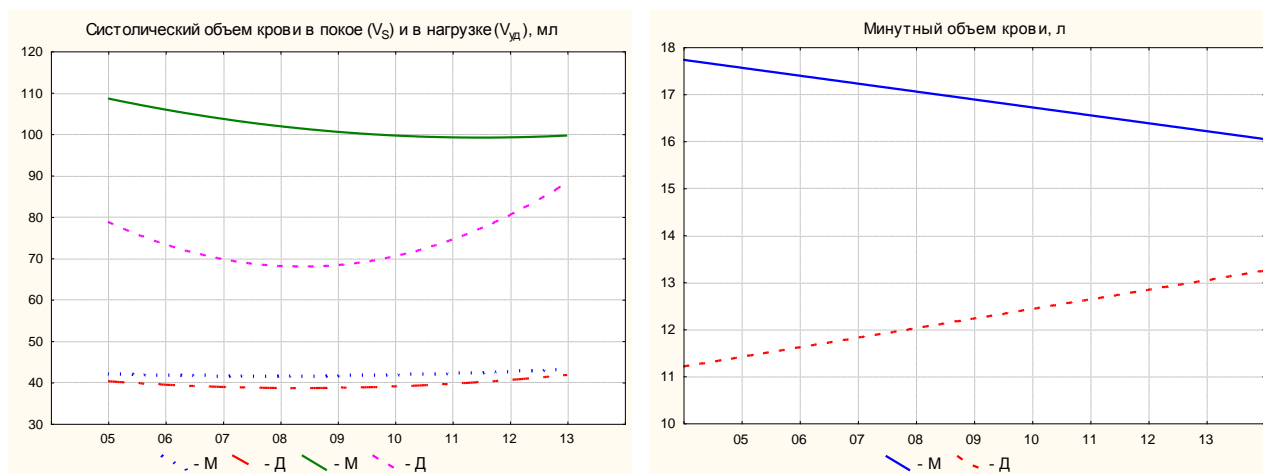


Рис. 3. Многолетняя динамика показателей физического состояния студентов

Практический интерес для оценки эффективности педагогического процесса физического воспитания имеет анализ исследуемых показателей по курсам обучения (рис. 5-6).

При естественном увеличении возраста студентов на I – III курсах обучения от 17 до 20 лет не происходило увеличения длины и массы тела, показатели артериального давления находились в пределах нормы, но у мужчин систолическое давление примерно на 15 мм. рт. ст. выше. Обращает на себя внимание величина ЧСС в покое – у всех студентов она составляет более 85 уд./мин! Систолический выброс крови в покое у мужчин и девушек примерно равный, однако в нагрузке у мужчин он выше на 30 – 40 мл. Аналогичная динамика и у показателя минутного объема крови в нагрузке – у девушек он ниже на 6 – 7 л/мин, причем у мужчин также просматривается тенденция к увеличению по годам обучения. Существенная разница между мужчинами и девушками и в показателях гипоксической пробы Штанге, которая достигает 13 – 15 с.

Эргогенические показатели PWC_{170} и МПК имеют тенденцию к увеличению, однако O_2 -потребление не достигает безопасного уровня в 41-43 мл/кг·мин. Уровень гибкости позвоночника и сложной зрительно-моторной реакции у мужчин и девушек остается на одном уровне на всех курсах обучения. Достоверный прирост результатов выявлен лишь в показателях силовых тестов – у мужчин наибольший прирост в сгибании-разгибании рук в упоре лежа, а у девушек – в упражнении на брюшной пресс.

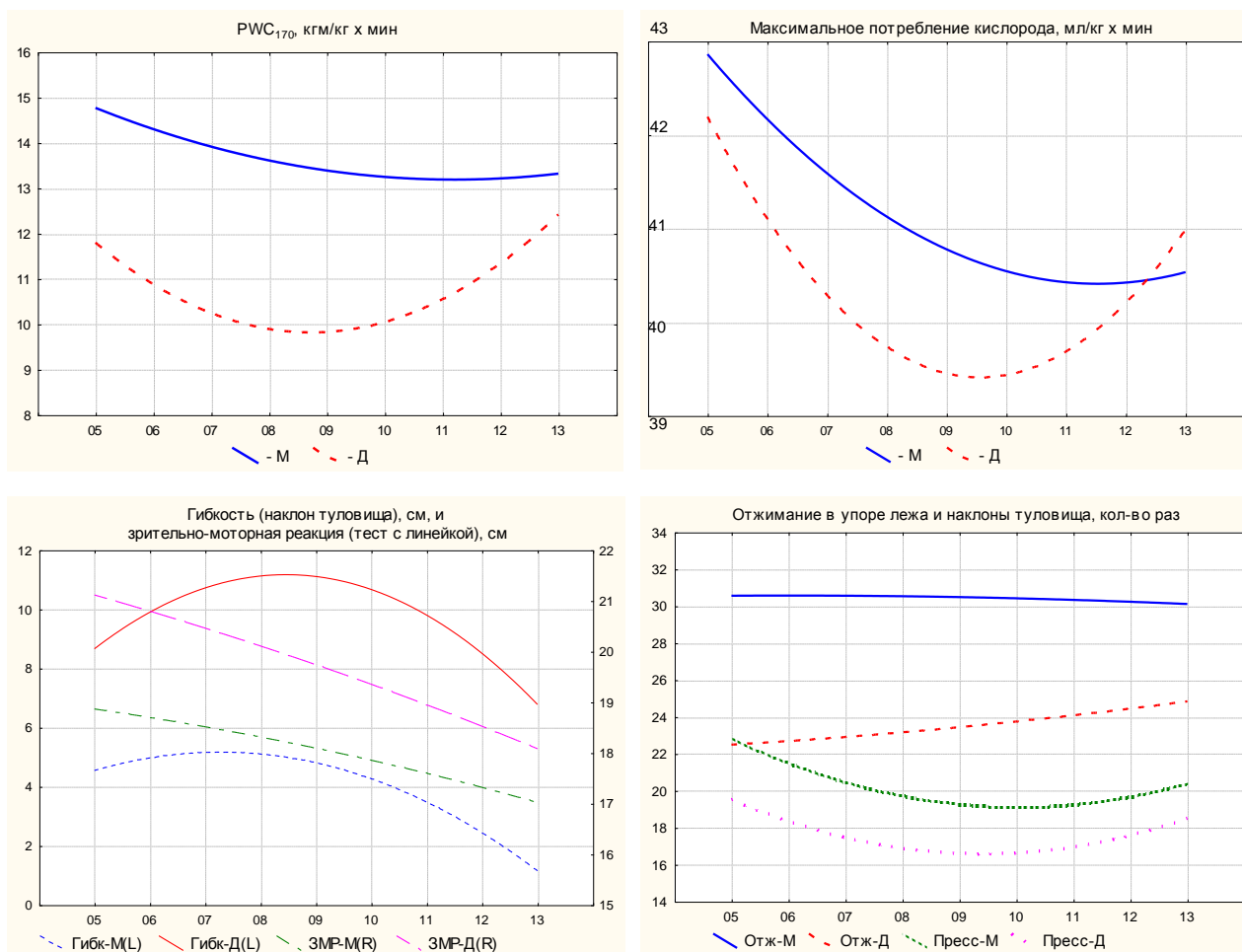


Рис. 4. Многолетняя динамика эргогенических показателей студентов

Не выявлено преобладания студентов с излишней жировой массой. Имеет место значительное количество студентов с недостаточными ЖЕЛ и гибкостью позвоночника, а также низкими показателями сенсомоторной реакции. Силовой потенциал мышц плечевого пояса и брюшного пресса позволяет выполнить необходимые нормативы, и это является следствием целенаправленных атлетических тренировок, особо популярных среди студентов. Студенты в подавляющем большинстве способны выполнить нормативы ГТО с учетом взаимозаменяемости нормативов. Однако для выполнения военно-прикладных силовых упражнений, в частности подтягивания на перекладине, имеются определенные проблемы: примерно 30 % студентов не может выполнить армейские нормативы в подтягивании на перекладине.

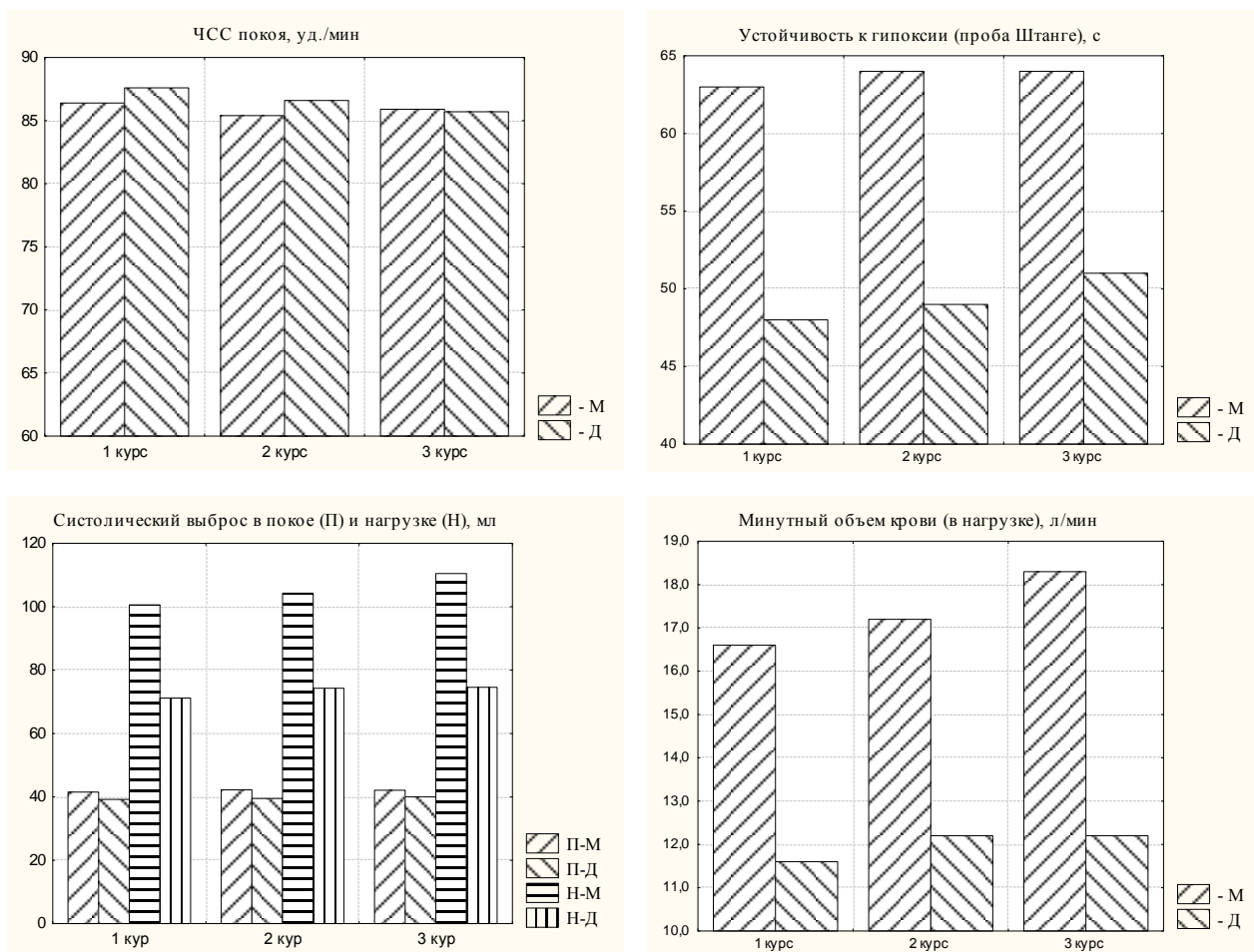


Рис. 5. Динамика показателей физического состояния студентов по курсам обучения

Проведенное многолетнее исследование позволило сделать следующие

Выводы

1. Анализ многолетней динамики физического состояния студентов выявил, что в показателях возраста, длины и массы тела, ЧСС и АД каких-либо выраженных достоверных тенденций не установлено. В последние три года наблюдений выявлено снижение ЖЕЛ и ударного объема сердца в нагрузке у юношей, а также устойчивость к гипоксии у юношей и девушек. Физическая работоспособность и показатели МПК имеют тенденцию к снижению.

У девушек проявляется тенденция к увеличению гибкости (следствие целенаправленной работы). Показатели быстроты без изменений. В силовых тестах выраженных тенденций не установлено.

2. По курсам обучения выявлены следующие тенденции: длина и масса тела, ЖЕЛ, ЧСС и АД в покое, устойчивость к гипоксии, показатели

физической работоспособности и МПК, систолического выброса в покое и нагрузке, минутного объема крови – без достоверных изменений.

В двигательных тестах без существенных изменений показатели гибкости и быстроты. В силовых тестах просматривается тенденция к увеличению результатов.

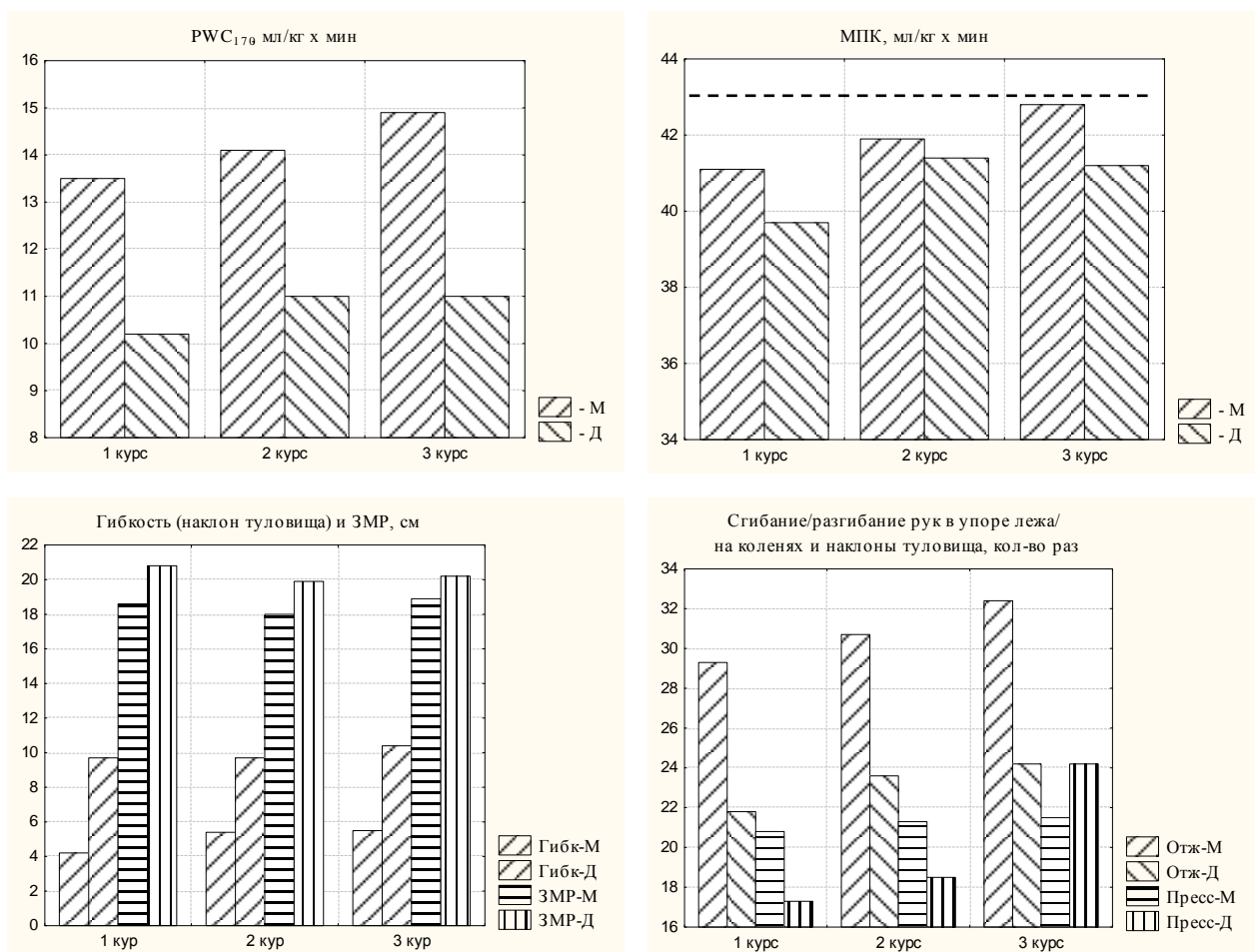


Рис. 6. Динамика эргогенических показателей студентов по курсам обучения

3. Для улучшения физического состояния и, как следствие, повышения качества кадрового и мобилизационного резерва требуется увеличение физической работоспособности школьников и студентов. Основными направлениями такой работы должны стать:

формирование навыков здорового образа жизни на всех этапах учебно-воспитательной работы;

увеличение количества часов на физическую культуру и повышение эффективности этой работы преимущественно за счет совершенствования спортивно-массовой работы.

4. В связи с перспективой внедрения нового физкультурно-спортивного комплекса ГТО возрастает значимость исходного уровня физического здоровья, физической подготовленности и безопасности школьников и студентов. С целью обеспечения безопасности школьников и студентов целесообразно введение первоначальной ступени комплекса ГТО с неопредельными тестами – «Готов к физическому совершенству».

Выявленное физическое состояние студентов в целом может позволить им выполнять трудовую деятельность, не связанную с предельными проявлениями физических возможностей. Основным «ограничителем» является недостаточность адаптационных биоэнергетических резервов. В военной службе этот фактор является еще более «критическим», так как в экстремальных условиях военной службы может стать причиной потери боеспособности как конкретных бойцов, так и целых подразделений.

Для совершенствования физического воспитания студентов требуется постоянно в различной форме вводить в содержание учебных занятий упражнения «на выносливость», а также целенаправленно уделять внимание тренировке в военно-прикладных силовых упражнениях (на перекладине, с гирями и т.п.).

Библиография

1. Стратегия развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2020 года (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 7 августа 2009 г. – № 1101-р).

2. Клишин М.В. Прогрессирующая деградация призывного контингента // Независимое военное обозрение, 1997. – № 19. – С. 1, 4.

3. Бондарь Е.А. Роль здоровьесберегающих технологий в работе со студентами вузов / Е.А. Бондарь, Е.А. Бондарь // Научный журнал «Дискурс», 2017. – № 1 (3). – С. 149-154.

4. Карасев А.В. Физическое состояние студентов как парадигма нового комплекса ГТО: Научная статья / А.В.Карасев // Национальные парадигмы формирования здорового образа жизни: Международный научно-практический конгресс «Национальные программы формирования здорового образа жизни», 27-29 мая 2014 года. – В 4-х т. – Т. 4.: II Всероссийская конференция «Теория и методика физической культуры и спорта: наследие основоположников и перспективы развития», посвященная 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки РФ Л.П.Матвеева: материалы. – М.: М-во спорта Рос. Фед.,

Департамент образования г. Москвы, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Рос. гос. ун-т физ. культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)». – М., 2014. – С. 57-62.

5. Горшков А.Г. Работоспособность студентов в учебной деятельности и ее регулирование средствами физической культуры // Здоровый образ жизни и физическое воспитание студентов и слушателей вузов: Материалы научно-практической конференции, 9 апреля 2009 года, г. Москва / Под ред. А.В. Карасева, Е.А. Разумовского, В.А. Собины. – М.: ИНЭП, 2009. – С. 3 – 7.

6. Донозологический контроль и укрепление соматического здоровья и функциональных резервов организма человека: Технология «Навигатор здоровья». –М.: ГНЦ РФ ИМБП РАН; Ассоциация «Народный СпортПарк», 2006. – 42 с.

7. Апанасенко Г.Л. Эволюция биоэнергетики и здоровье человека. – СПб.: Петрополис, 1992. – 123 с.

8. Купер К.Аэробика для хорошего самочувствия: Пер. с англ. – 2-е изд. доп. и перераб. – М.: Физкультура и спорт, 1989. – 224 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ СИНХРОННОГО ПЛАВАНИЯ И ЭПОХАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭТОГО ПРОЦЕССА

Панасюк Т.В., д.б.н., доцент,

Максимова М.Н., к.п.н., профессор,

Мальцев А.Е., студент

*Российский государственный университет физической культуры
спорта, молодежи и туризма, Россия, г. Москва*

gegam04@mail.ru

Аннотация. По результатам обследования сборной команды России по синхронному плаванию 2016 года оценена морфологическая модель спортсменки данного вида спорта и прослежены ее изменения за последние 40 лет.

Ключевые слова: синхронное плавание, размеры, пропорции, компоненты массы тела, соматотипы схемы Хит-Картер, эпохальные изменения.

THE FORMATION OF THE CONSTITUTION UNDER THE INFLUENCE OF SYNCHRONIZED SWIMMING AND EPOCHAL CHANGE THIS PROCESS

Panasyuk T.V., D.Sc. in Biology, Professor
Maksimova M.N., D.Sc. in Paedagogic, Professor.

Maltsev A.E.. student,

*Russian State University of Physical Culture of Sports, Youth and Tourism
(GTSOLIFK, Moscow)*

Summary. The results of the survey of the Russian team in synchronized swimming 2016 estimated morphological model athletes of the sport and traces its changes over the past 40 years.

Keywords: synchronized swimming, dimensions, proportions, components of body weight, somatotype schema Heath-Carter, epochal change.

Введение. Международный дебют отечественного синхронного плавания состоялся в 1981 году на Чемпионате Европы в Сплите (Югославия). На тот момент наша сборная не могла составить реальную конкуренцию сильнейшим командам мира – сборным США и Канады. Переломным моментом для нашей сборной стал Кубок мира 1997 года в Гуанчжоу (Китай), где наши спортсменки одержали уверенную победу. С этого года началось победное шествие российского синхронного плавания на мировой арене. На протяжении последних 19 лет наша сборная остается безоговорочным лидером мирового синхронного плавания. Подтверждением этому служат золотые медали, завоеванные во всех видах программ на Олимпийских играх 2000, 2004, 2008, 2012, 2016 гг. Бесспорно, не последнюю роль в успехе нашей сборной на мировой арене, включая прошедшие в августе минувшего года в Рио-де-Жанейро Игры XXXI Олимпиады, сыграл не только правильный отбор, но и влияние многолетнего тренировочного процесса на телосложение, так как спортивный стаж участниц современной сборной России составляет от 12 до 24 лет.

Цель исследования – изучить особенности телосложения синхронных пловчих и их эпохальные особенности.

Материал и методы исследования. Исследование проводилось на базе ФГБУ "ТЦСКР "Озеро Круглое" в 2016 году, в период подготовки к целевым соревнованиям – Играм XXXI Олимпиады в Рио-де-Жанейро. Нами было обследовано 15 спортсменок основного состава сборной команды России по синхронному плаванию в возрасте от 19 до 29 лет – олимпийские чемпионки, многократные чемпионки мира и Европы, спортивный стаж которых составил от 12 до 24 лет. Материалы были собраны анонимно, с соблюдением правил биоэтики и информированного согласия всех спортсменок. Данные были деперсонифицированы. В ходе исследования использовались следующие методы: антропометрический метод по В.В. Бунаку, оценка пропорций тела по

П.Н. Башкирову, оценка соматотипа по методике Хит-Картера, оценка состава тела биоимпендансным методом. Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью компьютерной программы Excel. Для установления эпохальных изменений телосложения были привлечены данные литературы за 1978, 1991 и 1997 годы [4,5,6,8].

Результаты исследования. Сравнение размеров тела спортсменок, специализирующихся в синхронном плавании, с межгрупповыми шкалами оценки телосложения взрослых женщин [1] показало, что длина тела у них выше средних значений для своего пола, а масса тела – ниже. Мышечный компонент имеет большую величину, тогда как жировой – малую. Значения обхватных размеров плеча и предплечья могут считаться средними или несколько меньше среднего, а бедра и голени – малыми. Пропорции тела у синхронисток – мезодолихоморфные: туловище среднее, длина рук имеет как средние, так и высокие значения, ноги длинные, ширина плеч средняя, таз узкий. По показателю ИМТ сделан вывод о том, что для синхронисток характерно «нормальное» физическое развитие (табл. 1).

Табл. 1.

Морфологическая модель синхронистки высшей спортивной квалификации

Признаки	M±m	σ	V
Тотальные размеры тела			
Длина тела (см)	169,60 ± 0,98	3,80	2,24
Масса тела (кг)	54,06 ± 0,62	2,39	4,42
Обхват груди (пауза - см)	86,67 ± 0,82	2,84	3,28
Компоненты массы тела (%)			
Мышечный	45,36 ± 0,82	2,61	5,75
Жировой	17,48 ± 1,29	4,09	23,40
Индекс массы тела (кг/м ²)			
ИМТ	18,88 ± 0,18	0,67	3,55
Пропорции тела (% от длины тела)			
Длина туловища	31,29 ± 0,30	1,05	3,36
Ширина плеч	18,88 ± 0,31	1,07	5,66
Ширина таза	16,06 ± 0,32	1,12	6,97
Длина руки	45,58 ± 0,29	1,00	2,19
Длина ноги	55,80 ± 0,22	0,77	1,38
Обхватные размеры (см)			
Обхват плеча (спокойного)	25,17 ± 0,30	1,03	4,09
Обхват плеча (напряженного)	28,00 ± 0,37	1,28	4,57

Обхват предплечья	23,85 ± 0,30	1,25	5,24
Обхват бедра	51,82 ± 0,49	2,00	3,86
Обхват голени	31,00 ± 0,28	0,95	3,06

При оценке соматотипа по измерительной методике Хит-Картера [3] выявлено, что все обследованные синхронистки относятся к эктоморфному типу телосложения (2.1-2.9-4.4) с различными вариациями 2-х других компонентов соматотипа. Преобладание у спортсменок эктоморфного компонента говорит о вытянутых линиях тела и стройной фигуре, что, в свою очередь, связано с визуально-эстетическими требованиями синхронного плавания. Средние значения мезоморфного компонента свидетельствует об умеренном костно-мышечном развитии спортсменок, в то время как низкие значения эндоморфного компонента указывают фактически на отсутствие подкожно-жирового слоя. Эктоморфизация телосложения позволяет получить выигрыш в силе за счет удлинения рычагов (длины конечностей и их сегментов) без увеличения массы тела за счет роста мышечного компонента.

Соматотип синхронистки схож с соматотипами художественных гимнасток и бегуний на средние дистанции. Спортсменки перечисленных спортивных специализаций относятся к эктоморфному типу телосложения: синхронистки – мезоморфический эктоморф, «художницы» – сбалансированный эктоморф, бегунии на средние дистанции – мезоморф-эктоморф. Подобную схожесть можно объяснить тем, что для данных видов спорта характерен общий тип энергообеспечения организма. При этом соматотип синхронистки резко отличается от соматотипов метательниц, пловчих-комплексисток, гребчих-каноисток и прыгуний в воду[2,9].

При сравнении средних величин тотальных размеров тела спортсменок сборной команды России 1997 и 2016 гг. мы выяснили, что по росту современные синхронистки (169,6 см) значительно превосходят своих предшественниц (165,2 см), а по массе тела немного уступают им (54 кг и 55,2 кг, соответственно). Подобная ситуация наблюдается и при сопоставлении тотальных размеров тела российских спортсменок и сильнейших синхронисток прошлого столетия – национальных сборных команд США и Канады. Однако разница в массе тела более существенна. За последние сорок лет произошло заметное увеличение среднего возраста и уменьшение жирового компонента спортсменок. Последнее может быть связано со стремительным изменением двигательной деятельности в синхронном плавании.

Проанализировав немногочисленные исследования, касающиеся соматотипирования синхронисток по антропометрическому методу Хит-Картера, мы обнаружили, что в процессе становления и развития синхронного плавания как вида спорта в течение последних четырех десятилетий происходило постепенное изменение соматотипа синхронистки от центрального к эктоморфному (с преобладанием мезоморфного компонента над эндоморфным). Сборная команда Российской Федерации в данном случае не исключение. Так, в литературе есть упоминание о том, что для российских синхронисток сборной команды 1997 года был характерен центральный тип телосложения (3.8-3.3-3.2), когда все три компонента отличаются друг от друга менее, чем на 1 балл. Следует отметить, что именно тогда отечественные синхронистки впервые одержали победу на мировой арене – выиграли Кубок мира в китайском Гуанчжоу. Можно предположить, что подобное изменение соматотипа синхронисток связано со стремительным ростом сложности произвольных композиций, включающих сегодня большое количество динамических связок, передвижений и перестроений, акробатических элементов, времени нахождения спортсменок под водой и др.

Выводы

1. У синхронисток длина тела выше средних значений для своего пола, а масса тела – ниже. Пропорции тела мезодолихоморфные: туловище среднее, руки средние, ноги длинные, ширина плеч средняя, таз узкий.

2. Мышечный компонент у них имеет большую величину, жировой – малую. По величине ИМТ сделан вывод о том, что для синхронисток характерно «нормальное» физическое развитие.

3. Выявлено, что за последние четыре десятилетия происходило постепенное изменение соматотипа от центрального к эктоморфному. Также произошло заметное увеличение среднего возраста спортсменок.

Библиография

1. Межгрупповые шкалы оценки телосложения женщин в возрасте 18-30 лет (методические рекомендации). – М.: ВНИИФК, 1986. – 46 с.
2. Распопова Е.А., Панасюк Т.В. Морфологическая модель прыгуна в воду: половые, национальные особенности и эпохальная изменчивость // Юбилейный сборник трудов ученых РГАФК, посвященный 80-летию академии. – М., 1998. – Т. 3. – С. 158-162.
3. Carter J.E.L., Heath B.H. Somatotyping – Development and Applications. – Cambridge; New York: Cambridge University Press, 1990. – 503 p.

4. Deng P., Chen A., Huang Y. et al. Study of somatotype characteristics of Chinese elite synchronized swimming // Journal of Beijing university of physical education. – 1999. – N 1, P. 66-70.

5. Fred B.R., Michael J.B., Stefan H.C. et al. Physiological characteristics of champion synchronized swimmers // The Physician and Sportsmedicine. – 1983. – V. 11, N 4, P. 136-147.

6. Hebbelinck M., Carter L., Garay A. D. Body build and somatotype of Olympic swimmers, divers, and water polo players // Swimming II: Proceedings of the Second International Symposium on Biomechanics in Swimming. – Brussels, Belgium, 1975. – P. 285-305.

7. Kinanthropometry VIII: Proceedings of the 8th International Conference of the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) / edited by T. Reilly, M. Marfell-Jones. – London and New York: Routledge, 2003. – 320 p.

8. Miwako T., Yoshio N., Miwako M. et al. Physiological characteristics of Japanese elite synchronized swimmers // Champaign: Human Kinetics. – 1988. – P.121-128.

9. Purenovic-Ivanovic T., Popovic R. Somatotype of Top-Level Serbian Rhythmic Gymnasts

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ У ЮНОШЕЙ 17-20 ЛЕТ С РАЗНОЙ СПОРТИВНОЙ КВАЛИФИКАЦИЕЙ

Харисова Э.З.

*«Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», Казань, Россия
endje.89@mail.ru*

Аннотация. В статье раскрыта актуальность изучения морфологических структур у спортсменов, занимающиеся разными видами спорта и имеющие разную спортивную квалификацию. У теннисистов, достигших уровня мастера спорта и кандидата в мастера спорта, по сравнению с теннисистками, выполнившие спортивный разряд выявлено больше значимых морфологических признаков. В группе теннисистов, выполнившие спортивный разряд, в отличие от теннисистов, высокого уровня обнаружены только прямые корреляционные связи.

Ключевые слова: антропометрия, состав тела, теннисисты, бадминтонисты.

COMPARATIVE ANALYSIS OF MORPHOLOGICAL FEATURES IN YOUNG PEOPLE 17-20 YEARS WITH DIFFERENT SPORTS QUALIFICATION

Kharisova E.Z.

Volga State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia

Annotation. The article reveals the urgency of studying the morphological structures of athletes, engaged in different sports and having different sports qualifications. Tennis players who have reached the level of a master of sports and a candidate for a master of sports, compared to tennis players, who have performed a sports category, revealed more significant morphological signs. In the group of tennis players who performed the sports category, in contrast to the tennis players, the high level found only direct correlation.

Key words: anthropometry, body composition, tennis players, badmintonists.

Введение. Антропометрия и компонентный состав тела, представляющие одни их основных методов изучения морфологической структуры человека, нашли свое практическое значения, в том числе и в спортивной медицине и спортивной физиологии.

Подобный аспект изучения строения тела спортсменов имеет большой теоретический и практический интерес. Теоретический – для общей морфологии человека, главным образом в связи с проблемами взаимоотношения функции и формы тела, практический – для спортивных организаций в широком смысле этого слова, преимущественно в связи с потребностью выявления взаимоотношений строения тела со спортивными достижениями в разных видах спорта.

Цель – провести корреляционный анализ компонентного состава тела и антропометрических показателей у спортсменов любителей и спортсменов высокой квалификации.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось в городе Казань с 2015 по 2016 гг. среди студентов 17-20 лет. В эксперименте приняли участия не спортсмены (25 человека), теннисисты от 1 до 3 разряда (10 человек), теннисисты (10 человек) и бадминтонистки (10 человек) имеющие категорию мастера спорта и кандидата в мастера спорта. Исследуемые были однородны по возрасту ($p > 0,05$). Для изучения композиционного состава тела мы использовали прибор Esteck System Complex Multiskan PRO.

Результаты и обсуждение. В изучаемых группах в ходе проведения корреляционного анализа были выявлены достоверно значимые прямые и обратные взаимосвязи ($p \leq 0,05$).

В группе теннисистов в отличие от бадминтонистов прямые корреляционные связи выявлены между: массой тела и длиной тела, массой тела и массой телесного жира, обхватом талии и обхватом бедра, длиной тела и

основным обменом веществ (ООВ), обхватом талии и массой телесного жира, обхватом талии и мышечной массой. А также между безжировой массой тела и ИМТ, массой телесного жира и мышечной массой, массой телесного жира и основным обменом веществ, мышечной массой и основным обменом веществ, безжировой массой тела и общим количеством воды (ОКВ).

Обратные корреляционные связи выявлены между: безжировой массой тела и массой тела, массой тела и ИМТ, обхватом талии и безжировой массой тела, безжировой массой тела и мышечной массой, безжировой массой тела и основным обменом веществ. А также между массой телесного жира и общего количество воды, массой телесного жира и ИМТ, общим количеством воды и основным обменом веществ, ИМТ и мышечной массой, ИМТ и основным обменом веществ.

В группе бадминтонистов в отличие от теннисистов прямые корреляция выявлены между возрастом и массой телесного жира, длиной тела и ежедневным расходом энергии (ЕРЭ), безжировой массой тела и ежедневным расходом энергии, обхватом бедра и основным обменом веществ.

Обратная связь выявлена между возрастом и безжировой массой тела, массой телесного жира и ежедневным расходом энергии, массой тела и мышечной массой.

В группе теннисистов, званием мастера спорта, в отличие от теннисистов от третьего до первого разряда прямые корреляции были между: массой тела и длиной тела, длиной тела и основным обменом веществ, обхватом талии и обхватом бедра, обхватом талии и массой телесного жира. А также между: обхватом талии и мышечной массой, безжировой массой тела и общим количеством воды, безжировой массе тела и ИМТ, массой телесного жира и основным обменом веществ.

Обратные связи были выявлены между: безжировой массой тела и мышечной массой, безжировой массой тела и основным обменом веществ, общим количеством воды и основным обменом веществ, ИМТ и основным обменом веществ.

В группе теннисистов, с разрядом от третьего до первого, в отличие от теннисистов званием до мастера спорта, прямые корреляционные связи выявлены между: массой тела и безжировой массой тела, массой тела и мышечной массой, длиной тела и безжировой массой тела, обхватом талии и безжировой массой тела, безжировой массой тела и ежедневным расходом энергии.

Таблица 1

Корреляционные связи между антропометрическими показателями и составом тела у юношей 17-20 лет

Взаимосвязи	Теннисисты уровня КМС	Бадминто- нисты	Теннисисты- разрядницы	Не спортсмены
-------------	--------------------------	--------------------	---------------------------	------------------

Возраст/безжировая масса тела	-0,53	-0,67*	0,23	-0,11
Возраст/масса телесного жира	0,53	0,67*	0,50	0,11
Масса тела/длина тела	0,65*	0,47	0,28	0,52**
Масса тела/безжировая масса тела	-0,90**	-0,07	0,86**	0,05
Масса тела/масса телесного жира	0,90**	0,07	0,80**	-0,05
Масса тела/ИМТ	-0,76*	0,52	-0,79**	0,67**
Длина тела/безжировая масса тела	-0,5	0,34	0,72*	0,32
Длина тела/ ООВ	0,77**	0,62	0,50	0,70**
Длина тела/ ЕРЭ	-0,41	0,64*	0,62	0,46**
Обхват талии/обхват бедра	0,69*	0,56	-0,23	-0,06
Обхват талии/ безжировая масса тела	-0,65*	-0,26	0,82**	0
Обхват талии/масса телесного жира	0,65*	0,26	0,60	0
Обхват талии/ОКВ	-0,81**	-0,66*	-0,60	-0,22
Обхват талии/ИМТ	-0,79**	0,80**	-0,60	0,52**
Обхват талии/мышечная масса	0,77**	-0,43	0,66*	-0,06
Обхват бедра/ООВ	0,51	0,73*	0,43	0,29
Безжировая масса тела/ масса телесного жира	-1,00**	-1,00**	0,40	-1,00**
Безжировая масса тела/ ОКВ	0,85**	0,41	-0,40	0,42*
Безжировая масса тела/ИМТ	0,69*	-0,26	-0,37	-0,20
БМТ /мышечная масса	-0,90**	0,36	0,51	0,41*
Безжировая масса тела/ ООВ	-0,86**	0,31	0,95**	0,17
Безжировая масса тела/ ЕРЭ	0,03	0,78**	0,69*	0,56**
Масса телесного жира/ОКВ	-0,85**	-0,41	-1,00**	-0,42*
Масса телесного жира/ИМТ	-0,69*	0,26	-1,00**	0,20
Масса телесного жира/ мышечная масса	0,90**	-0,36	0,98**	-0,41*
Масса телесного жира /ООВ	0,86**	-0,31	0,62	-0,17
Масса телесного жира/ ЕРЭ	-0,03	-0,78**	-0,02	-0,56**
Общее количество воды /ООВ	-0,76*	-0,49	-0,62	0,03
ИМТ/мышечная масса	-0,66*	-0,43	-0,97**	-0,40*
ИМТ/основной обмен веществ	-0,72*	0,36	-0,62	0,45*
Мышечная масса/ООВ	0,81**	-0,56	0,73*	0,10
Основной обмен веществ /ЕРЭ	0,01	0,75*	0,58	0,68**
Примечание: *- корреляция значима на уровне 0,05; **- корреляция значима на уровне 0,01				

Выводы:

- 1) У теннисистов, достигших уровня мастера спорта и кандидата в мастера спорта, по сравнению с теннисистками, выполнившие спортивный разряд выявлено больше значимых морфологических признаков.
- 2) В группе теннисистов, выполнившие спортивный разряд, в отличие от теннисистов, высокого уровня обнаружены только прямые корреляционные связи. Обратные корреляционные связи между морфологическими структурами отсутствуют.

Библиография

1. Олейник Е.А. Сравнительный анализ компонентного состава тела у спортсменок различных конституциональных типов / Е.А. Олейник // Ученые записки университета Лесгафта. 2015. №3 (121) С.97-101.
2. Рылова Н.В. Актуальные аспекты изучения состава тела спортсменов / Н.В. Рылова // Казанский мед.ж.. 2014. №1 С.108-111.
3. Усыченко В. В. Анализ методов изучения компонентного состава тела спортсменов / В.В. Усыченко // ППМБПФВС. 2009. №7 С.183-18.
4. Харисова, Э.З. Оценка морфофункционального состояния девушек 17-20 летнего возраста с разной двигательной активностью // V всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Ресурсы конкурентоспособности спортсменов: теории и практика реализации» Краснодар, 28 ноября 2015. – С. 230-233.

ПРОБЛЕМЫ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ РАЗНОГО ВОЗРАСТА И ПОЛА

РАСЧЕТ ЦЕННОСТИ И АНАЛИЗ РАЦИОНА ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ

Есева Т.В., научный сотрудник, *Es_tat@mail.ru*

Бойко Е.Р., д.м.н., профессор, *erbojko@physiol.komisc.ru*

Учреждение Российской академии наук Институт физиологии

Коми научного центра Уральского отделения РАН

Россия, г.Сыктывкар

Аннотация. Была разработана компьютерная программа «Спорт: расчет и анализ рациона» для подсчета пищевой и энергетической ценности индивидуальных рационов питания и дальнейшего анализа полученных

данных. С ее помощью спортсмен может самостоятельно разработать рацион с адекватной пищевой и необходимой энергетической ценностью.

Ключевые слова: компьютерная программа, рацион питания, спортсмен.

CALCULATION OF VALUES AND ANALYSIS OF THE RATION FOR SPORTSMEN

Eseva T.V., research associate

Bojko E.R., D.Sc

Institute of Physiology Komi Scientific Center, Ural Branch of the RAS

Russia, Syktyvkar

Summary. Computer program “Sport: calculation and the analysis of a diet” it was developed. The program is intended for calculation of nutrition and energy value of individual food allowances and the further analysis of the obtained data. She helps the athlete to develop a necessary food allowance independently.

Key words: computer program, food allowance, athletes.

Введение. Для достижения максимальных спортивных результатов и сохранения состояния здоровья очень важна организация рационального питания спортсменов: необходимо обеспечение их рационом с калорийностью, соответствующей физическим нагрузкам, при этом сбалансированным по потреблению белков, жиров и углеводов (Олейник и др., 2008, Бёрк, 2011; Рылова и др., 2014).

К сожалению, спортсменам приходится самим организовывать свое питание, что требует определенных знаний и навыков.

Методы исследования. Для облегчения подсчета пищевой и энергетической ценности рационов питания в Отделе экологической и медицинской физиологии Института физиологии Коми НЦ УрО РАН была создана специальная компьютерная программа «Спорт: расчет и анализ рациона» (авторы Есева Т.В., Бойко Е.Р., Евдокимов А.В., свидетельство ГР № 2014619853 от 23.09.2014). Подсчет потребляемых макронутриентов и энергии производится на основе официальных справочных таблиц содержания их в продуктах и блюдах (Химический состав..., 1987, 1994). Для более точного перевода размеров съеденной пищи в количественные показатели – в граммы – программой используется специально созданная для этого база данных «Весовые изображения порций продуктов и блюд» (авторы Есева Т.В., Бойко Е.Р., свидетельство ГР № 2009620084 от 17.02.09) (Есева, 2014). С помощью

входящих в программу справочников происходит быстрое определение суточных норм физиологической потребности организма в основных макронутриентах и энергии, разработанных Институтом питания РАМН и утвержденных Роспотребнадзором (2008 г.) (Нормы..., 2008) в зависимости от индивидуальных данных спортсмена (пол, дата рождения, вес, рост, процент массы жира, который определяется методом импедансометрии).

Результаты исследования. В результате работы программы производится подсчет пищевой и энергетической ценности индивидуальных рационов питания и экспресс-оценка соответствия их нормам. Также производится анализ энергетической структуры рациона, рассчитываются производные показатели (потребление макронутриентов на единицу массы тела и соотношение их поступления с пищей), рассчитывается мышечная масса и энергетический резерв организма (в зависимости от количества тренировок) (Спортивная медицина, 2013).

Для спортсменов очень важно учитывать запас энергии, потому что низкий энергетический резерв – ниже 30 ккал – приводит к нарушению метаболизма, что существенно сказывается на здоровье спортсмена (Бёрк, 2011; Спортивная медицина, 2013). Возможность выдачи результатов обследования с указанием индивидуальных показателей и норм (Рылова и др., 2014), представленных в виде инфографики (рис.1), позволяют спортсмену сделать вывод об оптимальности своего питания, об адекватности поступления незаменимых пищевых веществ, необходимых для развития и функционирования своего организма.

При изучении фактического питания лыжников-гонщиков сборных команд Республики Коми обнаружена проблема их диеты, заключающаяся в недостаточном количестве углеводной пищи и избытке жировой. Энергетическая ценность рациона питания, а, соответственно и энергетические резервы организма, обеспечиваются преимущественно за счет жиров и белков, и лишь в малой степени – углеводов (Есева, Бойко, 2012; Esevaatall, 2014), что при интенсивных тренировочных (и соревновательных) нагрузках неоправданно.

В отличие от известных российских аналогов, разработанная нами программа позволяет легко и удобно перевести объем съеденной пищи в граммы и, следовательно, более точно рассчитать пищевую и энергетическую ценность суточных рационов питания с последующей их оценкой, что обуславливает возможность ее индивидуального применения. Кроме того, компьютерная программа «Спорт: расчет и анализ рациона» обладает «обучающей» функцией – спортсмен может самостоятельно разрабатывать меню, адекватное рекомендуемым физиологическим нормам, подбирая продукты и блюда (а также их количество). Индивидуально разработанное

меню позволяет корректировать массу тела, соблюдая при этом физиологически необходимую пищевую ценность рациона питания.

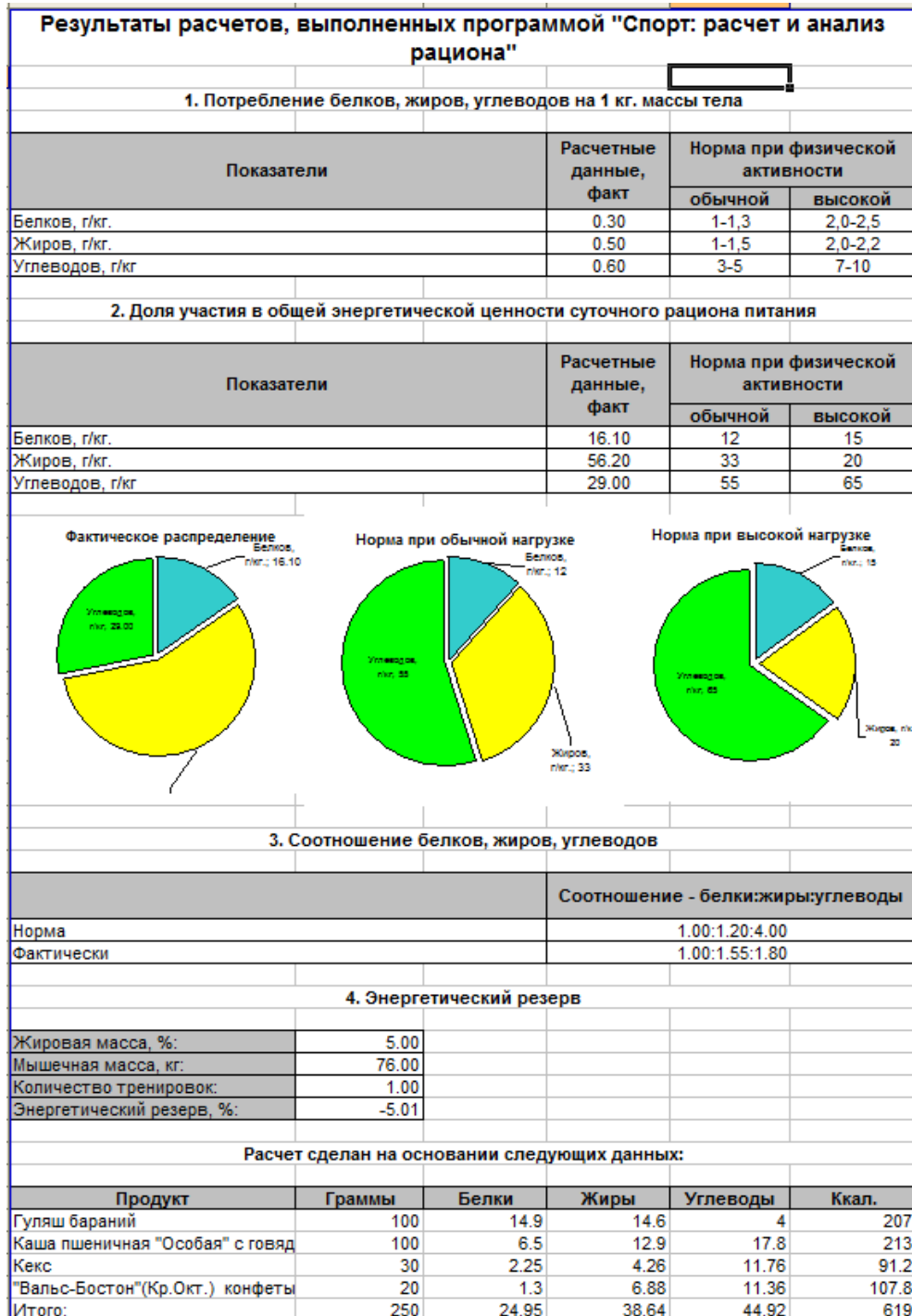


Рисунок 1 – Анализ результатов и форма выдачи результатов обследования.

Выводы

Таким образом, разработанная нами компьютерная программа «Спорт: расчет и анализ рациона» позволяет правильно организовать рациональное питание спортсмена, который заинтересован не только в достижении максимальных спортивных результатов, но и в сохранении состояния своего здоровья. Ее могут использовать спортсмены любых возрастных групп, в том числе и юниоры, а также их родители, которые с самого раннего детства должны вырабатывать у детей правильные пищевые привычки и поддерживать культуру рационального питания.

Библиография

1. Бёрк, Л. Питание спортсменов: практические рекомендации / Л. Берк // Олимпийское руководство по спортивной медицине. – М.: «Практика», 2011. – С.641-661.
2. Есева, Т. В. Компьютерные программы для оценки фактического питания / Т. В. Есева // Известия Коми научного центра РАН. – 2014. - № 4(20). – С.50-55.
3. Есева, Т.В.Фактическое питание лыжников-гонщиков Республики Коми / Т. В. Есева, Е. Р. Бойко // Материалы XIV Всероссийского конгресса диетологов и нутрициологов «Питание и здоровье». - Москва, 2012. –С.29-30.
4. Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации (МР 2.3.1.24320-08). [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс [Офиц. Сайт]. <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=106639>
5. Рылова, Н. В. Современные тенденции в питании спортсменов / Н.В. Рылова, В. С. Кавелина, А. А. Биктимирова // Спортивная медицина. – 2014. - № 3. – С.38-47.
6. Берк, Л. Принципы питания / Л. Берк, Х. Браун // Спортивная медицина. Справочник для врачей и тренеров. – М.: Человек. 2013. – С.72-81.
7. Спортивная фармакология и диетология. / Под ред. С.А.Олейника, Л.М.Гуниной. – М.: ООО «И.Д.Вильямс», 2008. – С.41-91.
8. Химический состав пищевых продуктов: справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов: в 2-х томах. / Под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 253 с.
9. Химический состав блюд и кулинарных изделий: справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности блюд и кулинарных изделий: в 2-х томах. / Под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1994. – 197 с.

10. Eseva, T. V. Food consumption of skiers of the Komi Republic. / A.Yu. Lyudinina, E.R. Wojko // Abst. International congress, 19-th Biennial Conf. of ISCPES «Nationals' health: systems of lifelong physical education as a foundation of public health». – Moscow, 2014. – С.287-288.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПИТАНИЯ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

Хайчиева Э.В., Касьяненко А.Н.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Ростовский государственный экономический
университет (РИНХ)»*

Россия, Ростов-на-Дону

elinah99@bk.ru; sportakadem@inbox.ru

Аннотация. В статье указана значимость правильного питания юных спортсменов в качестве неотделимой части спортивной подготовки, а также как фактора здорового развития растущего организма. Приведены основные принципы определения пищевого статуса юных спортсменов, отмечены правила и способы режима рационального питания и нутритивной поддержки юных спортсменов. Указана необходимость образовательных программ в сфере здорового сбалансированного питания и употребления спортивного питания.

Ключевые слова: правильное питание, спорт, юные спортсмены

ACTUAL PROBLEMS OF NUTRITION OF YOUNG ATHLETES

Khaychieva E.V., Kasyanenko A. N.

Rostov State University of Economics

Russia, Rostov-on-Don

Annotation. The article indicated the importance of rational nutrition for athletes as an inseparable part of sports training, as well as a factor of healthy development of a growing organism. Described the basic determining methods of athlete's nutritional status. Also the principles and methods of nutrition and nutritional support for children – athletes are highlighted. Indicated the need of various kinds of educational programs about balanced diet and dietary supplements and sports foods.

Key words: rational nutrition, sports, young athletes

Введение. Вопросом «Чем и как кормить юного спортсмена?» задаются очень большое количество родителей, чьи дети занимаются спортом или испытывают

регулярные интенсивные физические нагрузки. Вопросов о детском питании всегда достаточно, однако, в теме рациона юных спортсменов их намного больше. Их пища должна быть высококалорийной всегда или только во время физических нагрузок? Или в ней должно быть больше белка? Сколько пить воды? Какой и когда? И так далее...

Цель исследования. Обнаружение и изучение проблем правильного питания юных спортсменов, анализ основных питательных веществ, необходимых организму и организация контроля сбалансированного питания.

Методы исследования. Анализ научно-методической литературы.

Исследование. Питание юного спортсмена основывается на теориях сбалансированного и разумного питания в соответствии с физиологическими потребностями индивида. При координировании правильного питания юные спортсмены должны следовать определенным правилам:

- Пропорциональность энергетической ценности рациона питания среднесуточным энергозатратам, которые зависят от многих факторов: возраста, пола, характера и интенсивности тренировок;
- Уравновешенность рациона по главным питательным элементам (белкам, жирам, углеводам, витаминам и минеральным солям);
- Подбор соответствующих форм питания (продуктов питания, пищевых веществ и их сочетания), предоставляющих разнообразный курс рационов (белковый, углеводный, их комбинирование) в зависимости от характера тренировок в определенные этапы подготовки спортсменов;
- Распределение рациона в течение суток точно согласованное с направленностью и интенсивностью тренировок и соревнований.

В свою очередь, питание детей в спорте должно удовлетворять потребности юных спортсменов в необходимых питательных веществах и энергии, связанных не только с необходимостью гарантии результативного тренировочного процесса и достижения максимально эффективного результата, но и с поддержкой непрерывного роста и развития ребенка. Правильно организованное питание улучшает и укрепляет здоровье, повышает работоспособность организма, содействует процессам восстановления и приспособления к различным физическим нагрузкам. Достаточная калорийность рациона питания обеспечивает плодотворную работу мышц, предупреждает раннюю усталость.

Разумный водно-солевой режим в период активных физических нагрузок предупреждает потерю за счет потоотделения и повышенного жидкостного режима, микроэлементов, поддерживает нормализованное состояние сердечно-сосудистой системы, нервно-мышечную регуляцию. При регулировании

питьевого режима важно учитывать вид спорта, которым занимается юный спортсмен, а также продолжительность тренировок. Очень важно употребление спортсменами жидкости до, во время и после занятий. При потреблении недостаточного количества жидкости в организме возможны застойные явления, накапливаются продукты обмена веществ.

Приемлемое употребление углеводов обеспечивает интенсивность работы мышечной системы, предупреждает наступление гипогликемии во время занятий, способствует эффективному восстановительному процессу после активной физической деятельности. Соблюдение нормального углеводного баланса в питании спортсменов имеет определенное значение во многих видах спорта. При недостаточном содержании углеводов может возникнуть углеводная недостаточность.

Оптимальный белковый баланс в питании юных спортсменов обеспечивает процессы роста и развития организма. Повышенная частота тренировок, недостаток белков ведет снижению массы тела за счет мышечных белков. Неправильное питание с дефицитом белка ведет к возрастанию риска травм и появлению признаков хронической усталости.

Жиры также имеют очень большую значимость в детском питании. Кроме высокой энергетической ценности, жиры выполняют функцию пластического материала, входят в состав всех клеток и тканей организма, благоприятствуют максимальной трате организмом белков, витаминов, минеральных веществ. Низкое содержанием липидов, в свою очередь, может уменьшать спортивную работоспособность. Кроме того, чрезмерное употребление жиров может снижать уровень тестостерона в крови, тем самым, уменьшая мышечную массу.

Особое значение имеет обеспечение организма ребенка-спортсмена витаминами и микроэлементами. Витамины- это незаменимые пищевые факторы, обладающие выраженной биологической активностью и обеспечивающие реализацию каталитических реакций организма. Дети-спортсмены часто сталкиваются с поливитаминым дефицитом. Минеральные вещества, обеспечивают правильный рост и развитие костного скелета, зубов, мышечной, нервной ткани, принимают непосредственное участие в процессах создания крови, выработке различных, важных для организма ферментов и гормонов. Потребности детей-спортсменов в витаминах и минеральных веществах немного превышают потребности детей, менее активных не занимающихся спортивной деятельностью и физическими нагрузками.

Особенности распорядка физических нагрузок, плотные графики тренировочного процесса и другой активной деятельности, вкусовые предпочтения и весьма избирательный аппетит детей и подростков приводят к нарушениям режима питания и редкому или быстрому приему пищи, что

чревато многим негативным последствиям. Поэтому сейчас возникает необходимость использования, наряду с натуральными продуктами, продуктов с заданными свойствами и биологически активных добавок. Однако научных выводов и доказательств высокой результативности и безопасности для здоровья даже разрешенных для применения в спорте биологически активных веществ недостаточно или они отсутствуют.

Употребление пищевых добавок и спортивного питания среди детей-спортсменов на данный момент довольно широко популяризировано. Но их использование не всегда находится в гармонии с истинными потребностями организма ребенка. Имеют своего потребителя, увы, и запрещенные препараты, которые совместно с такими эффектами как повышение трудоспособности, выносливости, стойкости, объема мышечной массы, уменьшение чувства усталости оказывают и негативные последствия.

К несчастью, степень информирования юных спортсменов о здоровом питании недостаточна для осуществления самопроизвольного контроля баланса нужных веществ в организме. Поэтому в координировании правильного питания юного спортсмена очень значимы организованные усилия непосредственно самого ребенка, который стимулирован не только в получении наилучших спортивных достижений, но и поддержании здоровья, а также помощь приближенного круга лиц: родителей, врача-диетолога и тренера, которые предоставят поддержку в соблюдении правильного питания.

Для координирования правильного питания спортсменов нужно, для начала, проанализировать образ и характер питания спортсмена, дать оценку полному суточному рациону и объему питания, также измерить объем потребляемой в течение дня жидкости, изучить кратность приема пищи, процесса тренировок и распорядок дня. Также не помешает исследование первоначального пищевого состояния индивида. О полноценном и правильном питании могут свидетельствовать здоровое состояние кожи, ногтей, волос, печени.

Выводы

1. Регулирование полноценного здорового сбалансированного питания спортсменов-юниоров является исключительно непростым заданием. Во-первых, представленная категория спортсменов, вследствие своего юного возраста, не имеют возможности в полной мере осмыслить огромное значение полезного, рационального питания, а также дать оценку качеству и значимости употребления определенного продукта. А, во-вторых, плотные графики спортсменов лимитируют возможность нормального восполнения потерянной энергии и нуждемости в питательных веществах.

Библиография

1. Борисова О.О. Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации. — М.: Советский спорт, 2007.
2. Гольберт Н.Д., Дондуковская Р.Р. Питание юных спортсменов. — М.: Советский спорт, 2009.
3. Гольберт Н.Д., Дондуковская Р.Р., Пшендин А.И., Топанова А.А. Основные принципы организации питания в детско-юношеском спорте (методические рекомендации). — СПб.: 2006.
4. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. — М.: Наука, 2006.
5. Рогозкин В.А., Пшендин А.И., Шишина Н.Н. Питание спортсменов. — М.: ФиС, 1989.
6. Руководство по лечебному питанию детей / Под ред. К.С. Ладодо. — М.: Медицина, 2000.
7. Спиричев В.Б., Вржесинская О.А., Коденцова В.М. и др. Обеспеченность витаминами детей среднего школьного возраста, занимающихся плаванием, и ее коррекция // Вопросы детской диетологии. — 2011. — Т. 9, № 4.
8. Харкевич Д.А. Фармакология. — М.:ГЭОТАР-МЕД, 2006.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭРГОГЕННЫХ СРЕДСТВ В СПОРТИВНОМ ПИТАНИИ

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫЕ ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ. ФОКУС НА ОМЕГА-3.

Сергеева К.В., магистрант

Мирошников А.Б., к.б.н., доцент

*Российский государственный университет физической культуры спорта,
молодежи и туризма, Россия Москва*

sergeeva_xenia@mail.ru

Аннотация. Несмотря на наличие серьезной доказательной базы по преимуществам использования препаратов омега-3 полиненасыщенных

жирных кислот для первичной и вторичной профилактики сердечнососудистых заболеваний, в данной обзорной статье приводится значительный ряд исследований с отрицательным результатом. Гипотеза о том, что благодаря противовоспалительному, антиаритмическому, антиагрегантному, мембраностабилизирующему и другим эффектам данных жирных кислот можно обеспечить успешную профилактику сердечнососудистых заболеваний до настоящего времени не получила убедительного подтверждения в рандомизированных исследованиях.

Ключевые слова: Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты, эйкозапентаеновая и докозагексаеновая кислоты, сердечнососудистые заболевания.

A NEW LOOK AT POLYUNSATURATED FATTY ACIDS. FOCUS ON THE OMEGA-3.

Sergeeva K.V.

k.b.s. Miroshnikov A.B.

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism
(GTSOLIFK, Moscow)

Annotation. Despite the presence of serious evidence on the benefits of supplementation of omega-3 polyunsaturated fatty acids for the primary and secondary prevention of cardiovascular disease, the article provides a considerable number of studies with negative results. The hypothesis that the anti-inflammatory, antiarrhythmic, antiplatelet, membrane-stabilizing and other effects of these fatty acids could ensure the successful prevention of cardiovascular disease to date have not received convincing confirmation in randomized trials.

Keywords: Omega-3 polyunsaturated fatty acids, eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids, cardiovascular disease.

Актуальность. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) называют «эликсиром молодости» и панацеей от всех болезней. Считается, что недостаток в пищевом рационе данных жирных кислот может быть причиной многих заболеваний, таких как атеросклероз, ишемическая болезнь сердца (ИБС), артериальная гипертензия, ожирение, депрессии [1]. В своих последних рекомендациях American Heart Association/American College of Cardiology и European Society of Cardiology рекомендуют употребление двух ω -3 жирных

кислот— эйкозапентаеновой и докозагексаеновой — в дозе 1000 мг/день для первичной и вторичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, терапии последствий инфаркта миокарда и предотвращения внезапной сердечной смерти [2]. Но в последнее время появляется все больше исследований, не давших положительного результата и потому механизмы профилактического действия Омега-3 все еще нуждаются в уточнении.

Омега 3 ПНЖК реализуют свое благоприятное влияние на метаболизм с помощью трех основных механизмов: являются предшественниками эйкозаноидов – обширной группы физиологически активных соединений, влияют на структуру и функцию ионных каналов кардиомиоцитов и изменяют липидный состав крови.

Функциональные свойства эйкозаноидов, синтезируемых из омега-3 ПНЖК эйкозапентаеновой (ЭПК) и докозагексаеновой (ДГК) кислот и омега-6 ПНЖК арахидоновой кислот (АК), противоположны. Образуемые из омега-3 ПНЖК эйкозаноиды оказывают вазодилатирующий (простациклин 3), антиагрегационный (тромбоксан 3) и противовоспалительный (лейкотриен 5 серии) эффекты. Синтезируемые из омега-6 ПНЖК простациклин 2 вызывает вазоконстрикцию, тромбоксан 2 активирует процессы агрегации тромбоцитов, а лейкотриен 4 потенцирует процессы воспаления [3].

Длинноцепочечные Омега-3 ЭПК и ДГК синтезируются из незаменимой альфа-линоленовой кислоты, а омега-6 арахидоновая кислота синтезируется из незаменимой линолевой кислоты. Реакции удлинения цепи и образования двойных связей катализируются одними и теми же ферментами – десатуразами и элонгазами. Считается, что накопление длинноцепочечных ЭПК и ДГК в тканях является наиболее эффективным, когда они поступают непосредственно из пищи или пищевых добавок, так как в организме человека и других млекопитающих синтез этих кислот не превышает 3–10% [4]. Исследования показали, что АЛК имеет самый высокий показатель скорости окисления среди всех ненасыщенных жирных кислот. 15-35% альфа-линоленовой кислоты, поступившей с пищей быстро катаболизируется в диоксид углерода для получения энергии [60, 14]. Степень конверсии АЛК в ЭПК и ДГК также низкая: у мужчин она колеблется между 0.3% и 8% соответственно [29], и до 21% и 9% у женщин [14].

В связи с этим возникает ряд вопросов: каким образом получают необходимые им ПНЖК наземные животные, неспособные ловить рыбу? И почему содержание в крови ЭПК и ДГК у вегетарианцев на 20—30 % ниже, чем у «всеядных» людей, однако при этом явно выраженные клинические симптомы недостатка Омега-3 отсутствуют? Можно предположить, что у

вегетарианцев, потребляющих с растительной пищей сравнительно большое количество альфа-линоленовой кислоты – исходного соединения для синтеза длинноцепочечных омега-3 ПНЖК – эти кислоты должны более эффективно синтезироваться и более экономно расходоваться. Действительно, в ряде исследований продолжительностью от нескольких недель до многих месяцев было показано, что увеличение в рационе АЛК от менее, чем 1г до более, чем 18 г приводит к значительному увеличению доли ЭПК, общего содержания ω -3 жирных кислот и к снижению соотношения АК / ЭПК в мембранах тромбоцитов, фосфолипидов и триглицеридов плазмы [39, 13, 17, 41, 19]. Веганы, которые потребляют АЛК, но не ЭПК и ДГК, имеют невысокую, но стабильную концентрацию этих кислот в плазме крови [50]. Хотя не во всех исследованиях происходило соразмерное повышение ДГК [13]. Эти данные позволяют предположить, что люди и животные могут конвертировать значительные количества АЛК в ЭПК и ДГК. При увеличенной потребности в этих кислотах (например, во время беременности) конверсия АЛК в ЭПК и ДГК может повышаться. Существуют убедительные доказательства того, что женские половые гормоны эстрогены повышают активность метаболических путей десатурации и элонгации [14, 49, 22]. Концентрация ДГК в плазме повышается примерно на 33% в период с 16 (170 мкмоль·л⁻¹) до 40 недели (230 мкмоль·л⁻¹) беременности, поскольку концентрация циркулирующих эстрогенов, секретируемых плацентой, значительно повышается [51]. Более высокая степень конверсии АЛК в омега-3 ПНЖК у женщин, по-видимому, также связана с детородной функцией.

Молекулярно-физиологические эффекты омега-3 ПНЖК, включающие противовоспалительный, антиаритмический, антиагрегантный и другие эффекты подтверждаются огромным корпусом биохимических, экспериментальных и клинических исследований [3, 2]. Но в настоящее время также накоплен большой пласт исследований с очень противоречивыми результатами. Исследование DARTstudy [16] было одним из первых рандомизированных исследований. В этом испытании принимали участие 2033 мужчины <70 лет, кто пережил инфаркт миокарда. После 2 лет наблюдения в группе пациентов, которым рекомендовалось увеличение потребления жирной рыбы до 2 раз в неделю, общая смертность снизилась на 29%. Интересно, что при оценке общей смертности после >10 лет наблюдения разница в смертности между группами отсутствовала (ОР: 0.94; 95% ДИ: 0.85, 1.07) [46].

Второе исследование той же группы [15] включало >3000 мужчин <70 лет, находящихся на лечении от стенокардии. После 4-летнего периода наблюдения риск сердечной смерти (ОР: 1,26; 95% ДИ: 1.00, 1.58; p=0,047) и

риск внезапной сердечной смерти (ОР: 1.54; 95% ДИ: 1.06, 2.23, P=0.025) был выше среди пациентов употреблявших 2 порции жирной рыбы в неделю.

В исследовании Alpha Omega [36], случайным образом были отобраны 4837 пациентов, от 60 до 80 лет, перенесших инфаркт миокарда и находящихся на лечении. Применение небольших доз ЭПК+ДГК (дозировка 400 мг) и АЛК (2г) для профилактики вторичного инфаркта не снижало частоту основных сердечнососудистых событий.

В исследовании Omega [54] 3,851 пациентов, имеющих в анамнезе острый инфаркт миокарда (за последние 3 -14 дней) были рандомизированы на 2 группы. 1-ая группа получала Омега-3 в дозировке 1 г/сут в дополнение к стандартному лечению. Вторая группа – только стандартное лечение. Результаты показали отсутствие статистически значимой разницы в показателях частоты внезапной смерти (1.5% против 1.5%, p=0.84), общей смертности (4.6% против 3.7%, p=0.18) между группой интервенции и контрольной группой.

В исследовании JELIS [62], включившее более 18 500 пациентов с гиперхолестеринемией, где сравнивалось потребление 1,8 г этил-ЭПК в дополнение к статинам и лечение только статинами, было показано статистически значимое снижение количества сердечнососудистых событий на 19 % по сравнению с плацебо. Но конечный результат был обеспечен почти исключительно за счет наличия нестабильной стенокардии, без разницы при инфаркте миокарда, внезапной смерти, сердечнососудистой или общей смертности в ходе наблюдения со средней продолжительностью 4.6 года.

В недавнем исследовании случай-контроль [33], где тестировалась гипотеза о том, что высокая концентрация насыщенных жирных кислот и низкая полиненасыщенных жирных кислот в плазме ассоциирована с высоким риском ИБС, не было обнаружено связи между количеством ЭПК+ДГК и риском ИБС.

Результаты мета-анализа 24 клинических исследований [25] со средней дозировкой Омега-3 2,4 г/сут и продолжительностью лечения 24 недели показало, что в группе пациентов, которые принимали омега-3 ПНЖК, уровень триглицеридов снизился на 7%, фибриногена – на 10%, коллагена – на 21%, уровень ЛПВП увеличился на 3% по сравнению с плацебо. Уровень гликемии, инсулинемии, биомаркеров воспаления на фоне приема ω -3 ПНЖК существенно не изменились. Следует отметить, что уровень снижения артериального давления (как САД, так и ДАД) при добавлении ω -3 ПНЖК оказался достоверно не значимым (САД: -0,78 мм. рт. ст., p=0,44; ДАД: -0,79 мм. рт. ст., p=0,18).

Результаты мета-анализа [56], включавшего 20 рандомизированных контролируемых исследования (68,680 пациентов), показали, что Омега-3-ПНЖК не снижали риска смертности от всех причин, сердечнососудистой смертности, внезапной смерти, инфаркта и инсульта.

В систематическом обзоре [27], где анализировалось 48 рандомизированных контролируемых испытаний и 41 когортное исследование, объединенные оценки не дали убедительных доказательств по снижению риска общей смертности (ОР: 0.87, 95% ДИ: 0,73-1.03) или сердечнососудистых событий (ОР: 0.95, 0.82-1,12) у пациентов, дополнительно принимавших омега-3 ПНЖК.

Второй механизм действия Омега-3 ПНЖК связан с их способностью встраиваться в мембраны клеток миокарда вблизи трансмембранных ионных каналов или действовать непосредственно в неэстерифицированной форме [38]. ω -3 ПНЖК могут ингибировать вольтаж-зависимые натриевые каналы [31], кальциевые каналы L-типа [52], калиевые каналы, уменьшая поток ионов калия из клетки наружу [5]. В итоге, взаимодействуя с трансмембранными каналами для натрия, калия и кальция удлиняется неактивная фаза этих каналов и действие ω -3 ПНЖК реализуется в виде удлинения абсолютного рефрактерного периода и повышения величины электрического стимула, который требуется, чтобы генерировать активный потенциал примерно на 50 % [4, 32], что приводит к снижению частоты сердечных сокращений и устранению нарушений ритма работы сердца. На сегодняшний день получены доказательства антиаритмического действия омега-3, предотвращения или уменьшения проявлений фибрилляции предсердий (ФП) [10, 48, 45, 18].

Для выяснения эффективности использования ω -3 ПНЖК у больных с высоким риском желудочковых аритмий и уже имплантированным кардиовертер-дефибрилятором (ИКД) проведены 3 плацебо-контролируемых исследования, которые дали противоречивые результаты [37, 53, 12]. В качестве конечной точки оценивалось суммарное число случаев смерти от всех причин и частоты возникновения, желудочковых тахиаритмий либо времени до первого срабатывания ИКД. В исследовании A. Leaf и соавт. [37] выявлено снижение частоты развития конечной точки на 28% ($p=0,057$), которое не достигло статистической значимости. В исследовании M. Raitt и соавт. [53] у пациентов, получавших ω -3 ПНЖК, время до первого срабатывания ИКД было укорочено по сравнению с таковым в группе плацебо, а в подгруппе пациентов с желудочковой тахикардией частота возникновения этой аритмии достоверно увеличилась. Наиболее крупным исследованием с участием 546 пациентов явилось SOFA [12], в котором хотя и выявлены некоторые преимущества приема ω -3 ПНЖК, но отличия от контрольной группы были недостоверными.

Недавние рандомизированные исследования также не выявили пользы применения Омега-3 в качестве средства противорецидивной терапии ФП. Р. Kowey и соавт. [34] назначали испытуемым спароксизмальной ФП (n=542) и персистирующей ФП (n=121) Омега-3 ПНЖК в дозировке 8г/день на протяжении первых 7 дней и по 4 г/день на протяжении последующих 24 недель. В ходе наблюдения даже отмечалась более частая тенденция к рецидивированию пароксизмальной (на 15 %, $p = 0,26$) и персистирующей (на 64%, $p = 0,09$) ФП, несмотря на значительно более высокие концентрации ЭПК и ДГК в крови.

204 пациентов с персистирующей ФП были рандомизированы для приема 3г/сутки Омега-3 ПНЖК до электрической кардиоверсии и 2г/сутки на протяжении последующих 6 месяцев. Рецидив ФП наблюдался в 58.9 % в группе принимавших Омега-3 и в 51.1 % случаев в группе плацебо ($p=0.28$) [9].

В исследовании FORWARD [40] оценивалась эффективность 12-месячной терапии ω -3-ПНЖК в дозе 1 г/сут в профилактике рецидивов аритмии у 586 пациентов с пароксизмальной или персистирующей ФП. Результат оказался отрицательным, профилактика рецидива ФП достигнута не была.

Целью исследования OPERA [44] было изучение эффективности периоперационного применения ω -3-ПНЖК в профилактике ФП у 1516 пациентов, которым проводились операции на сердце. Риск развития постоперационной ФП также снижен не был.

337 пациентов с симптоматической пароксизмальной или персистирующей ФП были рандомизированы для приема высоких доз рыбьего жира (4 г/сут) или плацебо и наблюдались в среднем на протяжении 271 ± 129 дней. Первичной конечной точкой было время до первого симптоматического или бессимптомного рецидива ФП длительностью >30 сек. Первичная конечная точка произошла в 64.1% в группе пациентов принимавших рыбий жир и в 63,2% случаев среди пациентов в группе плацебо [47].

Другие эпидемиологические исследования не подтвердили снижение риска развития ФП на фоне увеличения потребления ω -3 ПНЖК [8, 11, 20, 21, 26, 57]. Недавний мета-анализ [43], включавший 16 исследований показал, что применение омега-3 не оказывает влияние на рецидив ФП (ОР: 0.95; 95 % ДИ: 0.79-1.13) и показал отсутствие статистических различий в общей смертности (ОР: 0.85; 95 % ДИ: 0,26-2.77).

Третий механизм действия омега-3ПНЖК заключается в уменьшении уровня триглицеридов (ТГ), холестерина липопротеинов низкой плотности (ХС ЛПНП) и холестерина липопротеинов очень низкой плотности (ХС ЛПОНП) и возрастании количества липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) в плазме крови [24].

Хотя в крупномасштабных исследованиях, таких как GISSI-P (1999) и GISSI-HF (2008) при доказанном положительном эффекте омега-3 не было зарегистрировано значимого снижения содержания триглицеридов в сыворотке крови, а влияние ω -3 ПНЖК на общий уровень холестерина и ЛПВП практически не выражено [61], а также в некоторых исследованиях сравнительно низкое потребление ДГК из водорослей, по 0.8 г/сут даже показало увеличение ЛПНП-холестерина и аполипопротеина В у испытуемых с нормолипидемией [59, 7], общего холестерина крови и ЛПНП являются малоинформативными показателями риска сердечнососудистых заболеваний [30]. Половина всех инфарктов и инсультов происходят у практически здоровых мужчин и женщин с уровнем общего холестерина и ЛПНП на уровне или даже ниже нормы, рекомендуемой на сегодняшний день [23, 55]. Многочисленные исследования показывают, что холестерин из пищи напрямую не связан с атеросклерозом и потребление холестерина и насыщенных жирных кислот не связано с повышенным риском развития ИБС, инсультом или сердечно-сосудистыми заболеваниями [42, 58, 28]. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что, большую угрозу создают мелкие плотные ЛПНП, которые имеют низкое сродство к рецепторам ЛПНП (длительное время в циркуляции), подвергаются окислению, связываются плотнее с протеогликанами артериальной стенки и легче проникают в нее, т.е. являются более атерогенными, чем обычные ЛПНП [35]. Липопротеин (а), являясь носителем провоспалительных окисленных фосфолипидов также играет более существенную роль в прогрессировании атеросклероза [6].

Выводы

1. ЭПК и ДГК Омега 3 ПНЖК могут быть эндогенно синтезированные из а-линоленовой кислоты и после исключения продуктов животного происхождения могут поддерживаться на относительно стабильном уровне;

2. Хотя существуют данные о положительном влиянии потребления рыбы или Омега-3 ПНЖК на снижение риска сердечнососудистых заболеваний, имеется и большой ряд исследований, которые не показали положительных эффектов данных жирных кислот;

3. Обзор литературных источников показал, что на данный момент отсутствуют убедительные научные работы, которые соответствуют правилам хорошо контролируемых рандомизированных исследований (РКИ),

доказывающие, что коррекция уровня триглицеридов и холестерина ЛПНП и ЛПОНП снижает риск развития ИБС или атеросклероза.

Библиография

1. Гаврисюк В.К. Применение омега-3-полиненасыщенных жирных кислот в медицине / В.К. Гаврисюк // Украинский пульмонологический журнал. – 2001. – № 3. – С. 5–10.
2. Говорин А.В. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты в лечении больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями / А.В. Говорин, А.П. Филёв // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2012. - N 1 (8). - С. 95-102.
3. Драпкина О.М. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты и возраст-ассоциированные заболевания: реалии и перспективы / О.М. Драпкина, Р.Н.Шепель // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2015. - N 3 (11). – С. 309-316.
4. Рождественский Д.А. Клиническая фармакология омега-3 полиненасыщенных жирных кислот / Д.А. Рождественский, В.А. Бокий // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. -2014. -N 3 (9). – С. 121-134.
5. Barharin J., Attali B. et al. External blockade of the major cardiac delayed rectifier K⁺ channel (Kv1.5) by polyunsaturated fatty acids // Proc Natl Acad Sci USA. 1994; 91:1937–44.
6. Bergmark C., Dewan A. et al. A novel function of lipoprotein [a] as a preferential carrier of oxidized phospholipids in human plasma // Journal of Lipid Research. 2008; 49:2230-39.
7. Bernstein A.M., Ding E.L. A meta-analysis shows that docosahexaenoic acid from algal oil reduces serum triglycerides and increases HDL-cholesterol and LDL-cholesterol in persons without coronary heart disease // J Nutr. 2012; 142:99–104.
8. Berry J., Passman R., et al. Fish and omega-3 fatty acid intake and incident atrial fibrillation: the Women's Health Initiative // Heart Rhythm. 2008; 5 (Suppl), S22 (Abstract).
9. Bianconi L., Calò L., et al. n-3 polyunsaturated fatty acids for the prevention of arrhythmia recurrence after electrical cardioversion of chronic persistent atrial fibrillation: a randomized, double-blind, multicentre study // Europace. 2011; 13:174–181.
10. Billman G.E., Hallaq H., Leaf A. Prevention of ischemia induced ventricular fibrillation by ω 3 fatty acids // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 1994.
11. Brouwer I., Heeringa J. et al. Intake of very long-chain ω -3 fatty acids from fish and incidence of atrial fibrillation. The Rotterdam study // Am. Heart J. 2006; 151:857–862.
12. Brower I.A., Zock P.L., Camm A.J. et al. Effect of fish oil on ventricular tachyarrhythmia and death in patients with implantable cardioverter defibrillators:

- the Study on Omega-3 Fatty Acids and Ventricular Arrhythmia (SOFA) randomized trial // JAMA. 2006; 295:2613–19.*
13. Burdge G.C., Calder P.C. Conversion of α -linolenic acid to longer-chain polyunsaturated fatty acids in human adults // *Reproduction Nutrition Development. 2005; 45:581–597.*
 14. Burdge G.C., Wootton S.A. Conversion of alpha-linolenic acid to eicosapentaenoic, docosapentaenoic and docosahexaenoic acids in young women // *Br J Nutr. 2002; 88:411–21.*
 15. Burr M.L., Ashfield-Watt P.A., et al. Lack of benefit of dietary advice to men with angina: results of a controlled trial // *Eur J Clin Nutr. 2003; 57:193–200.*
 16. Burr M., Fehily A.M., Gilbert J.F. et al. Effects of changes in fat, fish and fibre intakes on death and myocardial reinfarction: Diet And Reinfarction Trial (DART) // *Lancet. 1989; 2:757–761.*
 17. Chan J.K., McDonald B.E., et al. Effect of dietary α -linolenic acid and its ratio to linoleic acid on platelet and plasma fatty acids and thrombogenesis // *Lipids. 1993; 28:811–7.*
 18. Crystal E., Garfinkle M.S., Conolly S.S. et al. *Interventions for preventing post-operative atrial fibrillation in patients undergoing heart surgery. Cochrane Database Syst Rev. 2004;4:CD003611.*
 19. Cunnane S.C., Hamadeh M.J., Leide A.C., et al. Nutritional attributes of traditional flaxseed in healthy young adults // *Am J Clin Nutr. 1995; 61:62–8.*
 20. Farquharson A.L., Metcalf R.G., Sanders P., et al. Effect of dietary fish oil on atrial fibrillation after cardiac surgery // *Am J Cardiol. 2011; 108:851–6.*
 21. Frost L., Vestergaard P. ω -3 Fatty acids consumed from fish and risk of atrial fibrillation or flutter: the Danish diet, cancer, and health study // *Am. J. Clin. Nutr. 2005; 81:50–54.*
 22. Giltay E.J., Gooren L.J., et al. Docosahexaenoic acid concentrations are higher in women than in men because of estrogenic effects // *Am J Clin Nutr. 2004; 80:1167–1174.*
 23. Ginsburg G.S., Safran C., Pasternak R.C. Frequency of low serum high-density lipoprotein cholesterol levels in hospitalized patients with “desirable” total cholesterol levels // *American Journal of Cardiology. 1991; 68:187-192.*
 24. Harris W.S. ω -3 fatty acids and serum lipoproteins: human studies // *Am J Clin Nutr. 1997; 65(5 Suppl.):1645-54.*
 25. Hartweg J., Farmer A., et al. Potential Impact of omega-3 treatment on cardiovascular disease in type 2 diabetes // *Curr Opin Lipidol. 2009; 20:30-8.*
 26. Heidarsdottir R., Arnar D.O., Skuladottir G.V., et al. Does treatment with n-3 polyunsaturated fatty acids prevent atrial fibrillation after open heart surgery? // *Europace. 2010; 12:356–63.*
 27. Hooper L., Thompson R.L. Risks and benefits of omega 3 fats for mortality, cardiovascular disease, and cancer: systematic review // *BMJ. 2006; 332:752–60.*

28. Howard B.V., Van Horn L., et al. Low fat dietary pattern and risk of cardiovascular disease: The Women's Health Initiative Randomized Controlled Dietary Modification Trial // *J Am Med Assoc.* 2006.
29. Hussein N., Ah-Sing E. et al. Long-chain conversion of [¹³C] linoleic acid and alpha-linolenic acid in response to marked changes in their dietary intake in men // *J Lipid Res.* 2005; 46:269–80.
30. IOM. Evaluation of biomarkers and surrogate endpoints in chronic disease. Institute of medicine. Washington, DC, USA: The National Academic Press. 2010.
31. Kang J X, Leaf A. Evidence that free polyunsaturated fatty acids modify Na⁺ channels by directly binding of the channel proteins // *Proc Natl Acad Sci USA.* 1996; 93:3542–46.
32. Kang J.X., Leaf A. Prevention of fatal cardiac arrhythmias by polyunsaturated fatty acids // *J Am Clin Nutr.* 2000; 71:202–07.
33. Khaw K.T., Friesen M.D., Riboli E. Plasma phospholipid fatty acid concentration and incident coronary heart disease in men and women: the EPIC-Norfolk prospective study // *PLoS Med.* 2012; 9:e1001255.
34. Kowey P., Reiffel J., Ellenbogen K. et al. Efficacy and safety of prescription omega-3 fatty acids for the prevention of recurrent symptomatic atrial fibrillation: a randomized controlled trial // *J. A. M. A.* 2010; 304:2363–72.
35. Krauss R.M., Burke D.J. Identification of multiple subclasses of plasma low density lipoproteins in normal humans // *Journal of Lipid Research.* 1982; 23:97-104.
36. Kromhout D., Giltay E.J., Geleijnse J.M. Alpha Omega Trial Group. N–3 fatty acids and cardiovascular events after myocardial infarction // *N Engl J Med.* 2010 Nov 18;363(21):2015-2026. Epub 2010 Aug
37. Leaf A., Albert C.M., Josephson M., et al. Prevention of fatal arrhythmias in high-risk subjects by fish oil n–3 fatty acid intake // *Circulation.* 2005; 112:2762–8.
38. Leaf A., Kang J.X., et al. *Clinical prevention of sudden cardiac death by n-3 polyunsaturated fatty acids and mechanism of prevention of arrhythmias by n-3 fish oils // Circulation.* 2003; 107:2646-52.
39. Li D., Sinclair A., Wilson A., et al. Effect of dietary α -linolenic acid on thrombotic risk factors in vegetarian men // *Am J Clin Nutr.* 1999; 69:872–82.
40. Macchia A., Grancelli H., Varini S., Nul D., Laffaye N., et al; GESICA Investigators. Omega-3 fatty acids for the prevention of recurrent symptomatic atrial fibrillation: results of the FORWARD (Randomized Trial to Assess Efficacy of PUFA for the Maintenance of Sinus Rhythm in Persistent Atrial Fibrillation) trial // *J Am Coll Cardiol.* – 2013; 61:463-8.
41. Mantzioris E., James M.J., et al. Dietary substitution with an α -linolenic acid-rich vegetable oil increases eicosapentaenoic acid concentrations in tissue // *Am J Clin Nutr.* 1994; 59:1304–9.
42. Margetts B.M., Beilin L.I., Armstrong B.K., et al. Blood pressure and dietary polyunsaturated and saturated fats. A controlled trial // *Clin Sci.* 1985; 69:165-75.

43. Mariani J., Doval H.C., Nul D., et al. N-3 polyunsaturated fatty acids to prevent atrial fibrillation: updated systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials // *J Am Heart Assoc.* 2013; 2:e005033.
44. Mozaffarian D., Marchioli R., Macchia A., et al. for the OPERA Investigators. Fish oil and postoperative atrial fibrillation: the omega-3 fatty acids for prevention of postoperative atrial fibrillation (OPERA) randomized trial // *JAMA.* 2012; 308:2001–11.
45. Mozaffarian D., Psaty B., Rimm E. et al. Fish intake and risk of incident atrial fibrillation // *Circulation.* 2004; 110:368–373.
46. Ness A.R., Hughes J., Elwood P.C., The long-term effect of dietary advice in men with coronary disease: follow-up of the Diet and Reinfarction Trial (DART) // *Eur J Clin Nutr.* 2002; 56:512–8.
47. Nigam A., Talajic M., Roy D., et al. for the AFFORD Investigators. Fish Oil for the reduction of Atrial Fibrillation Recurrence, Inflammation and Oxidative Stress // *J Am Coll Cardiol.* 2014; 64:1441–8.
48. Nodari S., Triggiani M., Campia U. et al. ω -3 polyunsaturated fatty acids in the prevention of atrial fibrillation recurrences after electrical cardioversion: a prospective randomized study // *Circulation.* 2011; 124:1100-06.
49. Ottosson U.B., Lagrelius A., et al. Relative fatty acids composition of lecithin during postmenopausal replacement therapy – a comparison between ethinyl estradiol and estradiol valerate // *Gynecol Obstet Invest.* 1984; 18:296–302.
50. Phinney S.D., Odin R.S., Johnson S.B., Holman R.T. Reduced arachidonate in serum phospholipids and cholesteryl esters associated with vegetarian diets in humans // *Am J Clin Nutr.* 1990; 51:385–92.
51. Postle A.D., Burdge G.C., Hornstra G. The composition of individual molecular species of plasma phosphatidylcholine in human pregnancy // *Early Human Dev.* 1995; 43:47–58.
52. Pound E.M., Kang J.X., Leaf A. Partitioning of polyunsaturated fatty acids, which prevent cardiac arrhythmias, into phospholipid cell membrane // *J Lipid Res.* 2001; 42:46–351.
53. Raitt M.H., Connor W.E., Morris C., et al. Fish oil supplementation and risk of ventricular tachycardia and ventricular fibrillation in patients with implantable defibrillators: a randomized controlled trial // *JAMA.* 2005; 293:2884–91.
54. Rauch B., Schiele R., Schneider S., Diller F. OMEGA Study Group. OMEGA, a randomized, placebo-controlled trial to test the effect of highly purified omega-3 fatty acids on top of modern guideline-adjusted therapy after myocardial infarction // *Circulation.* 2010; 122:2152–9.
55. Ridker P. M., Danielson E., Fonseca F. A. H., et al. Rosuvastatin to Prevent Vascular Events in Men and Women with Elevated C-Reactive Protein // *New England Journal of Medicine.* 2008; 359:2195-2207.
56. Rizos E.C., Ntzani E.E., Bika E., et al. Association between omega-3 fatty acid supplementation and risk of major cardiovascular disease events: a systematic review and meta-analysis // *JAMA.* 2012 Sep 12;308(10):1024-1033.

57. Sandesara C.M., Chung M., Van Wagoner D., et al., on behalf of the FISH Trial Investigators. A randomized, placebo-controlled trial of omega-3 fatty acids for inhibition of supraventricular arrhythmias after cardiac surgery: the FISH trial // *J Am Heart Assoc.* 2012;1:e000547.
58. Siri-Tarino P.W., Sun Q., et al. Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease // *American Journal of clinical nutrition.* 2010; 91:535-546.
59. Theobald H.E., Chowienzyk P.J. LDL cholesterol-raising effect of low-dose docosahexaenoic acid in middle-aged men and women // *Am J Clin Nutr.* 2004; 79:558–63.
60. Vermunt S.H., Mensink R.P., et al. Effects of dietary alpha-linolenic acid on the conversion and oxidation of ¹³C-alpha-linolenic acid // *Lipids.* 2000; 35:137–42.
61. Von Schacky C. A review of omega-3 ethyl esters for cardiovascular prevention and treatment of increased blood triglyceride levels // *Vase Health and Risk Management,* 3, in press.
62. Yokoyama M., Origasa H., Matsuzaki M., Matsuzawa Y. Effects of eicosapentaenoic acid on major coronary events in hypercholesterolaemic patients (JELIS): a randomised open-label, blinded endpoint analysis // *Lancet.* 2007; 369:1090–8.

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ И СОХРАНЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ СПОРТСМЕНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА И РЯДА РЕПРОДУКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ВОЛЕЙБОЛИСТОК

Бугаевский К.А., к. м. н., доцент

Классический приватный университет, Институт здоровья, спорта и туризма, Украина, г. Запорожье

apostol_luka@ukr.net

Аннотация. В статье приведены данные исследования, касающиеся особенностей ряда репродуктивных показателей и менструального цикла у девушек-волейболисток. Приведён анализ полученных данных, представлены практические выводы.

Ключевые слова: спортсменки, волейбол, менструальный цикл, половое созревание, репродуктивные показатели

INVESTIGATION OF SOME MENSTRUAL CYCLE AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN FEMALE SPORTSMENS

VOLLEYBALL PLAYING

PhD, Associate Professor Bugaevskiy K.A.

*Classic Private University, Institute of Health, Sport and Tourism, Ukraine,
Zaporozhye*

Annotation. The article presents data from a study on the features of a number of indicators of reproductive and menstrual cycle-volleyball girls. The above analysis of the data, presented practical conclusions.

Keywords: female athletes, bony pelvis, volleyball, anthropometry, somatotypes, pelviometriya, morphological indices

Актуальность. На сегодняшний день вопросы адекватности физических нагрузок, возраст начала занятий спортом и их связь с репродуктивной патологией, есть весьма актуальными. Уже много десятилетий не утихает спор, в котором так и не найдено однозначного ответа в вопросе влияния спорта и нагрузок на характер менструального цикла. Также данные ряда авторов (М.А. Чачина и соавт., 2014; Н.Я. Прокопьев, А.В. Ярыгина, 2014), основанные на особенностях менструального цикла спортсменок и их анкетировании, разноречивы в оценке уровня работоспособности спортсменок в разные фазы менструального цикла. Особенности знаний о этапах полового созревания и менструальной функции волейболисток могут помочь повысить не только уровень их спортивного мастерства, но и сохранить их соматическое и репродуктивное здоровье [2, 5, 6].

Цель исследования. Выявить и проанализировать данные исследования ряда репродуктивных значений и менструального цикла у волейболисток.

Методы исследования. Для проведения исследования нами были использованы такие методы, как изучение доступных литературных данных и других источников информации, посвящённых предмету проводимого исследования, а также данные анамнеза, анкетирование, метод индексов, определение этапности полового созревания по Дж. Таннеру и У. Маршаллу, метод математической статистики. В проводимом исследовании, по определению особенностей менструального цикла и этапности полового созревания у девушек-волейболисток, приняло участие 11 спортсменок (n=11) юношеского и первого зрелого (репродуктивного) возраста. Исследование проводилось на базе тренировочного комплекса Запорожского Национального Университета (ЗНУ). Для получения ряда данных, связанных со становлением и течением менструального цикла и этапов полового созревания, нами специально была создана авторская анкета, вопросы которой целенаправленно отражали эти индивидуальные особенности у спортсменок.

Результаты исследования. Из числа спортсменок, принявших участие в исследовании, уровень спортивной квалификации был представлен следующим образом: мастер спорта (МС) – 1, кандидат в мастера спорта (КМС) – 6, I спортивный разряд – 4 спортсменки. Стаж занятий волейболом составил от 7 до 11 лет. Возраст начала занятий спортом в группе – от 4 лет до 7-10 лет. Средний возраст спортсменок в группе (n=11) составил $20,85 \pm 2,03$ лет.

При проведении антропометрического исследования были получены следующие результаты: средние значения массы и длины тела составили, соответственно: $65,27 \pm 2,02$ кг и $178,91 \pm 2,03$ см ($p < 0,05$). При этом, минимальная масса тела составила 54 кг, максимальная 75 кг, длина тела: минимальная – 172 см (рост выше среднего) [3], максимальная – 185 см (очень высокий рост) [3]. В соответствии с существующей рубрикацией длины тела значение данного показателя в группе соответствует высокому росту (для женщин – от 174 до 179 см) [3]. Массо-ростовые соотношения определялись посредством вычисления индекса массы тела (ИМТ). Среднее значение ИМТ во всей группе составило $20,09 \pm 0,47$ кг/см² ($p < 0,05$), что соответствует нормальным показателям [3]. Но, при более детальном рассмотрении установлено, что у одной спортсменки (9,09%) ИМТ составил 17,14 кг/см² ($p < 0,05$), что соответствует дефициту массы тела [3].

При проведении исследования были изучены и проанализированы этапы их полового созревания. Были получены следующие результаты: нормальная этапность полового созревания достоверно определена у 6 (54,55%) спортсменок, раннее наступление пубархе – у 2 (18,18%) и раннее наступление менархе у 4 (36,36%) девушек-волейболисток.

Здесь мы видим различные, зачастую комбинированные виды нарушений этапности полового созревания, которые в более взрослом возрасте спортсменок выразились в разных видах нарушений становления и протекания их менструального цикла (далее МЦ). Полученные результаты дали информацию о том, что в исследуемой группе у 5 (45,46%) девушек имели место разные варианты нарушений этапов полового созревания.

Рассматривая данные, касающиеся особенностей МЦ и вариантов его нарушений, исходя из полученных в результате анкетирования и сбора анамнеза данных, нам удалось получить следующую информацию (рис. 1):

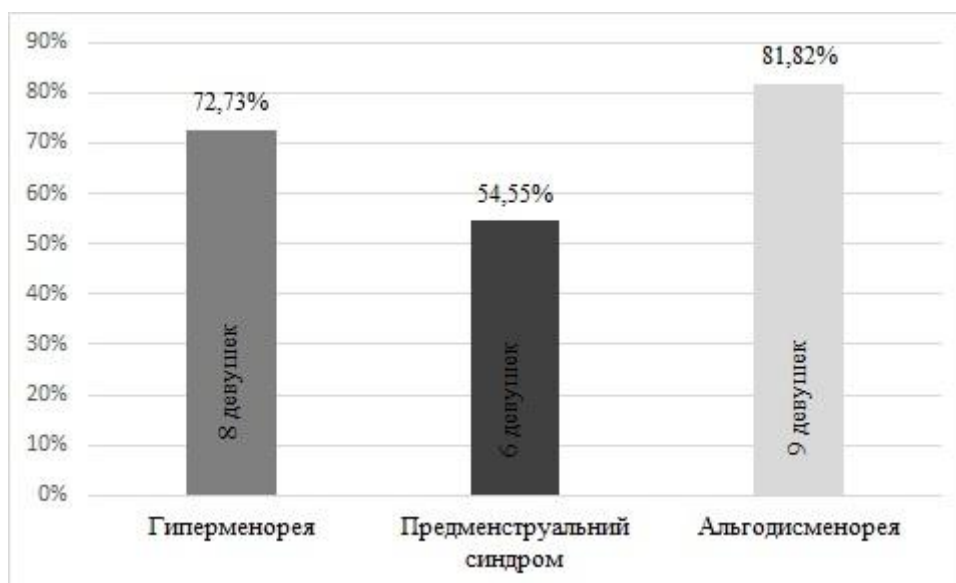


Рис. 1. Варианты нарушений менструального цикла в группе

Время наступления менархе в группе составило $12,26 \pm 0,63$ лет. Это чуть ниже среднего показателя наступления менархе у девушек на Украине, составляющее $12,52 \pm 0,52$ лет ($p < 0,05$) [1, 4-6]. При этом, у 3 (27,27%) спортсменки менархе наступило в 11 лет, у 4 (36,36%), и у 4 (36,36%) – с 13 до 14 лет, что также укладывается в показатели, которые с одной стороны больше средне-нормативных, а с другой стороны соответствуют нормативным физиологическим значениям для менархе [1, 4-6]. Продолжительность МЦ во всей группе составила $27,14 \pm 0,53$ дня ($p < 0,05$), что соответствует общепринятой международной норме в 21-35 дней ($p < 0,05$) [6,8,9]. Но, при этом, у 5 (45,46%) спортсменок нестабильный МЦ, а у 8 (72,73%) – «плавающее» количество дней менструального кровотечения (МК) от 3-5 до 5-7 дней. Длительность МК в группе составила $5,21 \pm 0,24$ дня, что соответствует физиологической норме от 3 до 7 дней [6,8,10]. Также обращает на себя внимание тот факт, что 8 из 11 девушек-спортсменок, или 72,73%, отмечают обильные менструальные выделения, у 6 (54,55%) – выраженный предменструальный синдром (ПМС) с разнообразными вегетативными проявлениями, у 9 (81,82%) выражены явления альгодисменореи [1, 4-6].

Данные анкетирования об учёте индивидуальных особенностей МЦ в тренировочно-соревновательном процессе даёт информацию о том, что 7 (63,64%) девушек-волейболисток учитывают особенности своего МЦ и контролируют его с помощью врача-гинеколога, спортивного врача и тренера, а 4 (36,36%) не уделяют данному вопросу должного внимания. При этом, 5 (45,46%) девушек отмечают снижение работоспособности и результативности тренировок в предменструальном и менструальном периодах, 3 (27,27%) – не

отмечают изменений в этот период, и 3 (27,27%) спортсменки отмечают увеличение спортивных результатов и работоспособности в данный отрезок МЦ. Все спортсменки считают частоту тренировок (до 5-6 раз в неделю), суммарный объем и интенсивность физических нагрузок приемлемыми для них и не видят в интенсивности тренировочного процесса проблемы, связанной с имеющимися у них различными, зачастую сочетанными нарушениями менструального цикла. В соответствии с анализом приведенных выше полученных материалов исследования можно сделать следующие выводы

Выводы

1. В исследуемой группе выявлены нарушения менструального цикла, при которых у 72,73% имеются обильные менструальные выделения, у 54,55% – выраженный предменструальный синдром с разнообразными вегетативными проявлениями, у 81,82% выражены явления альгодисменореи.

2. В последовательности этапов полового созревания у девушек-волейболисток в 45,46% случаев выявлены нарушения порядка их этапности.

Библиография

1. Бугаевский, К.А. Особенности менструального цикла у студенток специальной медицинской группы [Текст]. Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2015. №1. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-menstrualnogo-tsikla-u-studentok-spetsialnoy-meditsinskoj-gruppy> (дата обращения: 28.01.2017).

2. Возрастные особенности физического развития и физической подготовки юных волейболисток. Методическое руководство [Текст] / Фомин Е.В., Силаева Л.В., Булыкина Л.В., Белова Н.Ю. – 2013. Выпуск № 17. – 132 с.

3. Никитюк, Д.Б. Индекс массы тела и другие антропометрические показатели физического статуса с учетом возраста и индивидуально-типологических особенностей конституции женщин [Текст] / Д.Б. Никитюк, В.Н. Николенко, С.В. Ключкова [и др.]. Вопросы питания. – 2015. – № 4. – С. 47–54.

4. Осіпов, В. До питання впливу інтенсивних фізичних навантажень на менструальну функцію спортсменок [Текст] / В. Осіпов. Теорія та методика фізичного виховання. – 2012. – № 5. – С. 42–45.

5. Прокопьев, Н.Я. Динамика физической подготовленности девушек 15-18 лет, занимающихся волейболом, в первый день менструального цикла [Текст] / Н.Я. Прокопьев, А.В. Ярыгина. Вестник Шадринского государственного педагогического института. – Шадринск: ШГПИ, 2014. – № 2 (22). – С. 135–142.

6. Wodarska, M. Menstrual cycle disorders in female volleyball players [Text] / M. Wodarska, J. Witkoś, A. Droszol-Cop and al. J. Obstet. Gynaecol. – 2013. – № 33 (5). – P. 484-8.

ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА К СОРЕВНОВАНИЯМ ЖЕНЩИН РАЗНОГО СОМАТИПА ЗАНИМАЮЩИХСЯ В КАТЕГОРИИ ФИТНЕС-БИКИНИ

Жигур В.Ш., магистрант

Тамбовцева Р.В., д.б.н., профессор

*Российский государственный университет физической культуры спорта,
молодежи и туризма, Россия, Москва*

zhigur.venera@yandex.ru; ritta7@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена выявлению и описанию психологической готовности к соревнованиям женщин разного соматотипа занимающихся фитнесом в категории фитнес-бикини. Рассмотрены особенности влияния занятий фитнесом на психологическое состояние женщин различных конституций, а также их мотивацию к занятиям в категории фитнес-бикини. Приведены результаты исследования психологического состояния женщин до и после апробации разработанной экспериментальной методики физической и психологической подготовки женщин. Приведены рекомендации для тренеров по снижению эмоционального напряжения у женщин категории фитнес-бикини при подготовке к соревнованиям.

Ключевые слова: категория фитнес бикини, соматотип, конституция тела, психологическая готовность, мотивация, эмоциональное напряжение.

PSYCHOLOGICAL PREPARATION FOR COMPETITIONS OF DIFFERENT SOMATOTYPE WOMEN ENGAGED IN FITNESS BIKINI CATEGORY

Annotation. The article is devoted to the identification and description of psychological readiness for a competition of different somatotype women involved in category fitness bikini. The features of the impact of fitness on the psychological state of women of different constitutions, as well as their motivation to employment in the category of fitness bikini are considered. The results of the study of the psychological state of women before and after testing of the developed experimental methods of physical and psychological preparation of women are shown. The recommendations for trainers to reduce emotional women stress in category fitness bikini during preparing for competitions are given.

Keywords: category fitness bikini, somatotype, body constitution, psychological readiness, motivation, emotional stress.

Введение. Женский культуризм не пользовался успехом у зрителей достаточно длительное время. В первую очередь это было связано с чрезмерным использованием анаболиков, что лишало фигуру спортсменок женственности. Так продолжалось вплоть до 2010 года, ведь именно тогда была создана новая номинация — фитнес-бикини. С этого момента большинство девушек предпочитают состязаться именно в этой номинации.

Сегодня количество занимающихся по программе фитнес бикини неуклонно растет, однако не все девушки участвуют в состязаниях. Для многих из них это в первую очередь возможность сделать свое тело более привлекательным. Хотя в нашей стране все еще распространен страх женщин перед тренингом с отягощениями, ситуация постепенно исправляется.

Девушкам не стоит опасаться, работа со штангой или гантелями не уменьшит их женственность. Если не использовать гормональные препараты, то женщины лишь подтянут мускулы и тело станет более привлекательным.

На современном этапе развития общества будет целесообразно провести анализ, оценку и реализацию эффективности таких оздоровительных систем, с целью их использования во время оздоровительных занятий, в том числе и с женщинами, для улучшения их здоровья. Данным положением определяется актуальность предпринятого нами исследования.

По мнению И.А. Ворочихиной, М.А. Шанскова, Н.Л.Малишевой, Т.Б.Кукобы, О.А. Иваненко, сложившаяся ситуация обусловлена тем, что на занятиях фитнес бикини в физкультурно-спортивной деятельности недостаточно ведется учет индивидуальных особенностей женщин во время тренировочного процесса, к основным из которых относят соматический тип и мотивацию занимающихся к различным видам и средствам физического воспитания.

Таким образом, анализ содержания физического воспитания женщин различных конституций позволил выявить противоречие между социальной потребностью повышения уровня физической и психологической подготовленности женщин различных конституций и отсутствием научно обоснованных рекомендаций по применению с этой целью средств фитнес-бикини по психологическому аспекту подготовки женщин к соревнованиям.

С целью решения данного противоречия, в разработанную нами программу по физической подготовке женщин к соревнованиям в категории фитнес бикини, нами было разработано и включено рекомендации по применению средств фитнес-бикини к психологической готовности женщин к соревнованиям.

Рекомендации для тренеров по снижению эмоционального напряжения у женщин категории фитнес бикини:

Для того, чтобы управлять эмоциональным напряжением, эмоциональным состоянием в целом, и для того, чтобы мобилизовать стенические эмоции в тренировочный процесс следует проводить с учетом следующих рекомендаций:

- в тренировочный процесс включать нетрадиционные для занятий фитнесом эмоциональные, а также достаточно сложные для выполнения упражнения, предполагающие использование соревновательного метода, при этом такие задания подлежат обязательному выполнению, потому что они формируют у спортсменок уверенность в себе, своих силах и способностях;

- использование в тренировочном процессе музыкального сопровождения;

- применение методов аутогенной, а также психорегулирующей тренировки. Такие методы способствуют снятию утомления, чрезмерного эмоционального возбуждения и напряжения.

Для того, чтобы создавать бодрое эмоциональное состояние у спортсменок во время тренировки в арсенале, как тренера, так и спортсмена должны присутствовать такие психолого-педагогические приемы:

- спортсмен должен сознательно подавлять отрицательные эмоции при помощи самоприказа, самоободрения, самопобуждения;

- разминку проводить с учетом индивидуальных особенностей спортсменок, а также с учетом их эмоционального состояния;

- тренировку проводить с применением специальных дыхательных упражнений;

- использовать специальный массаж, возбуждающий или успокаивающий, в зависимости от состояния спортсмена;

- проводить различные отвлекающие мероприятия, развлекательные программы.

Итак, тренерам необходимо уделять большее внимание возможностям для сохранения здоровья спортсменок во всех сферах деятельности, которую они выполняют, в том числе и в спорте.

Представим анализ психологических аспектов мотивации женщин к занятиям фитнесом до и после завершения экспериментальных исследований.

Экспериментальное исследование эффективности методики физической и психологической подготовки женщин различных конституций к подготовке в категории фитнес бикини проходило на базе фитнес-центра "Найс фитнес". В исследовании приняли участие женщины разных соматотипов подготовки в категории фитнес бикини. Возраст женщин 20-30 лет. Выборку составили 10 человек.

Предполагалось, что использование средств фитнеса на основе учета соматотипа будет способствовать формированию устойчивых мотивов к необходимости проведения регулярных занятий физическими упражнениями

для повышения уровня морфофункционального развития и физической подготовленности женщин.

В разработанной программе эта задача решалась посредством комплексного применения разного вида упражнений для женщин категории фитнес-бикини различного соматотипа с использованием оборудования, инвентаря, музыкального сопровождения. Перед началом формирующего педагогического эксперимента изучалась мотивация женщин категории фитнес бикини различного соматотипа.

Результаты исследования. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1

Оздоровительные мотивы

Мотив	Активный образ жизни	Поддержание физической формы	Приведения веса в норму
До эксперимента в %	30%	30%	40%
После эксперимента в %	20%	50%	30%
$p < 0,05, r_s$	0.864	0.758	0.864

Для более явного представления результаты представим в виде диаграммы рис.1.

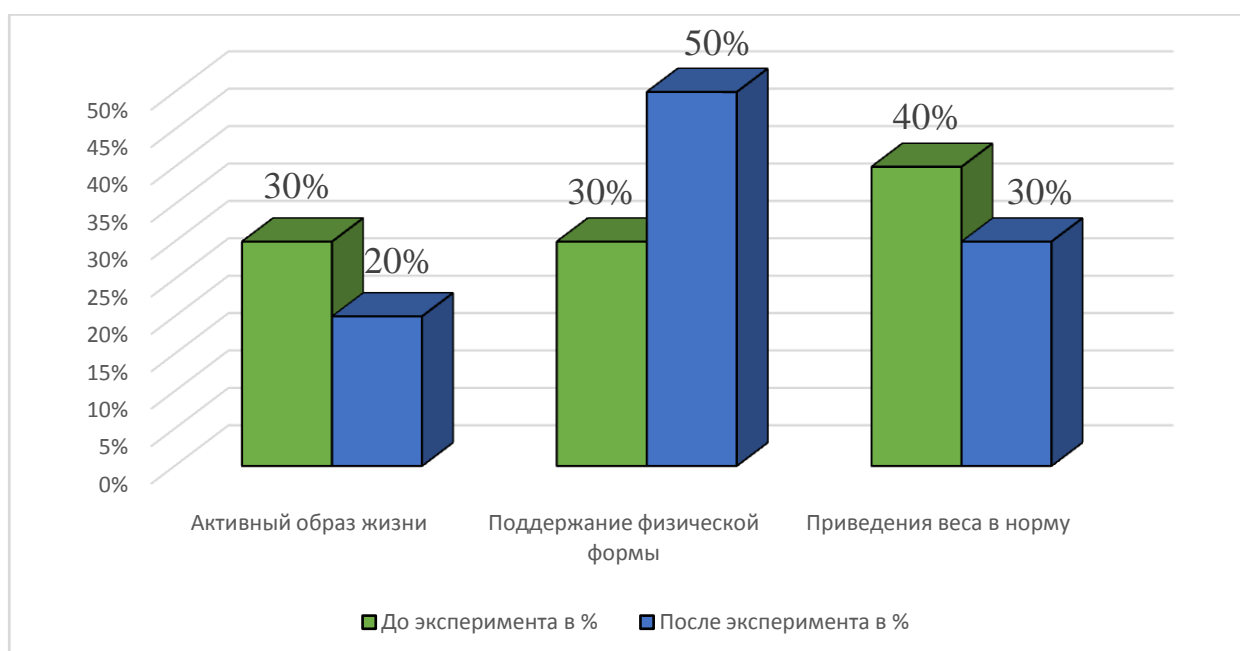


Рис.1. Оздоровительные мотивы

По окончании эксперимента был проведен повторный опрос женщин. В результате педагогического эксперимента определено достоверное ($P < 0,05$) перераспределение мотивов.

Установлено достоверное ($P < 0,05$, $r_s = 0,758$) преимущество среди оздоровительных мотивов: лидирующую позицию занимает мотив «поддержание физической формы» - 50%.

Результаты выявленных психологических мотивов, и уровней их преобладания представлены в таблице 2.

Таблица 2

Психологические мотивы

Мотив	снижение эмоционального напряжения	предупреждение развития стрессового состояния	повышение самооценки за счет достижения положительных результатов.
Количество человек в %	40%	40%	20%
Количество человек	30%	30%	40%
$p < 0,05$, r_s	0.864	0.864	0.758

Для более явного представления результаты представим в виде диаграммы рис.3.

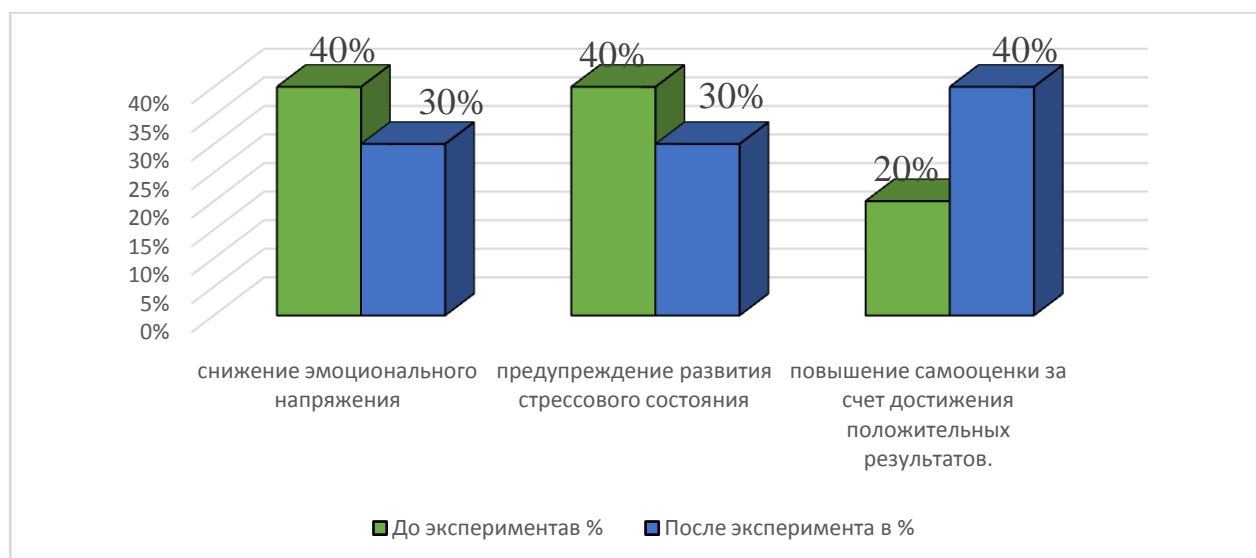


Рис. 3. Психологические мотивы

Как показали исследования, при организации занятий фитнесом в определении психологических мотивов женщины достоверно ($P < 0,05$)

изменили свои результаты и отдали предпочтение мотиву «повышение самооценки за счет достижения положительных результатов» - 40% ($r_s=0,758$), «предупреждение развития стрессового состояния» - 30% ($r_s=0.864$), мотив «снижение эмоционального напряжение» оказался менее значимым - 30% ($r_s=0.864$).

Результаты выявленных социальных мотивов, и уровней их преобладания представлены в таблицы 3.

Таблица 3

Социальные мотивы			
Мотив	активное времяпрепровождение	стремление к общению	повышение социального статуса
До эксперимента в %	20%	40%	40%
После эксперимента в %	50%	30%	20%
$p<0,05$, r_s	0.682	0.864	0.758

Для более явного представления результаты представлены на диаграмме рис.4.

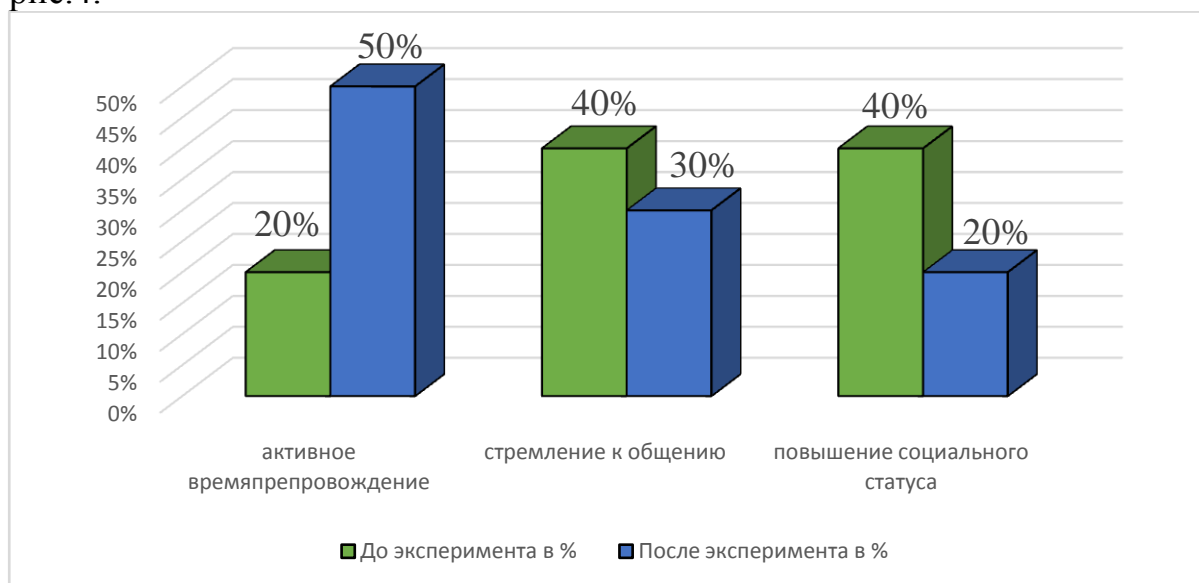


Рис 4. Социальные мотивы

Одним из ведущих среди социальных мотивов, побуждающих женщин заниматься физкультурно-оздоровительными занятиями, выявлен мотив «активное времяпрепровождение» - 50% ($r_s=0.682$). Мотивы «стремление к общению» и «повышение социального статуса» оказались менее важными – 30% ($r_s=0.864$) и 20% ($r_s=0.758$) соответственно.

Таким образом, полученные результаты исследования позволяют оптимизировать процесс физического воспитания женщин и удовлетворить их потребности в сфере физической культуры, достижению поставленной цели, в частности занятий фитнесом в категории фитнес бикини.

Библиография

1. Кречмер, Э. Строение тела и характер / Э. Кречмер. — М., 2005.
2. Логинов С.И. Физическая активность: Методы оценки и коррекции / С.И. Логинов; Сургут. гос. ун-т. – Сургут, 2015. – 344 с.
3. Гиптенко А.В. Влияние фитнеса на уровень физического состояния женщин первого зрелого возраста / А.В. Гиптенко // Физическое воспитание студентов. – 2009. – №1. – С. 13-15.
4. Вылканова Я. Х. Влияние занятий спортом на развитие личностных предпосылок устойчивости к стрессу. Дис. канд. психол. наук Я. Х. Вылканова.- М., 2011
5. Kreschmer E. Body structure and character / E. Kreschmer. - М., 2005.
6. S.I. Loginov Physical activity: Methods of evaluation and correction / S.I. Loginov; Surgut. State Univ. - Surgut, 2015. - 344 p.
7. A.V. Giptenko. The impact of the fitness on the physical condition level of women of the first mature age / A.V. Giptenko // Physical education students. - 2009. - №1. - S. 13-15.
8. Vylkanova Ya.H. The effect of sports on development of personal preconditions of stability to stress. Dis. cand. psychol. sciences Ya.H. Vylkanova.- М. 2011.

РОЛЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ СПОРТСМЕНОВ.

Ибрагимова Т. В., аспирант

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И. П. Павлова, Россия, Санкт-Петербург,

tvibr89@gmail.com

Аннотация: В спорте все большее значение приобретают методы нефармакологического воздействия. Одним из таких методов является адаптивное биоуправление с обратной связью. Спортсмены входят в группу риска по развитию тревожно-депрессивных состояний, так как постоянно подвергаются воздействию стрессорных факторов, к которым относится тренировочная деятельность, подготовка к соревнованиям. Применение адаптивного биоуправления по кардиоритму позволило скорректировать

проявления тревоги и депрессии у спортсменов вместе с улучшением показателей variability сердечного ритма.

Ключевые слова: спортсмен, тревога, депрессия, адаптивное биоуправление, variability сердечного ритма, кардиореспираторный тренинг

THE ROLE OF BIOFEEDBACK IN PSYCHOLOGICAL PREPARATION OF ATHLETES

Ibragimova T. V. postgraduate student

Pavlov First Saint Petersburg State Medical University

Russia, Saint-Petersburg

Abstract: Non-pharmacological methods of influence are becoming more and are rapidly gaining importance in sport. Athletes are at risk for the development of anxiety-depressive states, as constantly exposed to stress factors, which include training activities, preparation for competitions. The use of adaptive biofeedback on heart rate allowed to adjust symptoms of anxiety and depression in athletes with an improvement of indicators of heart rate variability.

Key words: the athlete, anxiety, depression, adaptive biofeedback, heart rate variability, cardiorespiratory training.

Введение. Напряжение отдельных систем и организма в целом под влиянием факторов внешней и внутренней среды является источником нервных и нервно-висцеральных нарушений, способствует их хронизации и возникновению устойчивых патологических состояний. В связи с ужесточением антидопинговых правил в спорте большое значение приобретают методы нефармакологического воздействия, к которым относятся аутогенная тренировка, психотерапия, биоуправление с обратной связью (БОС). Последнее хорошо зарекомендовало себя как совокупность методов, направленных на мобилизацию резервных возможностей организма за счет тренировки и повышения лабильности регуляторных механизмов [2].

Под технологией управления с биологической обратной связью понимают комплекс исследовательских и лечебных процедур, в ходе которых пациенту посредством внешней цепи обратной связи, организованной с помощью компьютерной или микропроцессорной техники, предъявляется информация о состоянии и изменении регулируемых физиологических процессов. При активном участии испытуемого развиваются навыки саморегуляции и самоконтроля, возможность произвести коррекцию собственного состояния. Наибольшее распространение получили комплексы по коррекции функций

сердечно-сосудистой системы, как одной из важнейших в обеспечении жизнедеятельности.

Оценка тревожности является важным критерием оценки психического состояния спортсменов до занятий и отслеживания динамики состояния в процессе различных физкультурно-спортивных мероприятий. У спортсменов существует риск развития тревоги вследствие наличия постоянных стрессовых факторов, к которым относятся тренировочная деятельность, подготовка к соревнованиям. Особую значимость приобретает задача сохранения психического здоровья спортсменов, которые подвержены стрессам в периоды подготовки к соревнованиям[1].

Цель настоящей работы состояла в изучении влияния кардиореспираторного тренинга на уровень тревожности и показатели вариабельности сердечного ритма квалифицированных спортсменов.

Методы исследования. Обследовано 36 спортсменов-учащихся портивных школ в возрасте от 20 до 30 лет, имеющих квалификацию кандидата в мастера спорта (19 человек, 52,8%), мастера спорта (16 человек, 44,4%), мастера спорта международного класса (1 человек, ,8%). Обследованные спортсмены были признаны здоровыми по результатам диспансеризации. Методом случайных чисел спортсмены были разбиты на три равные группы. Группы не имели достоверных различий по возрасту ($24,9 \pm 2,6$, $24,2 \pm 3,9$, $23,3 \pm 3,7$ лет). Спортсменам трех групп проводилось психологическое обследование по опросникам Спилбергера – Ханина. Определялись показатели ситуативной и личностной тревожности. В группе 1 - $38,5 \pm 4,7$ и $40,2 \pm 7,2$, в группе 2 - $38,3 \pm 6,0$ и $40,5 \pm 6,9$, и в группе 3 - $37,4 \pm 6,4$ и $39,8 \pm 8,8$ соответственно. Группы достоверно не отличались по психологическим показателям.

Анализ ВСР - это современный развивающийся инструмент оценки состояния регуляторных систем организма, в частности функционального состояния различных отделов вегетативной нервной системы.

Исследование ВСР проводилось по 5 – минутным записям ЭКГ после тренировочной деятельности.

В качестве адаптивного биоуправления был выбран метод колебательного биоуправления с обратной связью по кардиоритму (кардиореспираторный тренинг).

Кардиореспираторный тренинг (КРТ) проводился спортсменам основной группы ежедневно или через день после тренировки. Курс включал не менее 5 сеансов, состоящий из 8 – 12 проб (длительность одной пробы 120 с). Первая проба является исходной или фоновой (неактивная), а последняя – контрольной

(неактивная). В неактивных пробах спортсменов находился в состоянии расслабленного бодрствования с закрытыми глазами (зрительная обратная связь отсутствует). В активных (промежуточных, тренировочных) пробах с помощью зрительной обратной связи за счет дыхания испытуемый активно влияет на колебания собственной кардиоритмограммы, стараясь совместить их с колебаниями заданной периодической кривой. Для проведения кардиореспираторного тренинга использовалась биотехническая система «Кардиотренинг», состоящая из преобразователя кардиосигналов, персонального компьютера и программного обеспечения.

Спортсменам 2 группы демонстрировались мотивационные видеоролики.

Участники контрольной группы не получали никаких воздействий.

Данные представлены в виде $M \pm SD$. Парное сравнение выборок проводилось с применением параметрической статистики (t-критерий Стьюдента). В случае распределения в выборке отличного от нормального (по критерию Шапиро-Уилка) использовались методы непараметрической статистики (Т-критерий Вилкоксона, критерий Краскела-Уоллиса), различия данных считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования. При анализе показателей ВСР по 5 – минутным записям ЭКГ у спортсменов основной группы достоверный прирост SDNN в среднем составил 33,5 мс (или 69,5 % от исходного). Достоверно снижались Амо и ИН, характеризующие падение активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, и достоверно повышались RMSSD и pNN50, характеризующие рост вагусной активности.

При анализе показателей ВСР по 5 – минутным записям ЭКГ у спортсменов группы плацебо на момент начала исследования и по его окончанию достоверных различий не наблюдалось. При анализе показателей ВСР в контрольной группе было отмечено достоверное увеличение RR_{ср} с $764,9 \pm 170,7$ до $838,3 \pm 101,4$. что вероятнее всего связано с естественным восстановлением показателя ЧСС.

При анализе результатов психологического тестирования было выявлено достоверное снижение ситуативной тревожности во всех трех группах ($p < 0,05$). Достоверное снижение личностной тревожности было отмечено только в основной ($p < 0,001$) и плацебо группах ($p < 0,05$).

Межгрупповые различия по результатам психологического тестирования были статистически значимы. Уровни ситуативной и личностной тревожности в основной группе снизились до значений $29,6 \pm 5,6$ и $31,9 \pm 4,8$ соответственно и имели статистическую значимость по сравнению с показателями групп плацебо и контрольной.

Выводы

1. Выявление депрессивных расстройств у спортсменов является актуальной проблемой в спорте. Большая часть спортсменов не

работает с психологами и не выявляет данную патологию, что мешает им использовать резервные возможности своего организма. Как следствие, не возможность достичь максимальных результатов. Достоверное снижение показателей ситуативной и личностной тревожности, которое наблюдалось при проведении кардиореспираторного тренинга, можно объяснить повышением самомотивации личности за счет более активного участия в процессе восстановления после тренировки и положительного подкрепления результатами от пробы к пробе, от сеанса к сеансу результатами тренинга.

2. У спортсменов, получавших сеансы кардиореспираторного тренинга в период восстановления после тренировки, произошло достоверное повышение общей вариабельности сердечного ритма (SDNN). О снижении активности симпатической нервной системы у обследованных спортсменов можно судить по снижению таких показателей, как А_{тo} и ИН. О повышении влияния парасимпатической нервной системы у спортсменов основной группы свидетельствуют повышение таких показателей, как RMSSD и pNN50, что также положительно влияет на психофизиологическое состояние спортсменов.
3. Проведенное исследование показало, что кардиореспираторный тренинг является эффективным и безопасным неинвазивным методом восстановления после тренировки. КРТ способствует снижению тревожно-депрессивной симптоматики, а так же повышению ВСР, восстановлению вегетативного баланса.

Библиография

1. Магазева Е. А., Братухин А. Г. Контроль тревожности в адаптивном спорте//Актуальные проблемы адаптивной физической культуры и спорта материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2016. – с. 233 – 237.
2. Суворов Н. Б. Информационная составляющая в биоуправлении функциональным состоянием человека//Информационно-управляющие системы. – 2002. - №1. – С. 57 – 64.

СОН И ТЕПЛОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ В ВОССТАНОВЛЕНИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Мещеряков А.В., к.б.н., доцент

Свиридов Б.А., магистрант

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)»,

Россия, г. Москва

aleksei236632@ya.ru

Аннотация. Сон при занятиях спортом имеет важное значение для восстановления функциональных резервов после тренировочных и соревновательных нагрузок. Основываясь на имеющихся и полученных данных о связи характеристик сна и температуры тела, можно констатировать, что тепловые воздействия в вечернее время, локальные тепловые воздействия на область лица как до, так и во время сна могут быть своеобразными стимуляторами качественного восстановления работоспособности.

Ключевые слова: сон, температура тела, тепловое воздействие, восстановление.

DREAM AND THERMAL INFLUENCE IN MAINTENANCE

Meshcheryakov A. V., associate professor

Sviridov B. A., undergraduate

Federal state budgetary educational institution

«Russian state University of physical culture, sport, youth and tourism (GZOLIFK)», Russia, Moscow

Summary. The dream at sports activities is important for restoration of functional reserves after training and competitive loads. Based on the available and obtained data on communication of characteristics of a dream and body temperature, it is possible to note that thermal influences in the evening, local thermal impacts on area of the person as to, and can be during sleep peculiar stimulators of high-quality maintenance.

Keywords: dream, body temperature, thermal influence, restoration.

Введение. Сон — особое состояние сознания человека и животных, включающее в себя ряд стадий, закономерно повторяющихся в течение ночи. Появление этих стадий обусловлено активностью различных структур мозга. Физические перегрузки в течение длительного времени вызывают серьезные нарушения в нейроэндокринной сфере, структуре сна, хроническую усталость. При занятиях спортом сон имеет важное значение для восстановления после тренировочных и соревновательных нагрузок. Но нами отмечено отсутствие научных исследований, раскрывающих возможности восстановительного сна после тепловых воздействий, например после бальнеологических процедур или в условиях жаркого климата. Отмечаются внешние и внутренние факторы, которые могут влиять на температуру тела, сдвигая установочную точку терморегуляции. При этом включаются соответствующие физиологические и поведенческие реакции организма, которые возвращают температуру к исходному уровню. В норме температура тела изменяется в зависимости от времени суток и находится под циркадным контролем. Функциональное состояние организма является фактором, который влияет на температуру тела.

Таким образом, актуальной является проблема о действии температурного фактора на сон.

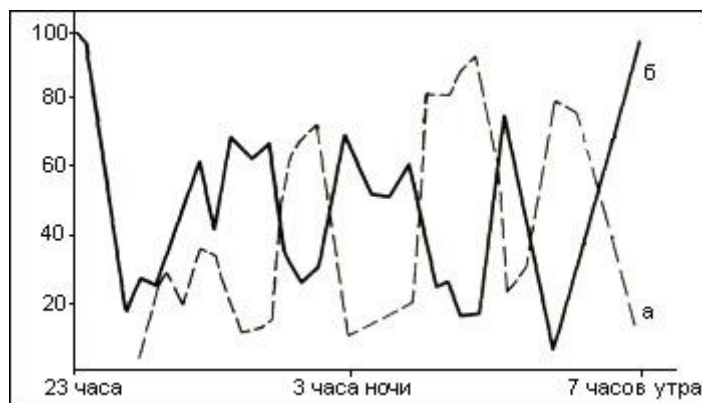
Цель исследования. Исследовать влияние температурного фактора на сон.

Методы исследования. При проведении исследования использовались анализ литературных данных, измерение температуры тела.

Результаты исследования. Изучение температурной регуляции при активной деятельности организма человека имеет исключительно важное значение для понимания механизмов сна и восстановления работоспособности. Известно, что с помощью электроэнцефалографии выявлены два вида сна: спокойный — медленный и активный — быстрый. Медленный сон разделяется на 4 стадии, отличающиеся биоэлектрическими (электро-энцефалографическими) характеристиками и порогами пробуждения, являющимися объективными показателями глубины сна[2]. Имеющиеся данные в научной литературе свидетельствуют о том, что в течение жизни человека происходит:

- укорочение общей длительности сна;
- уменьшение глубины сна из-за редукции дельта-сна (Δ -сна);
- объективного снижения качества 2-й стадии медленного сна при увеличении бодрствования в ночное время;
- сокращение доли фазы быстрого сна и ее физических компонентов [1].

На рисунке 1 представлены примерные циклы ночного сна человека.



Примечание: а – медленный сон; б – быстрый сон.

Рисунок 1 – Циклы ночного сна человека (по Ковальзону В.М.)

Необходимое количество циклов сна дает возможность чувствовать себя восстановившим силы утром, после пробуждения. При этом каждый конкретный человек может заметно отличаться от других по количеству выявленных циклов сна и, как следствие – времени, затрачиваемому на ночной сон.

Наряду с наблюдаемыми циклами сна обнаружены и циклы изменений температуры тела. Циркадианный цикл изменений температуры тела выражен у подавляющего большинства млекопитающих. Непосредственно перед засыпанием наблюдается снижение ректальной температуры и температуры кожи. Дельта-сон (Δ -сон) – самая глубокая стадия медленного сна. Самых низких значений температура тела и достигает в дельта-сне. Вероятно, этому способствует вазодилатация сосудов кожи, выход жидкости из потовых желез и, как следствие, увеличение отдачи тепла. Затем, начиная с 3-го цикла (в среднем примерно с 2.00 часов ночи), следует относительно пологий подъем температуры тела. Этот относительно крутой «спуск» с последующим плавным «подъемом» нарушается во время эпизодов фазы быстрого сна, когда температура повышается, что отражает, очевидно, интенсификацию метаболизма в мозге. Зарубежные исследователи предполагают, что многие случаи инсомнии могут рассматриваться как следствие первичного нарушения циркадианного ритма температуры и отсутствия «запускающего» сон «скачка» или «трамплина» температурной кривой в ночные часы [4,5].

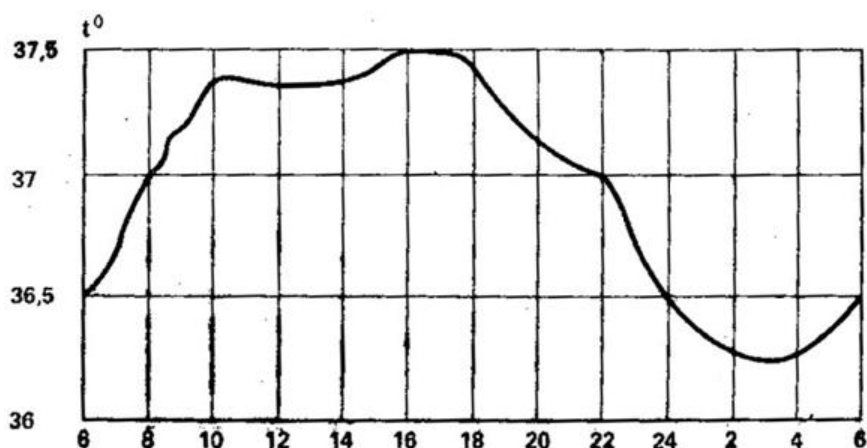


Рисунок 2 –Суточная динамика температуры тела мужчины 25 лет

Измеряя температуру тела через определенные промежутки, по полученным данным построена кривая, характеризующая измерения температуры в течение ночи.

При свойственном человеку образе жизни ночная температурная кривая характеризуется закономерными колебаниями. Наиболее низкое значение температура имеет около 4-6 часов.

Характерный ход изменений температуры тела в течение ночи определяется теми изменениями обмена, которые сопряжены с переработкой возможно позднего приема пищи, нагрузками, деятельным состоянием организма, воздействием температурных составляющих окружающей среды и др.

Выявлено, что у плохо спящих, температура тела во время сна повышена. В проведенных экспериментах было отмечено, что разнообразные вечерние умеренные тепловые процедуры улучшают качество сна. Так, у испытуемых, проводивших 1 час при температуре около +40° С в вечернее время (в зимние месяцы), ускорялось засыпание и увеличивалось количество Δ -сна в первых двух циклах. Погружение до 30 минут в ванну с теплой водой вечером, после 21 часа ускоряло засыпание, увеличивало процентную представленность 4-й стадии и Δ -сна, увеличивало латентный период фазы быстрого сна. Тепловое воздействие (с помощью тепловентилятора) на область лица ночью также увеличивает количество Δ -сна. Имеется также точка зрения о том, что подобный эффект может быть следствием повышения температуры преоптической области гипоталамуса, которая активно участвует в формировании структуры сна [3]. Излишнее же тепловое воздействие, такое, как 30° С и выше в спальне ночью, значительно ухудшает качество сна. Вероятно, это ведет к нарушению динамики температуры тела и напряжению систем терморегуляции.

Известна точка зрения о том, что колебания температуры во многом объясняют изменения характеристик сна после физической нагрузки. Так, легкое разогревание организма после физических упражнений, выполненных во второй половине дня, улучшает качество сна (по данным анкетирования). Интенсивная вечерняя тренировка приводит к нарушению температурного ритма в ночные часы. Физические упражнения и нагрузки, выполняемые при занятиях зимними видами спорта, часто сопровождаются охлаждением лица, что негативно сказывается на структуре сна.

Выводы

Основываясь на имеющихся данных о связи характеристик сна и температуры тела, можно сделать следующий вывод: тепловые воздействия в вечернее время (теплая ванна, душ), локальные тепловые воздействия на область лица как до, так и во время сна могут быть своеобразными стимуляторами качественного восстанавливающего сна. Возможно, это связано с психологическим расслаблением.

Библиография

- 1 Ковальзон В.М. Основы сомнологии: физиология и нейрохимия цикла «бодрствование-сон». – М.: Изд-во «Бином. Лаборатория знаний», 2011. – 239 с.
- 2 Нейробиология сна: современный взгляд: Учебное пособие / Петров А.М., Гиниатуллин А.Р. – Казань: КГМУ, 2012 – 109 с.
- 3 Нормальная физиология: Учебник / Под ред. В.М. Смирнова. – М.: Издательский центр Академия, 2010. – 480 с.
- 4 Cirelli C. The genetic and molecular regulation of sleep: from fruit flies to humans // Nature. – 2009. – Vol. 10. – P. 549-560.
- 5 Datta S. Cellular and chemical neuroscience of mammalian sleep // Sleep Med. – 2010. – Vol. 11, № 5. – P. 431-440.

РАДИАЦИОННЫЙ ГОРМЕЗИС И СТЕПЕНЬ ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ

Мещеряков А.В., к.б.н., доцент
Разумовский Е.А., д.п.н., профессор
Жевнеров В.А., к.т.н., доцент
Сандин А.А., научный сотрудник

*ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)», Россия, г. Москва
aleksei236632@ya.ru*

Аннотация. Под радиационным гормезисом принято понимать выражающийся в стимулирующем действии облучения на организм благоприятный эффект ионизирующего облучения при его малых дозах. Исследованиями доказано

существование антиканцерогенного эффекта малых доз ионизирующего облучения. Аналитический обзор показал, что последние экспериментальные данные свидетельствуют о существовании радиационного гормезиса, т.е. положительного влияния малых доз радиации на живые организмы.

Ключевые слова: гормезис, радиация, доза, здоровье, эволюция, фактор окружающей среды.

RADIATION HORMESIS AND ITS DEGREE OF EFFECTS ON THE BODY

Meshcheryakov, AV, PhD, Associate Professor

Razumovsky EA, Ph.D., Professor

Zhevnerov VA, Ph.D., Associate Professor

Sandin AA Researcher

"Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism

(GTSOLIFK)"

Russia, Moscow

Annotation. Under radiation hormesis is commonly understood as expressed in the stimulating effect of radiation on the body beneficial effects of ionizing radiation at low doses it. Studies have proved the existence of anti-carcinogenic effects of low doses of ionizing radiation. Analytical review showed that recent experimental data suggest the existence of radiation hormesis, ie the positive impact of small doses of radiation on living organisms.

Keywords: hormesis, radiation dose, health, evolution, environmental factor.

Введение. Многолетние наблюдения общего физического состояния человека, соматического здоровья и общей работоспособности в проблемных регионах проживания (Брянская, Орловская, Калужская и другие области, включая Московскую) показали, что параметры жизнедеятельности населения в обобщённом виде представляются как «весьма невысокие» [3]. Уровни резервов здоровья и работоспособности для различных возрастов характеризуется только как «неудовлетворительный» и «удовлетворительный». При этом у большей части населения отмечается ограниченное развитие ряда физических качеств и двигательных способностей человека с низкими резервными возможностями (35,5 %), а также наличие нескольких «слабых» физиологических систем (32,4 % обследованного населения).

Научно-исследовательских работ, посвящённых изучению степени воздействия «феномена ионизирующего излучения» на организм человека, простых педагогических подходов и мероприятий пострадиационной реабилитации даже сейчас, спустя 30 лет после аварии на Чернобыльской АЭС,

чрезвычайно мало. Их явно недостаточно для разработки соответствующих комплексов средств и методик оздоровительно-восстановительной деятельности после радиоактивного поражения человека и всего населения загрязнённого района (региона). В то же время имеются лишь отдельные научные исследования, проводимые, например, в г. Киеве на контингенте детей от 3-х до 14 лет (Н.Н. Гудзь, Т.С. Мостовой, 1991). В экспериментальных исследованиях принимали участие около 200 детей контролируемых районов и отселённых зон и 125 практически здоровых детей. В общей структуре физического состояния человека изучались (материалы сравнительного эксперимента) особенности вестибулярных функций у детей, подвергшихся воздействию ионизированного излучения (исследовались только малые дозы). Изучение этих данных позволило получить «не сильно выраженную» зависимость вестибулярных реакций от:

- возраста испытуемых;
- дозы облучения.

Полученные данные свидетельствуют, по утверждению авторов, о том, что разработанные методы исследования являются «высокочувствительными, достаточно информативными для оценки степени воздействия последствий ионизирующего излучения на организм ребёнка». Но, на наш взгляд, при этом в стороне остались все практические вопросы оздоровления, восстановления и специфической реабилитации организма человека.

К проблеме ионизирующего воздействия и облучения человека малыми дозами радиоактивности в последние годы стали обращать серьёзное внимание и другие учёные, некоторые практические работники и специалисты. Так на основе результатов специальных медико-биологических и педагогических наблюдений, экспериментальных научно-исследовательских работ и анализа литературных источников А.М. Кузин развил концепцию природного, естественного радиационного фона как перманентно воздействующего, постоянного физического фактора окружающей среды, необходимого для возникновения жизни человека, эволюции его жизнедеятельности [2]. Был проведён анализ молекулярных и клеточных механизмов различного действия на биоту малых и больших доз ионизирующих излучений, рассмотрены научные и практически значимые выводы из развивающейся концепции. В настоящее время обсуждается заключение о диаметрально противоположном действии облучения малыми и большими дозами активности, о различиях в их основных молекулярных механизмах.

Малые дозы радиации, по мнению автора, не только не вредны, но даже полезны для существования биосферы. Предлагается считать областью малых доз такое превышение природного радиоактивного фона (ПРФ) для данного биологического вида, при котором (конкретно для этого вида) наблюдается «**явление гормезиса**». При этом некоторыми авторами подчёркивается

актуальность исследований ведущих механизмов ответной реакции организмов на малые дозы радиации [1, 2, 4].

Обсуждая проблему радиационного гормезиса, П.А. Парсонс утверждает, что основой эволюционной биологии является тенденция организмов постоянно адаптироваться к тем воздействиям окружающей среды, которые наиболее часто влияют на них [6]. П.А. Парсонс отмечает: «Поскольку естественный радиационный фон эволюционно является универсальным компонентом окружающей среды, радиационный гормезис будет ожидаемым результатом эволюции».

В обзоре А.М. Кузина приводятся обобщающие сведения в пользу радиационного гормезиса и отмечается, что в настоящее время большинство учёных считает, что радиоактивное излучение оказывает отрицательное действие на организм «в любых дозах» – вредоносность возрастает с увеличением дозы излучения и все эффекты малых доз могут быть предсказаны на основании изучения повреждающего действия высоких доз [2]. Однако, как отмечает автор далее, накапливается всё больше данных, говорящих в пользу благотворного действия малых доз излучения, т.е. в пользу существования радиационного гормезиса. Приводятся экспериментальные данные, а также результаты эпидемиологических исследований лиц, переживших атомную бомбардировку и проживающих в заражённых районах, которые говорят о том, что малые дозы радиации «снижают частоту образования опухолей, увеличивают продолжительность жизни, повышают плодовитость и скорость роста».

Возможные механизмы, лежащие в основе радиационного гормезиса, по мнению автора:

- реакция на сублетальные повреждения, приводящие к стимуляции антиоксидантных систем и систем репарации ДНК;
- механизм альтруистической клеточной «гибели», или программированной гибели клеток, благодаря которому повреждённые радиацией клетки гибнут, стимулируя пролиферацию стволовых клеток.

Заключение. С позиции физиологии любое воздействие на биологический объект может вызывать как гипофункциональный, так и гиперфункциональный ответ соответствующих систем организма [1, 4, 5]. Можно уверенно говорить об антиканцерогенном действии фоновых доз ионизирующей радиации и лечебном эффекте малых доз, в частности в радонотерапии и др. Таким образом, последние экспериментальные данные свидетельствуют о существовании радиационного гормезиса, т.е. положительного влияния малых доз радиации на живые организмы. В области малых доз дозовые зависимости носят сложный и не всегда прогнозируемый характер при котором радиационный гормезис лишь один из наблюдаемых в этой области эффектов.

Библиография

1Ивановский, Ю.А. Радиационный гормезис. Благоприятны ли малые дозы ионизирующей радиации? / Ю.А. Ивановский. Вестник ДВО РАН, 2006. – № 6. – С. 86-91.

2Кузин, А.М. Идеи радиационного гормезиса в атомном веке /А.М. Кузин. – М.: Наука, 1995. – 158 с.

3Мещеряков, А.В. Эколого-физиологические аспекты адаптации молодых людей к условиям окружающей среды / А.В. Мещеряков, А.Ю. Малофеев // Медико-физиологические проблемы экологии человека : материалы Всероссийской конференции с международным участием. – Ульяновск: УлГУ, 2007. – С.172 – 174.

4Мещеряков, А.В. Перекрестные эффекты адаптации к стрессорным ситуациям / А.В. Мещеряков, С.П. Левушкин, А.С. Самойлов // Спортивный психолог, 2014. – № 4 (35). – С. 74-76.

5Мещеряков А.В. Роль двигательной активности в формировании иммунитета и снижении заболеваемости студентов разных соматотипов / А.В. Мещеряков // Социология, 2015. - № 2. – С. 180-184.

6Parsons, P.A. Fluctuating asymmetry: an epigenetic measure of stress / P.A. Parsons // Biol. Rev. – 1990. – Vol. 65. – P. 131–145.

ЗАНЯТИЯ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫМ ФИТНЕССОМ ДЛЯ ЖЕНЩИН ВТОРОГО ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА КОНСТИТУЦИИ И НОЗОЛОГИИ

Родина М.В. к.б.н.,

Курорт «Старая Русса»;

Комиссарова Е.Н. д.б.н., профессор,

*Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский
университет*

Россия, г. Санкт-Петербург

komissaren59@mail.ru

Аннотация. Получены данные по нозологической структуре заболеваемости женщин второго зрелого возраста в зависимости от соматотипа. Определены оптимальные двигательные режимы оздоровительной направленности для женщин 40-55 лет в зависимости от соматотипа и состояния здоровья.

Ключевые слова: женщин 40-55 лет, соматотипы по Р.Н.Дорохову, пропорции тела, морфофункциональный статус, нозология, оздоровительные занятия.

OCCUPATIONS IMPROVING FITNESS FOR WOMEN OF THE SECOND MATURE AGE DEPENDING ON TYPE OF THE CONSTITUTION AND THE NOSOLOGY

Rodina M.V. k.b.n.,. Resort of "Staraya Russa";
Komissarova E.N. D.Sc. in Biology, Professor Department of Anatomy,
StPtsState MedicalUniversityRussia, St. Petersburg

Summary. Data on nosological structure of incidence of women of the second mature age depending on a somatotip are obtained. The optimum motive modes of an improving orientation for women of 40-55 years depending on a somatotip and the state of health are defined.

Keywords: women of 40-55 years, a somatotipa according to R.N.Dorokhov, a body proportion, the morfofunktsionalny status, a nosology, improving occupations.

Введение. Высокий темп общественно-политической жизни, наличие ряда социально-экономических, экологических проблем в нашей стране, усугубленных происходящим мировым кризисом, возрастные инволюционные изменения в организме людей второго зрелого возраста, ограничение двигательной активности, нерациональное питание, вредные привычки, стрессы, развитие климактерического синдрома создают значительные физические и психоэмоциональные перегрузки на организм и психику людей данного возраста, что приводит к резкому ухудшению состояния здоровья, быстрой утомляемости и преждевременному старению (Л.И. Лубышева, 2004; В.П. Яковлев, 2006; И.В. Стефанович, И.Г. Малкина-Пых, 2006).

Оздоровительное воздействие систематических занятий физическими упражнениями с лицами второго зрелого и пожилого возраста (женщины старше 55 лет, мужчины старше 60 лет) неоднократно доказывалось в ходе теоретических и экспериментальных исследований (Е.С. Акопян, 2003; В.К. Бальсевич, 2005, Д.Н. Гаврилов, А.Г. Комков, А.В. Малинин, 2005; М.А. Гиршина, 2003; Г.А. Гордеева с соавт., 2000, А.О. Качаев, А.М. Максименко, В.П. Недобывайло, 2003; В.Д. Кряжев с соавт., 2003; Г.М. Лаврухина, 2002; Т.Г. Меньнуткина, 2000, Т.В. Никольская, 2000, Е.С. Сироткина, 2002; С.Б. Тихвинский, 2003; А.Ю. Федорова, 2003, А.Р. Якубовская, 2003 и др.). Различные оздоровительные системы, в основе которых лежит использование физических упражнений, при всех их достоинствах, как правило, не учитывают особенностей телосложения и присущие людям второго зрелого возраста заболеваний и т.д.

Однако следует отметить, что вплоть до настоящего времени не уделяется достаточного внимания содержательным и методическим аспектам использования средств оздоровительной физической культуры с учетом физического развития, сопряженности морфологических и функциональных показателей для определенных соматотипов, что особенно актуально для лиц второго зрелого возраста, ибо конституция – интегратор и координатор объединения свойств и качеств целостности человека (Б.А. Никитюк, 2000).

Цель исследования. Апробирование занятий оздоровительным фитнесом женщин второго зрелого возраста с учетом морфофункционального статуса и имеющихся заболеваний.

Методы исследования. Обследовано 125 женщин в возрасте 40-55 лет, которые проходили санаторно-курортное лечение в санатории «Курорт Старая Русса». С помощью медицинского осмотра и анализа медицинских карт, обследованных пациентов установлено шесть групп заболеваний, а именно: органов опорно-двигательного аппарата (ОДА), сердечно-сосудистой системы (ССС), органов пищеварительной системы (ПС), дыхательной системы (ДС), эндокринной системы, нервной системы. *Морфологические методы:* соматометрические обследования, состав массы тела рассчитывали по J. Mateigka (1921). Компьютерное соматотипирование проводили по методике Р.Н.Дорохова (1995). Целесообразно выделять пять основных и два переходных соматических типа : наносомный (НаС), микросомный (МиС), мезосомный (МеС), макросомный (МаС) и мегалосомный (МегС), а также переходные соматические типы –микр омезосомный (МиМеС) и мезомакросомный (МеМаС). *Клинико-физиологические методы:* пульсометрия, измерение артериального давления; вычисление среднего АД, индекса Робинсона, индекса Кердо, индекса функционального состояния (адаптационный потенциал) и коэффициента выносливости. *Комплексное тестирование* осуществлялось на этапе клинического исследования. Тестирование включало определение индекса Скибинской, индекса Робинсона, проведение пробы Мартине, измерение объема талии (ОТ), объема бедер (ОБ), определение ЖЕЛ, а также проведение динамометрии. *Методы математико-статистической обработки данных:* для математико-статистической обработки полученных результатов исследования использовалось программное обеспечение класса электронных таблиц Microsoft Excel 7.0. Процедура множественного регрессионного анализа, дискриминантного анализ и канонической корреляции полученных данных получена при использовании прикладных программ SPSS 15,0 for Windows.

Результаты исследования. В основе определения габаритных характеристик организма женщин положены данные изменчивости длины и массы тела. При анализе распределения соматических типов по габаритному уровню варьирования установлено, что одинаковое количество женщин имеют МаМеС и МаС тип (32–30%). На второй позиции находятся представительницы МиМеС типа (20%). Наименьший процент составляют женщины МеС типа (18%). Проведенный дискриминантный анализ позволил разделить обследуемую группу женщин второго зрелого возраста на четыре непересекающиеся группы по соматотипам по следующим показателям: длина и масса тела, окружность грудной клетки, жизненный индекс, мышечный и жировой компоненты, гемодинамика, энергопотенциал, индекс функционального состояния, силовой индекс ($P \leq 0,01$), пульсовое давление

($P \leq 0,05$), уровень физического состояния ($P \leq 0,05$). Анализируя заболеваемость среди женщин данного возраста, установили, что патология ОДА (остеохондроз позвоночника, артрозы) в равном отношении наблюдается у представительниц всех соматотипов (80-88%). Заболеваниям органов ПС (холецистит, гастрит) наиболее подвержены представительницы МиМеС типа (48%). Патологию со стороны ССС (гипертоническая болезнь) в равном отношении имеют женщины МаС и МеС типов (30%). У женщин МаС типа (6%) присутствует сахарный диабет. Представительницы МеС типа (10%) имеют патологию со стороны дыхательной системы в виде бронхитов.

Отклонение в сторону снижения уровня физического состояния (напряжение механизмов адаптации) было отмечено у женщин МеС < МаС < МаМеС типа 24%, 35% и 45% соответственно.

Множественный регрессионный анализ выявил, что на формирование адаптационного потенциала у женщин МаМеС типа оказывают масса и длина тела, частота сердечных сокращений и артериальное давление, анализ выявил взаимосвязи ($r = 0,3-0,84$). Адаптационный потенциал женщин МаС типа зависит от пропорций тела, состояния вегетативной нервной системы и гемодинамики ($r = -0,93$). У представительниц МеС типа функциональные возможности зависят от состояния вегетативной нервной системы, что оказывает влияние на гемодинамику и аэробные возможности организма ($r = 0,35 - 0,97$). Уровень функционального состояния женщин МиМеС типа связан с количеством жировой массы, состоянием вегетативной нервной системы и гемодинамикой ($r = 0,35 - 0,97$).

В последнее время, были проведены исследования поиска эффективных средств, форм, методов оздоровления физической культурой, а именно женщин второго зрелого возраста к занятиям в фитнес-клубах (Д.А. Бурмистров, 2013; В.В.Церябин, 2010; О.Н. Федорова, 2012), но в данных исследованиях не учитывались конституциональные особенности, и отсутствовали сведения об исследовании взаимосвязи между морфологическими и функциональными показателями обследованных. Все это послужило основой для проведения клинического исследования режимов двигательной активности для женщин второго зрелого возраста с учетом типа телосложения, морфофункционального статуса и заболеваний.

Организация исследования. Под наблюдением находилось 93 женщины в возрасте 40-55 лет, которые получали санаторно-курортное лечение в санатории «Курорт Старая Русса». После прохождения санаторно-курортного лечения эти пациенты приняли участие в педагогическом эксперименте, который длился в течение 6 месяцев, с контрольным обследованием в 3 и 6 месяцев. Лечебная физкультура в рамках санаторно-курортного лечения является составной частью лечебного процесса и назначается в зависимости от заболевания. Нами было отмечено, что пациенты, которые находятся на I и

Псанаторно-курортном режиме, положительно откликаются на процедуру лечебной гимнастики, а пациенты, которые находятся на III санаторно-курортном режиме, должное действие от лечебной гимнастики не отмечают. Именно таким пациентам и были предложены оздоровительные занятия с учетом типа телосложения и состояния здоровья.

Были определены основные цели оздоровительных занятий. Общими целями для женщин было улучшение функциональных показателей и развитие аэробной выносливости (Т.А. Евдокимова, 2005; Е.С. Крючек, 2001). Для каждого соматотипа были определены дополнительные цели: для представителей МаС и МаМеС типов – снижение жировой массы, а для представителей МиМеС типа – развитие силовых способностей. Были разработаны комплексы оздоровительных занятий при сохранении привычного режима питания.

Представителям МаС типа был предложен следующий двигательный режим: плотность занятия – 20% дыхательных упражнений, 80% - упражнений на растяжку; продолжительность занятия 35 минут; кратность 3 раза в неделю; темп 60-90 муз.акц./мин. Схема занятия для представителей МаМеС типа была: плотность занятия 20% ОРУ, 70% упражнений на силовую выносливость, 10% упражнений на растяжку; продолжительность занятий 45 минут; кратность 3 раза в неделю; темп 90-120 муз.акц./мин. Двигательный режим у женщин МеС типа: плотность занятия – 20% ОРУ, 70% упражнений на выносливость и координацию, 10% упражнений на растяжку; продолжительность занятия 45 минут, кратность 3 раза в неделю, темп 90-120 муз.акц./мин. Двигательный режим представителей МиМеС типа: плотность занятия – 15% ОРУ, 50% упражнений на выносливость и координацию, 25% упражнений на силу, 10% упражнений на растяжку; продолжительность занятия 60 минут, кратность 3 раза в неделю, темп 120-140 муз.акц./мин. Двигательный режим для представителей группы сравнения выглядел следующим образом: плотность занятия 30% дыхательных упражнений, 70% общеразвивающих упражнений (ОРУ); продолжительность занятия 35 минут; кратность 3 раза в неделю, темп 60-90 муз.акц./мин.

Выводы

1. Разработаны оптимальные двигательные режимы для активности функциональных возможностей организма. В клиническом эксперименте применялись типоспецифические физические нагрузки.
2. Педагогический эксперимент свидетельствует о положительной динамике морфологических (уменьшение: веса тела, обхватов талии и бедер, жировой массы и увеличение: мышечной массы и силового индекса) ($P \leq 0,05$) и функциональных показателей (увеличение:

жизненного индекса, пробы Мартине, индекса Скибинской и адаптационного потенциала) у представителей основной группы ($P \leq 0,05$).

Библиография

1. Бурмистров Д.А. Реабилитация при болях в спине средствами силовой тренировки/ Монография. СПб.: Изд-во СПбЭТУ «ЛЭТИ», 2013.-302 с.
2. Дорохов, Р.Н. Морфобиомеханическая оценка юного спортсмена: учебное пособие / Р.Н. Дорохов, В.П. Губа. – Смоленск: СГИФК, 1995. – 100 с.
3. Евдокимова, Т.А. Фитнес с точки зрения врача. Медицинские аспекты занятий в фитнес-клубах. – СПбГМА им. акад. И.П.Павлова (доклад), 2005.– 10 с.
4. Крючек, Е.С. Аэробика: содержание и методика оздоровительных занятий / Е.С. Крючек.– М.: Изд-во Олимпия PRESS, 2001.– 45 с.
5. Никитюк, Б.А. Интеграция знаний в науке о человеке / Б.А. Никитюк. – Москва : Изд-во Sportакадемпресс, 2000. – 440 с.

АКТИВНЫЕ РЕФЛЕКСОГЕННЫЕ ЗОНЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ПОВЫШЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ У МУЖЧИН

Сидоров Е.П. к.м.н., доцент

*Российский государственный университет физической культуры,
спорта, молодежи и туризма, Россия, Москва*

e9154803073@yandex.ru

Аннотация. В работе выявлялись активные рефлексогенные зоны и измерялось артериальное давление у 154 мужчин, регрессионный анализ полученных данных показал, что артериальное давление связано с несколькими кожными зонами. Если в этих зонах возникает активная рефлексогенная зона, то повышается артериальное давление, при этом систолическое и диастолическое давление зависит от появления активных рефлексогенных зон в разных участках кожи. Лечение этих зон снижает артериальное давление.

Ключевые слова: активные рефлексогенные зоны, артериальное давление, гипертония.

THE ACTIVE ZONES, CAUSING INCREASED BLOOD PRESSURE IN MEN

PhD, associate Professor Sidorov E. P.

Annotation. The identified active zones and measured blood pressure from 154 men, regression analysis of the data showed that the arterial pressure is associated with several skin areas. If in these zones occurs active reflexogenic zone, increased blood pressure, while systolic and diastolic pressure depends on the appearance of the active reflex zones in different parts of the skin. Treatment of these zones reduces blood pressure.

Key words: active zones, blood pressure, hypertonia.

Актуальность. У спортсменов даже в молодом возрасте часто можно выявить повышение артериального давления [5]. Массаж различных кожных зон широко используется для лечения нарушения регуляции артериального давления [1]. Нервная система активно участвует в регуляции артериального давления. Автор показал раньше, что после пяти минутного нарушения кровоснабжения кожи активная рефлексогенная зона образуется в ней через сутки. Биологически активные вещества этой зоны раздражают нервные окончания, что приводит к потоку нервных импульсов, которые могут участвовать в развитии различных патологических процессов [3].

Цель исследования. Цель настоящего исследования – найти такие зоны на коже пациентов, которые участвуют в регуляции артериального давления.

Методы и организация исследования. Данное исследование проводилось на 154 мужчинах в возрасте от 16 до 84 лет. Артериальное давление измерялось на правой руке по методу Короткова ртутным тонометром. Болевая чувствительность участка кожи измерялась с помощью сжатия складки кожи специальным динамометром до появления боли (метод пресометрии). Измерение проводилось на 156 участках кожи по всему телу человека.

Результаты исследования и обсуждение. Статистическая обработка результатов показала, что систолическое артериальное давление зависит от возраста и линейной комбинации чувствительности кожи в 63 зонах – $f(x)$, уравнение регрессии имело вид: АД сист. = $141 + 0,59 \cdot \text{возраст} + f(x)$, коэффициент корреляции $R = 0,99$ ($p < 0.001$). График можно увидеть на рисунке 1. Подобное уравнение получилось для расчета диастолического давления АД диаст. = $62 + 0,68 \cdot \text{возраст} + g(x)$ $R = 99\%$ ($p < 0.001$), где $f(x)$ и $g(x)$ – линейная комбинация полученных данных пресометрии.

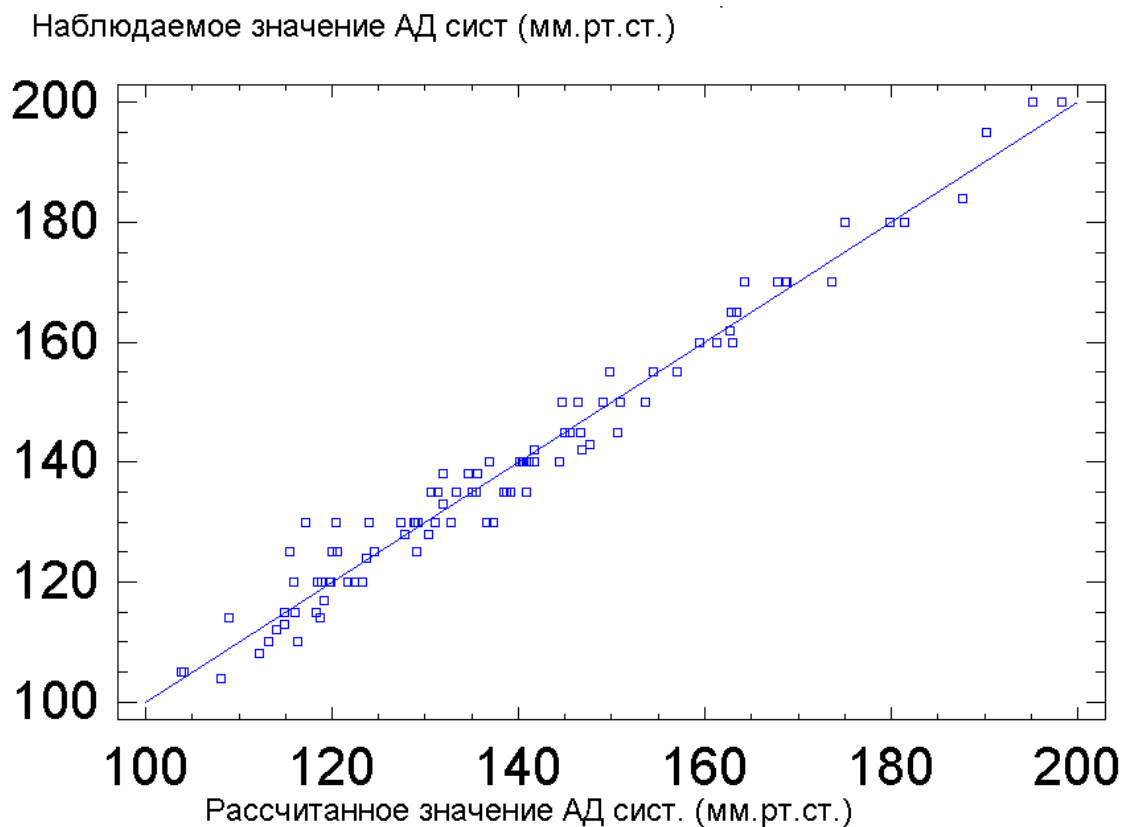
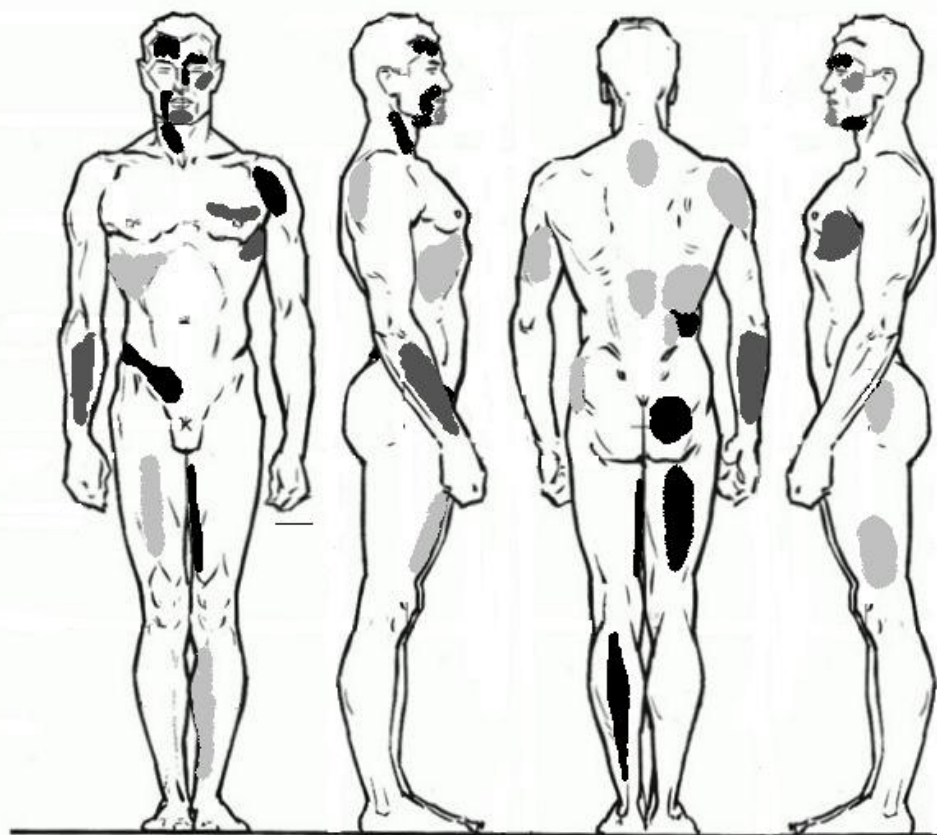
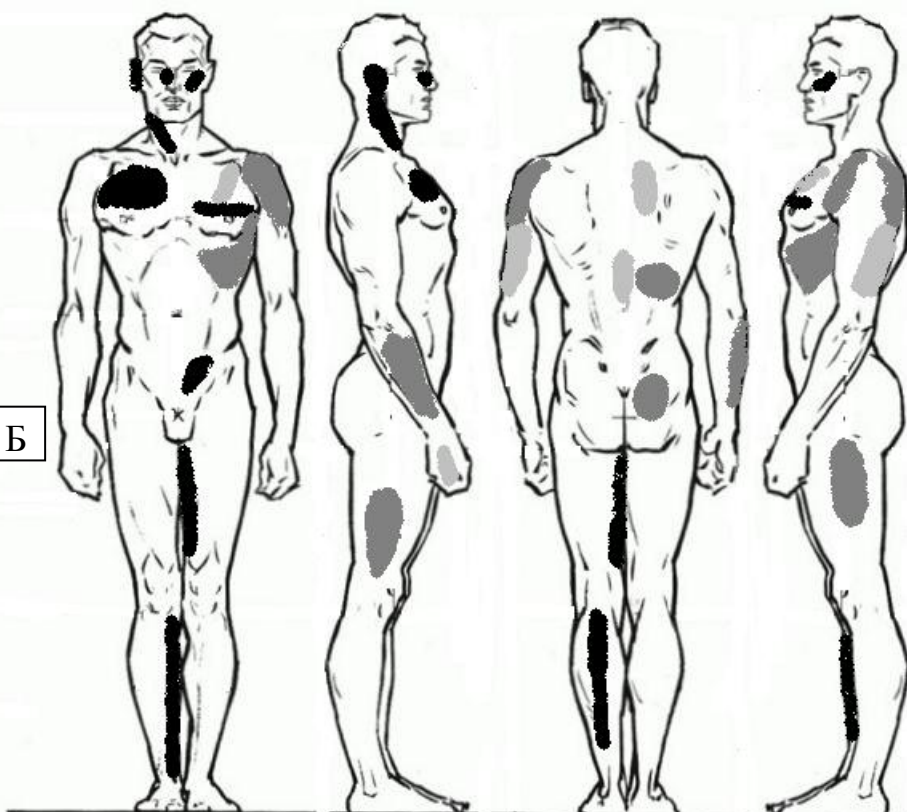


Рис.1. Корреляция между измеренными и рассчитанными значениями систолического артериального давления у мужчин.

Коэффициенты в уравнении регрессии имели положительное и отрицательное значение. Если коэффициент имеет отрицательное значение, то эта зона участвует в повышении артериального давления, а если положительное, то в – уменьшении. На рисунке 2 отмечены зоны, на которые нужно воздействовать для снижения артериального давления при гипертонии.



A



Б

Рис. 2. Зоны на коже у мужчин, которые участвуют в регуляции систолического (А) и диастолического (Б) артериального давления. Оттенками серого – зоны участвующие в понижении артериального давления. Более темные оттенки указывают на большую лечебную эффективность представленных зон.

Воздействуя на эти зоны с помощью массажных методов, можно реально снижать артериальное давление. Однако для того, чтобы это воздействие было эффективным выбранная зона должна быть активной, то есть в ней должна обнаруживаться болезненность при пальпации кожи, например, с помощью складки Киблера [2]. У разных людей с повышенным артериальным давлением могут быть активны зоны, в разных участках кожи, что связано с разными механизмами повышения артериального давления.

Выводы

1. Методом многомерного статистического анализа обнаружены кожные зоны, участвующие в рефлекторной регуляции систолического и диастолического артериального давления.
2. Используя данную информацию можно с помощью физиотерапевтических методов регулировать систолическое и диастолическое артериальное давление у мужчин.

Библиография

1. Макарова И. Массаж и лечебная физкультура. – Litres, 2013.
2. Небожин, А. И., К. А. Небожина. "Лекарственные артропатии в практике мануального терапевта." Мануальная терапия 2 (2008): 60.
3. Сидоров Е. П. Метамерная медицина и экологическая терапия //М., Евразийский континент. – 2001. – Т. 163. – С. 6.
4. Смоленский А.В., Михайлова А.В., Беличенко О.И., Татарина А.Ю., Мирошников А.Б. Артериальная гипертония у спортсменов. Вопросы к диагностике и подходы к лечению // Ж. Терапевт. – 2016. – №. 5. – С. 28-37.

ЭРГОГЕНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В СПОРТЕ

ФИЗИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ В СОЧЕТАНИИ С БИОКОРРЕКТОРОМ В УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ СТУДЕНТОК-ГИМНАСТОК

Бахарева А.А., к.п.н., доцент

*Российский государственный университет физической культуры,
спорта, молодежи и туризма, Россия, Москва*

bdn25@bk.ru

Актуальность. В работе представлены данные, свидетельствующие о направленном воздействии физических средств восстановления и их комплекса с биокорректором, определяющие психофизиологические функции, общую работоспособность и общее функциональное состояние в учебно-тренировочном цикле студенток -гимнасток.

Ключевые слова: биокорректор, вибромассаж, вибростимуляция, восстановление, гидропроцедуры, массаж, местное тепло, нервно-мышечный аппарат, нервные процессы, работоспособность, стадии развития адаптационного синдрома, физиологический тремор, функциональное состояние, художественная гимнастика,

FUNCTIONAL STATUS AND EFFICIENCY OF THE COMPLEX BIOPHYSICAL REHABILITATION IN THE TREINING PROCESS OF ATHLETES ENGAGED IN ARTISITIC GYMNASTICS IN HIGH SCHOOL

Bahareva A. Ed.D., assisting professor

Russian State University of physical culture, youth and tourism

Chair of medical physical culture, massage and rehabilitation

Summary: This paper presents evidence on the direction of the impact of physical recovery tools and their complex Biocorrector determining the overall functional status in a training cycle of female students gymnasts.

Keywords: recovery, performance, rhythmic gymnastics, the stage of development of the adaptation syndrome, physical rehabilitation, massage, giroprotsedury, teploprotsedury, biocorrector.

Анализ литературных данных, обобщение опыта передовой практики, а также беседы и анкетный опрос ведущих тренеров и спортсменок показывают, что в художественной гимнастике недостаточно изучены и реализованы различные средства восстановления. Эта проблема является весьма актуальной в связи с физической и эмоциональной напряженностью тренировочной и соревновательной деятельностью спортсменок, которые продолжают тренироваться в условиях спортивного вуза.

Поэтому для обеспечения высокой работоспособности и спортивного долголетия гимнасткам необходима полноценная система восстановления, и при этом она должна иметь комплексный характер.

Для ускорения восстановительных процессов и повышения работоспособности гимнасткам был предложен комплекс простых физических средств восстановления в сочетании с приемом натурального пищевого биокорректора «Александрина» в виде подслащенной питательной пасты, предложенной А.А.Кудряшовой. В ее состав входит 14% Александрины, а также грецкие орехи, свекла, тыква, мед, курага. Вкусовые качества этой питательной пасты были предварительно одобрены и предусмотрены.

В комплекс из физических средств восстановления были включены: общий ручной массаж, частный массаж, вибрационный массаж, вибростимуляция, комбинированный массаж, местное тепло, гидропроцедуры: теплый душ, горячий душ, контрастный душ. При выполнении восстановительных процедур использовались основные положения методик их применения, предложенные профессором А.А.Бирюковым (1988).

Для получения объективных показателей разработан и апробирован комплекс исследовательских методов, позволивший выявить у них динамику психофизиологических функций и работоспособность (тоносометрия, треморометрия РДО – реакция на движущийся объект и определения работоспособности по тесту PWC₁₇₀).

В исследовательский комплекс был включен полипараметрический метод на основе аппаратно-программного комплекса с алгоритмом доклинической диагностики изменения состояния здоровья соответственно стадиям адаптационного синдрома по 20-ти параметрам электрокардиограммы, реограммы, электромиограммы, пневмограммы, артериального давления, температуры тела.

В экспериментальных исследованиях принимали участие студентки 1 и 2 курсов, систематически занимающиеся художественной гимнастикой более 10 лет. Всего было обследовано 24 спортсменки в возрасте 17-18 лет. Из них 6 гимнасток мастера спорта международного класса, остальные-мастера спорта.

Педагогический эксперимент осуществлялся в два этапа – предварительный и основной.

Все испытуемые были разделены на три группы:

1-я опытная группа принимала пищевой биокорректор «Александрина» и физические средства восстановления;

2-я опытная группа использовала комплекс из физических средств восстановления;

3-я опытная группа была контрольной, которая не использовала никаких средств восстановления.

В ходе исследования у каждой гимнастки определялись и анализировались показатели психофизиологических функций до и после тренировки в 2-х недельных тренировочных циклах по трем срезам (в начале, в середине и в конце эксперимента). Обследование функционального состояния гимнасток полипараметрическим методом и определение общей работоспособности проводилось в начале и в конце эксперимента.

В основном эксперименте в течение 2-х недель гимнастки выполняли примерно одинаковый объем и характер работы и имели одинаковое расписание учебных занятий и тренировок.

В динамике двухнедельных учебно-тренировочных циклов у студенток-гимнасток были выявлены положительные сдвиги разной выраженности, свидетельствующие о направленном воздействии, как физических средств восстановления, так и их комплекса с биокорректором, определяющие психологические функции, общую работоспособность и уровень функционального состояния организма

Сравнительный анализ положительного влияния биофизического восстановительного комплекса, основанного на сочетании воздействия физических средств восстановления и приема натурального биокорректора в 1-ой опытной группе, и только физических средств восстановления во 2-ой опытной группе, показал различия в их эффективности:

а) за счет уменьшения тонуса покоя и увеличения тонуса напряжения в 1-ой опытной группе наблюдалось значительное увеличение показателей сократительной способности квадрицепса бедра икроножной мышцы; во 2-ой опытной группе выявлен умеренный рост показателей сократительной способности тех же мышечных групп. В контрольной группе было выявлено снижение или отсутствие сдвигов в этом показателе;

б) ошибка РДО к концу эксперимента у 1-ой опытной группы уменьшилась 1,2 усл.ед., во 2-ой опытной группе на 0,6 усл.ед., а в контрольной группе увеличилась на 0,7 усл.ед.;

в) уровень физиологического тремора после эксперимента был существенно ниже в 1-ой опытной группе (на 29,6% по сравнению с контрольной группой. Во 2-ой опытной группе он был ниже на 16,4%;

г) величина PWC₁₇₀ к концу эксперимента возросла в 1-ой опытной группе на 10,2%, во 2-ой опытной группе на 8,4%, в контрольной группе на 4%..

Визуальный анализ индивидуальных графических образов в начале эксперимента показал, что 34% студенток-гимнасток находились в состоянии перенапряжения и 66% в состоянии срыва адаптационных процессов.

На основании распознавания образов состояния, заложенном в полипараметрическом методе, статистическая обработка результатов индивидуального обследования позволила сформировать обобщенный «образ состояния» в виде графического контура всех испытуемых, который соответствует 4-му классу стадий развития адаптационного синдрома. Таким образом можно с уверенностью предположить, что все гимнастки в начале эксперимента находились в состоянии истощения адаптационных процессов или были близки этому состоянию, но без патологических признаков с сохранением регуляторных механизмов физиологического статуса. Тем не менее в физиологическом статусе исходного фона всех исследуемых наблюдается преобладание парасимпатического типа регуляции и гипокинетический характер периферической гемодинамики, выражающийся в снижении реографического индекса, замедлении кровонаполнения сосудов и увеличении задержки пульсовой волны.

В табл.1 представлены результаты визуального анализа студенток всех 3-х групп испытуемых после 2-недельного эксперимента.

Таблица 1

Результаты визуального анализа функционального состояния студенток-гимнасток контрольной и экспериментальных групп после эксперимента

Группы испытуемых	Результаты визуального анализа в % (от количества испытуемых в группах)		
	С положительным результатом	С отрицательным результатом	Состояние без изменения

I опытная группа	75	-	25
II опытная группа	62	13	25
Контрольная группа	15	60	25

Как видно из таблицы, в 1-ой опытной группе после эксперимента у большинства испытуемых (75%) наблюдается значительное улучшение физиологического статуса с переходом во 2-й класс функционального состояния с существенным выравниванием всех взаимоотношений физиологических показателей. Как видно из рис. 1Б, применение биофизического восстановительного комплекса способствовало нормализации функционального состояния гимнасток. Графически это выражается в том, что происходит более полное заполнение площадки внутреннего круга и контуры многовекторного спектра стали представлять более или менее правильную окружность.

Однако у 25% испытуемых 1-ой опытной группы отмечается тенденция к улучшению, но сохраняется гипокINETический характер сдвигов и с сохранением функционального состояния уровня 4-го класса. Видимо, деятельность коррекционных мероприятий для этих испытуемых была недостаточной.

Во 2-ой опытной группе, которая использовала физические средства восстановления, после эксперимента наблюдалось, относительно исходного фона и особенно контрольной группы, заметное улучшение функционального состояния студенток с переходом из 4-го класса в 3-ий. Хотя сохранилась тенденция некоторого нарушения временных параметров электрокардиограммы и амплитудных ее характеристик. Гемодинамика этих показателей на уровне нижней границы нормы. В целом наблюдается улучшение функционального состояния, визуально это выражено приближением к норме.

У контрольной группы студенток, не получавших ни пищевой биодобавки, ни специальных восстановительных средств, за данный период студенческих учебных и тренировочных занятий общее функциональное состояние ухудшилось. Синдромальный анализ показал, что основными дисфункциями, за счет которых наблюдается ухудшение общего состояния, являются ухудшение метаболизма в миокарде и увеличения сдвига вегетативной регуляции в сторону преобладания ваготонии, что свидетельствует о нарастании истощения адаптационных процессов.

В одном случае у контрольной группы наблюдается другой тип динамики функционального состояния: нарастание симпатического тонуса с существенным снижением реполяризации в миокарде (снижен зубец Т) и замедлением кровонаполнения сосудов.

Выводы

1. Учитывая простоту и кратковременность диагностики, всеобъемлющий характер охвата параметров и глубину анализа функционального состояния организма, полипараметрический метод рекомендуется для экспресс-диагностики состояния здоровья студентов-спортсменов с целью программирования учебно-тренировочного процесса.

2. Применение разработанного биофизического восстановительного комплекса позволяет улучшить функциональное состояние, тем самым оптимизировать учебно-тренировочный процесс и поднять нагрузки на новый уровень. Доказано, что он является более эффективным, чем применение просто физических средств восстановления.

Библиография

1. Бахарева А.А. Оценка функционального состояния и эффективности применения восстановительного биофизического комплекса в учебно-тренировочном процессе спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой в условиях вуза. Материалы Всероссийской конференции с международным участием: «Лечебная физическая культура: достижения и перспективы развития» //Под общей редакцией Ивановой Н.Л, Козыревой О.В. – ФГБОУ ВПО «РГУФКСМиТ, 2013.
2. Бирюков А.А. Спортивный массаж: Учебник для студентов высших учебных заведений /А.А. Бирюков. – Издательский центр «Академия», 4-е изд. стер. М.; 2014.
3. Бирюков А.А. Функции тренера-массажиста и особенности их работы в клубных командах и сборной России: научно-практический методический журнал «Массаж, эстетика тела» №2 (28) 2012.
4. Винер-Усманова И.А., Крючек Е.С., Медведева Е.Н., Терехина Р.Н. Теория и методика художественной гимнастики - М.; Спорт, 2015.
5. Овсянникова М.А. Комплексное использование оздоровительных видов гимнастики в в физическом воспитании студенток /Овсянникова М.А. //Научно-практический журнал /под ред.А.С.Артавазович, - Ростов-на-Дону; 2014.
6. Рахманов Р.С., Истомина А.В., Груздева А.Е., Филиппова О.Н. Продукты направленного действия как профилактические витаминно-минерально-минорные комплексы: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 70-летию

образования в МГМСУ им. А.И.Евдокимова кафедры общей гигиены – М.;
19 мая, 2016.

КОРРЕКЦИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЛЫЖНИКОВ - ГОНЩИКОВ С ПОМОЩЬЮ ФИТОСКИПИДАРНЫХ ВАНН

Гарнов И.О., аспирант¹,
Кучин А.В., д.х.н. член-корр. РАН²,
Варламова Н.Г., к.б.н. доцент¹,
Логинова Т.П., к.б.н.¹,
Бойко Е.Р., д.м.н. профессор¹.

¹ИФ Коми НЦ УрО РАН, Россия, г. Сыктывкар.
566552@inbox.ru

Аннотация. Обследованы 10 лыжников-гонщиков до и после приема фитоскипидарных ванн. После приема ванн выявлена экономизация функции внешнего дыхания, увеличение аэробной производительности и времени выполнения теста «до отказа» и гипотензивное влияние на уровень артериального давления.

Ключевые слова: лыжники-гонщики, фитоскипидарные ванны

Abstract. We investigation ten ski-racers before and after taking phyto-turpentine bath. After taking baths, it was found that the function of external respiration was economized, the aerobic capacity increased and the time of the maximal endurance exercise test with a bicycle ergometer, and the hypotensive effect on the blood pressure level.

Key words: ski-racers, phyto-turpentine bath

Введение. Спортивная подготовка в лыжных-гонках требует чередования периодов нагрузки с восстановлением для предотвращения перетренированности [7]. Основными показателями, определяющими физическую работоспособность в лыжных гонках являются: максимальное потребление кислорода (МПК), потребление кислорода (ПК) на пороге анаэробного обмена (ПК ПАНО), количество медленно сокращающихся мышечных волокон [5], окислительные возможности высокопороговых мышечных волокон [4], а также степень капилляризации скелетных мышц [1]. Бальнеологические средства восстановления применяются в спорте высших достижений, одним из таких методов являются фитоскипидарные ванны. Эмульгированные терпены способствуют доставке O₂ к тканям, повышению HbO₂ и РаО₂, а также улучшают тканевую диффузию [6].

Цель работы – определить влияние фитоскипидарных ванн на функциональное состояние лыжников-гонщиков. Обследованы 10 мужчин занимающиеся лыжными гонками, проживающие в условиях Европейского Севера (62° с.ш. и

51° в.д.). Из них: шесть кандидатов в мастера спорта и четыре мастера спорта. Характеристика обследованного контингента представлена в таблице 1. У спортсменов измеряли массу тела и рост на медицинском весоростомере, жизненную емкость легких (ЖЕЛ) на микропроцессорном спирографе СПМ-01 «Р-Д». Для оценки функционального состояния организма лыжников-гонщиков проводили велоэргометрический тест «до отказа» на эргоспирометрической системе «Охусон Про» («Erich Jaeger», Германия) [2]. Скипидарная эмульсия, применяемая в данном исследовании, является модифицированным вариантом рецепта ванн А.С. Залманова с добавлением эмульгированного экстракта пихты [2].

Для определения достоверности различий между группами применяли критерий Вилкоксона. Данные представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного интервала (25 и 75 перцентилей). Критический уровень значимости принимался при $p < 0,05$.

Таблица 1. Антропометрические показатели лыжников-гонщиков

Показатель	Значения
Возраст, лет	21,0(20,0;29,0)
Рост, см	179,0(174,2;180,7)
Масса тела, кг	69,1(67,0;71,3)
МПК/кг, мл/кг/мин	70,0(67,0;71,5)

Результаты исследования. У лыжников после приема фитоскипидарных ванн показатели функции внешнего дыхания, в покое сидя перед тестом улучшились: увеличилась ЖЕЛ на 9,7%, ПОС на 14,4%, МОС₂₅ на 12%, стала реже ЧД на 10,3% ($p < 0,05$) (табл. 2).

Таблица 2. Кардиореспираторные показатели лыжников – гонщиков в покое сидя перед выполнением теста «до отказа» до и после приема фитоскипидарных ванн

Показатели	До ванн	После ванн
Частота дыхания, мин ⁻¹	14,5(13,0;16,0)	13,0(11,3;14,0)*
Минутный объем дыхания, л/мин	13,0(9,9;14,5)	11,0(8,7;12,2)
Жизненная емкость легких, л	6,2(5,9;6,5)	6,8(6,3;7,2)*
Форсированная жизненная емкость легких, л	5,3(4,9;5,4)	6,0(5,8;6,3)
Пиковая объемная скорость, л/с	10,1(9,7;10,5)	11,8(11,3;12,3)*
Мгновенная объемная скорость ₂₅ , л/с	8,8(8,1;9,2)	10,0(8,5;10,9)*
Мгновенная объемная скорость ₅₀ , л/с	6,3(5,3;7,1)	6,9(5,8;7,9)
Мгновенная объемная скорость ₇₅ , л/с	4,0(2,7;4,6)	3,1(2,4;4,0)
Потребление кислорода, мл/мин	688,0(633,5;751,5)	647,0(554,3;852,0)
Систолическое артериальное давление, мм рт.ст.	110,0(110,0;112,0)	114,0(108,5;120,0)
Диастолическое артериальное давление, мм рт.ст.	74,0(70,0;80,0)	78,0(72,5;81,5)

Частота сердечных сокращений, уд/мин	59,5(53,3;67,8)	64,5(60,5;67,8)
Кислородный пульс, мл/уд	11,8(10,1;12,7)	11,2(9,1;12,7)
Ударный объем, мл	57,8(52,2;60,6)	53,7(51,2;59,4)
Индекс кровообращения, мл/мин/кг	64,4(59,9;67,8)	60,3(58,5;65,5)
Сердечный индекс, мл/мин/м ²	116,7(112,8;134,1)	131,0(115,2;136,5)

Примечание: * – $p < 0,05$

По всей видимости, данные изменения отражали экономизацию работы органов респираторной системы у лыжников после приема ванн, что согласуется с данными литературы (Кирова, 1992).

При тестировании до «отказа» в группе лыжников отмечено увеличение ($p < 0,05$) времени от начала теста до ПАНО на 13%, что отражает увеличение аэробной зоны ЧСС и общего времени выполнения теста на 6 % и может свидетельствовать об увеличении физической работоспособности.

Кардиореспираторные показатели, характеристики времени, мощность нагрузки при выполнении теста представлены в таблице 3.

Таблица 3. Физиологические показатели у лыжников-гонщиков до и после приема фитоскипидарных ванн при тестировании «до отказа»

Показатели	До ванн	После ванн
Мощность, Вт	340,0(280,0;360,0)	320,0(305,0;320,0)
Время наступления ПАНО, сек	597,5(581,2;663,7)	675,0(660,0;682,5)*
Потребление кислорода _{пано} , л/мин	4264(3780;4577)	4228(4147;4278)
Частота дыхания _{пано} , мин ⁻¹	40,0(37,2;49,0)	39,0(35,0;47,0)
Минутный объем дыхания _{пано} , л/мин	123,5(115,0;135,2)	105,5(93,5;115,7)
Систолическое АД _{пано} , мм рт. ст.	155,0(150,0;167,5)	154,0(142,0;171,5)
Диастолическое АД _{пано} , мм рт. ст.	70,0(70,0;80,0)	60,0(60,0;70,0)
Частота сердечных сокращений _{пано} , уд/мин	170,0(163,5;182,3)	165,0(157,0;173,0)
Кислородный пульс _{пано} , мл/уд	25,0(23,7;25,9)	24,9(24,0;25,9)
Ударный объем _{пано} , мл	77,2(73,2;90,8)	94,0(85,0;97,6)
Индекс кровообращения _{пано} , мл/мин/кг	64,7(57,6;73,6)	79,3(69,5;84,1)
Сердечный индекс _{пано} , мл/мин/м ²	472,2(441,8;563,9)	554,9(467,0;611,8)
Мощность _{макс} , Вт	360,0(360,0;390,0)	360,0(360,0;390,0)
Общее время теста, сек	755,0(725,0;765,0)	800,0(780,0;830,0)*
Максимальное потребление кислорода, л/мин	4895(4652;5079)	4907(4546;5035)
Максимальное потребление кислорода/кг, мл/мин/кг	70,0(67,2;71,5)	67,0(63,2;72,7)
Потребление кислорода _{макс} , л/мин	4840(4658;4986)	4800(4546;5012)
Частота дыхания _{макс} , мин ⁻¹	58,5(50,2;63,5)	55,0(52,7;56,7)
Минутный объем дыхания _{макс} , л/мин	165,5(160,2;180,5)	166,0(155,5;172,5)
Систолическое АД _{макс} , мм рт.ст	180,0(180,0;197,5)	175,0(162,5;197,5)
Диастолическое АД _{макс} , мм рт.ст.	85,0(65,0;90,0)	70,0(55,5;87,5)
Частота сердечных сокращений _{макс} , уд/мин	185,0(178,5;189,8)	179,5(178,0;187,5)
Ударный объем _{макс} , мл	87,6(76,8;103,6)	92,1(87,0;119,7)
Индекс кровообращения _{макс} , мл/мин/кг	71,1(57,4;86,5)	77,2(69,0;102,9)

Сердечный индекс _{макс} , мл/мин/м ²	598,8(546,9;645,9)	587,1(561,2;741,8)
Кислородный пульс на уровне МПК, мл/уд	25,2(25,1;26,9)	26,1(25,4;27,9)
Частота сердечных сокращений на уровне МПК, уд/мин	185,0(178,5;191,7)	179,5(178,0;187,5)

Примечание:* – $p < 0,05$.

Кардиореспираторные показатели в период реституции представлены в таблице 4.

Таблица 4. Кардиореспираторные показатели на пятой минуте восстановления после теста «до отказа» у лыжников – гонщиков до и после приема фитоскипидарных ванн

Показатели	До ванн	После ванн
Потребление кислорода, мл/мин	863,0(802,0;960,0)	819,0(723,0;921,0)
Частота дыхания, мин ⁻¹	27,0(22,0;29,0)	27,0(25,2;30,0)
Минутный объем дыхания, л/мин	34,0(30,5;37,0)	34,5(30,7;39,7)
Систолическое АД, мм рт. ст.	124,0(114,0;129,0)	117,0(110,5;120,0)*
Диастолическое АД, мм рт.ст.	62,0(60,0;70,0)	60,0(55,0;67,5)
Частота сердечных сокращений, уд/мин	98,0(93,5;108,5)	97,5(91,5;101,5)
Кислородный пульс, мл/уд	7,5(7,1;8,7)	8,1(7,6;8,5)
SpO ₂ %	97,0(96,3;98,0)	98,0(98,0;98,0)
Ударный объем, мл	72,6(61,4;80,7)	71,9(62,8;77,4)
Индекс кровообращения, мл/мин/кг	73,6(58,6;80,1)	73,3(62,4;76,5)
Сердечный индекс, мл/мин/м ²	245,3(238,1;293,3)	247,4(221,9;274,5)

Примечание: * – $p < 0,05$.

Снижение САД ($p < 0,05$) на 4,1 %, в период реституции, по всей видимости, связано с увеличением васкуляризации тканей и общей площади капилляров, вызванное приемом ванн. Аналогичные изменения отмечены в работе Е.И. Кировой (1992).

Выводы

1. При исследовании влияния фитоскипидарных ванн на физическую работоспособность лыжников – гонщиков, выявлена экономизация функции внешнего дыхания в покое, увеличение аэробной производительности на ПАНУ, времени выполнения теста «до отказа».

2. В период восстановления после теста отмечено гипотензивное влияние ванн на уровень систолического артериального давления.

3. Фитоскипидарные ванны нормализуют состояние кардиореспираторной системы, улучшают ее вегетативную регуляцию, активизируют метаболические процессы.

Библиография

1. Ахметов И.И. и др. Использование молекулярно-генетических методов для прогноза аэробных и анаэробных возможностей у спортсменов // Физиология человека. 2008. Т.34. №3. С.86-91.
2. Гарнов И.О., Кучин А.В., Логинова Т.П., Варламова Н.Г., Бойко Е.Р. Коррекция функционального состояния организма лыжников-гонщиков с помощью ванн со скипидарной эмульсией // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016. Т. 93. № 2. С. 26-31.
3. Кирова Е.И. Влияние скипидарных ванн на функциональное состояние кардиореспираторной системы и адаптацию к физическим нагрузкам у спортсменов гребцов: авторефер. дисс. канд. мед. наук: 14.00.34;14.00.12 / Кирова Елена Ивановна. Москва.1992. 24 с.
4. Luthi J.M. et.al. Structural changes in skeletal muscle tissue with heavy-resistance exercise // Int.J. Sports Med. 1986. V.7. № 3. P. 123 – 127.
5. Mahood N.V., et.al. Physiological determinants of cross-country ski racing performance // Med. Sci. sports exerc. 2001. № 33. P. 1379-1384
6. Mercier B. et.al. The essential oil of turpentine and its major volatile fraction (α - and β - pinenes): a review // Int. J. of Occup. Med. Environ. Health. 2009. № 22(4). P.331 – 342
7. Smith D.J. A Framework for understanding the training process leading to elite performance // Sports med. 2003. V. 33. №15. P.1103-1126.

НЕТРАДИЦИОННЫЕ СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ БОКСЕРОВ

Киселев В. А., к.п.н., профессор
Заслуженный тренер РФ,

Черемисинов В. Н., к.б.н., профессор
заслуженный работник физической культуры РФ,
*Российский государственный университет физической культуры, спорта,
молодежи и туризма (РГУФКСиТ), Москва.*

Kiselev_v@mail.ru ; misicv@mail.ru

Ключевые слова: гипоксия, гипоксическая тренировка, аэробные возможности, специальная и общая работоспособность боксеров.

Аннотация. Объем тренировочных нагрузок в боксе достиг такого высокого уровня, что их дальнейшее увеличение становится практически невозможным. В этих условиях использование дополнительных, не связанных с мышечной работой и не имеющих допинговой природы, путей воздействия на организм боксера может обеспечить рост спортивных результатов, спортивной работоспособности. Гипоксическая тренировка является важнейшей составляющей таких дополнительных воздействий. В работе рассматриваются

наиболее доступные для широкого круга занимающихся боксом, виды гипоксической тренировки и их использование для повышения возможностей аэробного пути энергообеспечения. Подчеркивается, что с уровнем развития аэробного пути энергообеспечения связана как специальная, так и общая работоспособность боксеров.

ALTERNATIVE MEANS OF SPECIAL PERFORMANCE BOXERS

Professor Kiselev V. Ph.d.,

honoured coach of Russia, Russian State University of physical culture, sport, youth and tourism (RGUFKSMiT), Moscow.

Cheremisinov V. N., c. of b. s., professor,

honoured worker of physical culture of the Russian Federation, Russian State University of physical culture, sport, youth and tourism (RGUFKSMiT), Moscow.

Annotation. The volume of training loads in boxing has reached such a level that further increase becomes virtually impossible. In these circumstances, the use of additional, unrelated to muscle work and without doping nature, ways of influence on an organism of the Boxer could ensure the growth of sports results, sports health. Hypoxic training is an essential component of such additional impacts. The most accessible for a wide range of dealing with boxing types of hypoxic exercise and using them to enhance aerobic energy paths. Highlights that with the level of development of aerobic energy pathway involves special and overall health of boxers.

Keywords: hypoxia, hypoxic exercise, aerobic ability, special and general health of boxers.

Введение. В настоящее время уровень спортивного мастерства в боксе чрезвычайно высок. Но сама природа спорта требует его дальнейшего повышения. В тоже время параметры тренировочных нагрузок достигли таких величин, что дальнейшее их увеличение и повышение мастерства за счет увеличения тренировочных нагрузок выглядит проблематичным. В связи с этим встает вопрос о поиске средств и методов дополнительного (не связанного с мышечной работой) воздействия на организм боксера с целью дальнейшего повышения спортивного мастерства. Одним из таких дополнительных и в тоже время эффективных методов воздействия на организм является использование гипоксии.

Гипоксия – кислородная недостаточность. Состояние, возникающее при недостаточном снабжении организма кислородом или нарушении его потребления, транспорта или использования в организме. Гипоксическая

тренировка – тренировка в условиях неадекватного снабжения организма кислородом (экзогенная гипоксия), или сочетающаяся с гипоксическим воздействием на организм. Гипоксическая тренировка является эффективным средством повышения возможностей аэробного механизма энергообеспечения – одного из важнейших компонентов общей и специальной работоспособности боксеров. Существует несколько видов гипоксической тренировки. Это тренировка в условиях среднегорья, интервальная гипоксическая тренировка, тренировка по принципу «жить наверху – тренироваться внизу» и др. Большинство видов гипоксической тренировки требуют больших финансовых вложений (для поездки и тренировки в условиях среднегорья, приобретения дорогостоящей аппаратуры или оборудования и т.п.) и поэтому мало доступны для широкого круга занимающихся. Мы хотим остановиться на таких методах гипоксической тренировки, которые или не требуют вообще никаких финансовых вложений, или сопряжены с незначительными денежными затратами. К таким видам относится применение в процессе тренировки дыхания с использованием **дополнительного «мертвого пространства»** (метод возвратного дыхания). Спортсмен выполняет работу в дыхательной маске, имеющей один вход, к которому прикреплена гофрированная трубка. Вдох и выдох осуществляются через трубку. Часть воздуха, попадающего в легкие спортсмена при вдохе, это выдохнутый им воздух из трубки, содержащий пониженное количество кислорода. Т.е. спортсмен дышит гипоксической смесью. Регулируя длину и диаметр трубки можно управлять составом вдыхаемого воздуха. Однако, точно дозировать состав вдыхаемой гипоксической смеси практически не удается. Данный метод гипоксической тренировки прост, не требует больших финансовых затрат, характеризуется достаточно высокой эффективностью воздействия на организм. Боксер может выполнять практически любую специфическую для бокса тренировочную работу в привычных для себя условиях. Исключение может составлять только работа с партнером.

Задержка дыхания во время выполнения работы в качестве гипоксического воздействия на организм широко используется в подводном плавании, ныряльщиками, подводными стрелками. Но задержка дыхания в качестве дополнительного тренировочного средства применяется и в других видах спорта, в частности в боксе. Задержка дыхания может осуществляться, как при выполнении длительной непрерывной работы, так и при повторном и интервальном методах тренировки. При непрерывной продолжительной работе рекомендуется начинать с кратковременных задержек дыхания, продолжительностью 5-6 сек, чередующихся с 20-25 секундными периодами

обычного дыхания. Постепенно продолжительность задержек дыхания увеличивается и доводится до 20-25 сек и более. Задержки дыхания выполняются сериями по 4-5 задержек. Отдых между сериями 40-60 сек.

Если выполняется повторная или интервальная работа, то с задержкой дыхания может выполняться каждое упражнение или каждое второе упражнение. Вторым вариантом обычно используется при выполнении менее продолжительных, но более интенсивных упражнений. Продолжительность задержек дыхания при выполнении упражнений не должна превышать 50-60% от максимально возможной продолжительности задержки дыхания данным спортсменом в состоянии покоя. При систематическом использовании гипоксических воздействий в тренировочном процессе боксера отмечается рост максимального потребления кислорода, повышается уровень «порога анаэробного обмена» – наименьшей мощности работы, начиная с которой к энергообеспечению подключается анаэробный гликолиз и начинается накопление молочной кислоты. Учитывая, что накопление молочной кислоты является главным фактором утомления боксера во время соревновательного поединка, повышение уровня ПАНО можно рассматривать как серьезный фактор повышения работоспособности. Повышается экономичность в деятельности всех функциональных систем организма, обеспечивающих выполнение мышечной работы. Все это способствует повышению. Наряду с задержкой дыхания в практике спорта используется метод ограничения интенсивности дыхания **путем дыхания только через нос**. При интенсивной мышечной работе из-за чрезмерно высокой легочной вентиляции дыхание становится комплексным: через нос и через рот. Дыхание только через нос снижает размеры легочной вентиляции и уменьшает расход потребляемого кислорода на обеспечение энергией работы дыхательных мышц. Построение тренировочного процесса с дыханием через нос аналогично тренировочному процессу с задержкой дыхания. При выполнении непрерывной работы периодически включаются 30-40 секундные периоды исключительно носового дыхания, разделенного 40-60 секундными интервалами смешанного дыхания. При повторной и интервальной работе используется выполнение каждого упражнения или каждого второго упражнения с дыханием только через нос. Периоды носового дыхания необходимо постепенно увеличивать. Время привыкания к исключительно носовому дыханию при работе обычно продолжается 2-4 недели. Все виды описанных гипоксических воздействий могут использоваться в тренировочном процессе боксера при выполнении большинства обще подготовительных и специально подготовительных упражнений. В первую очередь они направлены на совершенствование системы аэробного энергообеспечения. Тренировка в гипоксических условиях

обеспечивает улучшение работы аппарата внешнего дыхания, повышает сердечную производительность, увеличивает капиллярную сеть в работающих органах и тканях, повышает просвет и эластичность капилляров, увеличивает количество гемоглобина в крови и миоглобина в тканях, количество и активность ферментов аэробного энергетического обмена. Это обеспечивает повышение мощности и емкости процесса аэробного энергообеспечения, величины максимального потребления кислорода, уровня «порога анаэробного обмена». Результатом этого является повышение специальной и общей работоспособности боксеров. В процессе гипоксической тренировки более часто, чем при обычной тренировке, к энергообеспечению подключаются анаэробные процессы, в частности, гликолиз. Поэтому гипоксическая тренировка оказывает положительное воздействие и на гликолитический механизм энергообеспечения, хотя и в значительно меньшей степени, чем на аэробный. Использовать предлагаемые виды гипоксической тренировки можно на всех этапах тренировочного цикла. Но наибольший эффект даст их применение в конце подготовительного периода, когда объемы тренировочных нагрузок достигают максимальных величин и дальнейшее повышение работоспособности за счет увеличения нагрузок становится невозможным. Большую пользу может принести применение гипоксических воздействий в период непосредственной подготовки к ответственным соревнованиям.

Выводы

Практика спортивной тренировки и многочисленные научные исследования убедительно свидетельствуют об эффективности использования различных видов гипоксических воздействий на организм. Необходимо подчеркнуть, что гипоксические воздействия эффективны не только в плане повышения спортивной работоспособности и достижения высоких спортивных результатов, но и повышения уровня здоровья. В первую очередь они улучшают состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Это особенно важно т.к. сердечно-сосудистые заболевания наиболее распространены в мире. В свою очередь повышение уровня здоровья является дополнительным фактором, обеспечивающим достижение высоких спортивных результатов.

Библиография

1. Волков Н.И. Гипоксия и анаэробная производительность // Материалы Всес. конф. по адаптации спортсменов. – Алма-Ата, 1970. С. 109-113.

2. Волков Н.И. Прерывистая гипоксия новый метод тренировки, реабилитации и терапии. Теория и практика физической культуры. 2000, №7.
3. Иорданская Ф.А., Архаров С.И., Дмитриев Е.И., Меринова А.Б. Об использовании гипоксии в тренировке спортсменов. - Теория и практика физической культуры, 1967, № 2, с. 32-35.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДАПТОГЕНОВ В ФИТНЕС КЛУБАХ

Красуцкий А.Г., магистрант
Черемисинов В. Н., к. б. н., профессор
*Российский государственный университет физической культуры,
спорта, молодежи и туризма, Россия, Москва*
kras1406@yandex.ru; misicv@mail.ru

Аннотация. Привлекательность занятий в фитнес клубах связана с быстрым достижением положительных эффектов: улучшением физической формы (состояния), повышением работоспособности, уровня здоровья, самочувствия и т.п. Но использовать для решения указанных задач с занимающимися в фитнес клубах большие физические нагрузки достаточно сложно. Ускорению процессов адаптации может помочь применение адаптогенов. Анализ литературных источников показал, что для решения указанных проблем наиболее подходят препараты элеутерококка и левзеи.

Ключевые слова: занимающиеся в фитнес клубах, эффект тренировки, адаптогены, эффект адаптогенов в спорте, биологически активные вещества.

USE ADAPTOGENS FITNESS CLUB

Krasutsky AG, undergraduate
Cheremisinov VN to. B. Mr., Professor
*Russian State University of Physical Culture,
Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russia*

Abstract. Allure fitness lessons. clubs linked to the rapid achievement of positive effects: improvement of physical form (state), increasing efficiency, level of health, well-being, etc. But use to meet these challenges with the fitness clubs are great exercise quite difficult. Accelerate the processes of adaptation may help the use of adaptogens. an analysis of the literature showed that to address these problems the most suitable preparations jeleuterokkoka and levzei.

Keywords: engaged in fitness clubs, training effect, adaptogens, adaptogens effect in sports, biologically active substances.

Введение. Сегодня посещение фитнес центров и студий спорта становится все более популярным среди современных городских жителей. Клиенты фитнес клубов хотят добиться укрепления здоровья, повысить уровень развития основных физических качеств, приобрести различные двигательные навыки и умения, повысить и сохранить высокую работоспособность, повысить функциональные возможности организма. Для решения поставленных задач тренеры и инструкторы фитнес клубов при работе с занимающимися выстраивают тренировочный процесс, используя принципы спортивной тренировки. Программы тренировок, как правило, составляются с применением методов и средств из практики спорта, которые предусматривают:

- достаточно большой объем выполняемой тренировочной нагрузки практически на каждом занятии,

- непрерывное увеличение объема и интенсивности тренировочных нагрузок .

В тоже время при занятиях в фитнес клубах соблюдать этот принцип достаточно сложно. Люди приходят после напряженного трудового дня, впереди их ожидает еще какая - то домашняя работа. И доводить их до серьезного утомления на тренировке вряд ли целесообразно. Это может привести к отказу от занятий. Но и отсутствие положительных сдвигов в уровне работоспособности, в состоянии здоровья, самочувствии тоже будет отрицательным фактором, который может стать причиной отказа от занятий.

Как известно, кумулятивный эффект мышечной тренировки зависит не только от сдвигов в организме под влиянием отдельных тренировочных занятий, но и от ряда других факторов: использования различных средств ускорения восстановительных процессов, применения средств, повышающих работоспособность и усиливающих анаболические процессы и т.п. Не преуменьшая значимости содержания самого тренировочного занятия, мы решили для повышения эффективности тренировочного процесса использовать дополнительные средства воздействия на организм. При выборе таких средств мы исходили из следующих посылок:

- они не должны быть обременительными,
- обладать достаточно высокой эффективностью,
- быть доступными,
- не требовать больших материальных затрат,
- не иметь побочных отрицательных эффектов.

В спортивной практике для создания благоприятных условий для ускорения восстановительных процессов, формирования более совершенных адаптационных механизмов перестройки организма и повышения работоспособности широко используют различные эргогенические средства.

К числу эргогенических средств относятся различные биологически активные пищевые добавки. На основании вышесказанных суждений из большого разнообразия биологически активных добавок мы остановились на адаптогенах. Критерием для такого выбора послужило положительные сочетания доступности, невысокой цены, широте терапевтического воздействия и практически полного отсутствия отрицательного побочного действия даже при больших дозировках.

Адаптогены – это вещества растительного или животного происхождения, способные стимулировать защитные силы организма к различным воздействиям (простудным и инфекционным заболеваниям, средовым факторам), ускорять процессы адаптации человеческого организма к различным внешним воздействиям (к холоду, жаре, недостатку кислорода, ионизирующему излучению, промышленным загрязнениям и др.), повышать физическую и умственную работоспособность, стрессоустойчивость, ускорять процессы выздоровления после заболеваний, улучшать самочувствие и др. Они практически не токсичны, не вызывают привыкания при длительном применении, не оказывают побочных эффектов [3].

Адаптогены способствуют накоплению в мышцах, печени и сердечной мышце гликогена, повышают чувствительность клеток организма к собственным гормонам и негормональным соединениям, активизируя таким образом обменные процессы. При тяжелых физических нагрузках и при утомлении прием адаптогенов заметно повышает работоспособность [8].

Прием адаптогенов способствует более быстрому восстановлению после физических нагрузок, повышается продукция анаболических гормонов после нагрузки. Процесс тренировки происходит с большей отдачей, повышается работоспособность, утомление наступает значительно позже [12]. Все эти факторы безусловно будут оказывать положительное влияние на занимающихся в фитнес клубе. Желаемый эффект от тренировок будет наступать быстрее. Прием адаптогенов может снивелировать ошибки, допущенные при планировании тренировочного процесса и при недостаточно хорошо составленном рационе. Рост результатов и изменение в лучшую сторону антропометрических показателей может происходить даже при отсутствии существенного увеличения тренировочных нагрузок. Положительный эффект от тренировок может оказать решающее влияние на принятие положительного решения об их продолжении.

Удобство и простота применения, практически полное отсутствие противопоказаний, широкий спектр действия, низкая стоимость и высокая доступность делают адаптогены сильным и ценным помощником у современного делового человека, посещающего залы фитнес-клубов.

Эффективность действия разных адаптогенов не одинакова. Степень влияния разных адаптогенов на различные стороны обменных процессов,

свойства организма, его работоспособность не одинакова[2]. Наиболее эффективными адаптогенами в спортивной практике признаны: женьшень [5], элеутерококк колючий [3,7,1], родиола розовая [6], левзея сафлоровидная [4,11] и аралия манчжурская [10].

Проанализировав литературные источники, касающиеся влияния на организм человека различных адаптогенов и учитывая другие отмеченные выше факторы (отсутствие побочных эффектов, доступность, цена и др.), мы остановились на препаратах на основе элеутерококка колючего и левзеи сафлоровидной.

Однако выбор наиболее пригодных для использования в фитнес клубах адаптогенов еще не решение всех проблем. Остаются не решенными проблемы дозировки, времени использования, наиболее подходящие формы выпуска. Разные люди обладают различной чувствительностью к адаптогенам. Поэтому дозировку следует подбирать индивидуально. Известно, что малые дозы вызывают заторможенность, расслабление. Слишком большие дозы вызывают чрезмерное возбуждение [9].

Важное значение имеет и время приема адаптогенов. Первые эффекты от их применения проявляются достаточно быстро, иногда уже через 15-20 мин. Продолжительность срока действия до 5-6 часов и более [11]. И если их принимать незадолго до сна, то они могут помешать процессу засыпания и ночному сну.

Основной формой изготовления адаптогенов является настойка. Также часто препараты данной группы встречаются в форме жидких экстрактов. Реже можно встретить адаптогены в таблетках, драже и порошках

По отзывам врачей и спортсменов настойки и экстракты дают больший эффект. Настойки и экстракты характеризуются более низкой стоимостью по сравнению с остальными формами. В экстрактах концентрация действующих веществ на порядок выше, чем в настойках и принимая в расчет все предыдущие параметры, делают их более привлекательной формой для употребления. Учитывая сказанное, мы сочли целесообразным остановиться на применении экстрактов.

В литературе достаточно редко встречаются сведения о применении растительных адаптогенов у занимающихся в фитнес клубах. И данные о технологии их применения, дозировке, эффекте от их приема в литературных источниках отсутствуют.

Мы рассчитываем, что соблюдение общих и специфических принципов тренировки в совокупности со сбалансированным питанием и использованием адаптогенов ускорит выход занимающихся на новый качественный уровень и повысит интерес к занятиям.

Библиография

1. Бердышев В.В. Некоторые особенности действия адаптогенов (элеутерококка и лимонника) при однократном употреблении / В.В. Бердышев // Валеология. Диагностика, средства и практика обеспечения здоровья. Владивосток, 1995. - Вып.2. - С. 105-116.
2. Буланов Ю. Б. Анаболизм без лекарств III. – Тверь: ГУПТО, 2005 – 196 с.
3. Брехман И.И. Человек и биологически активные вещества. – Л.: Наука, 1980. – 120 с.
4. Дамбуева Э.А., Сальник Б.Ю. Влияние экстрактов элеутерококка и левзеи на некоторые показатели липидного обмена при дозированной физической нагрузке // Стимуляторы центральной нервной системы. Томск, 1996. С.51-54.
5. Дардымов И.В. Женьшень, элеутерококк / И.В. Дардымов. — М.: Наука, 1976, 184с
6. Крендаль, Ф.П. Исследования препарата из биомассы культуры ткани родиолы розовой / Ф.П. Крендаль // Фармация.-1989.- № 5.- С. 58-62.
7. Линденбратен В.Д., Турбина Л.В. Хадасевич В.Г. и др. Влияние препаратов элеутерококка колючего на некоторые показатели неспецифической устойчивости организма // Новые данные об элеутерококке и других адаптогенах.-Владивосток, 1981 .-С.79.
8. Лупандин А.В. Физиологические механизмы повышения устойчивости организма под влиянием адаптогенов : диссертация доктора биологических наук : 03.00.13 / ЛГУ. - Хабаровск, 1988. - 384 с
9. Методы исследования и фармакологической коррекции физической работоспособности человека / Под ред. академика РАН И. Б. Ушакова. — М. : Медицина, 2007. -104 с.
10. Сравнительное изучение аралии материковой (*Aralia Continentalis* Kitag.) и аралии сердцевидной (*Aralia Cordata* Thunb.) в природе и в культуре на российском Дальнем Востоке: автореферат дис. кандидата биологических наук : 03.00.05 / Горнотаежная станция. Дальневосточ. отд. Рос. АН. - Владивосток, 1996. - 22 с.
11. Тимофеев Н.П., Кокшаров А.В. Изучение субстанции левзеи из листьев: Итоги 15 лет испытаний в легкой атлетике // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования, 2016, №12. – с. 502-505.
12. Robyn Klein."Allostasis Theory and Adaptogenic Plant Remedies" 2004

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТРАКТА ЛЕВЗЕИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА У ЗАНИМАЮЩИХСЯ В ФИТНЕС-КЛУБЕ

Красуцкий А. Г., магистрант,
Черемисин В. Н., к.б.н., профессор,
заслуженный работник физической культуры РФ,
*Российский государственный университет физической культуры, спорта,
молодежи и туризма (РГУФКСМиТ), Москва, Россия*
kras1406@yandex.ru; misicv@mail.ru

Аннотация. В рамках фитнес-проекта «спецкурс «стройное тело», направленного на изменение пропорций и массы тела и имеющего оздоровительную направленность, для повышения эффективности тренировочного процесса был использован адаптоген растительного происхождения – жидкий экстракт левзеи сафлоровидной. Впервые были применены повышенные дозировки данного препарата для занимающихся в фитнес клубах (женщины от 25 до 40 лет). В результате проведенного эксперимента в экспериментальной группе занимающихся было отмечено улучшение общего самочувствия и значительное улучшение контрольных показателей.

Ключевые слова: клиенты фитнес клуба, экстракт левзеи, эффективность тренировочного процесса, улучшение контрольных показателей.

EXTRACT FOR USE LEVZEI EFFICIENCY TRAINING PROCESS AT ENGAGED IN FITNESS CLUB

Krasutsky A. G., undergraduate,
Cheremisinov V. N., candidate of biological sciences,
Professor, *honoured worker of physical culture of the Russian Federation,*
Russian State University of physical culture, sport, youth and tourism
(RGUFKSMiT), Moscow.

Abstract. Within the fitness project "course" lean body ", aimed at changing the aspect ratio and body mass index and a wellness orientation, in order to enhance the effectiveness of the training process was used adaptogen plant origin-liquid extract levzei carthamoides. For the first time elevated dosages were applied this drug for dealing in fitness clubs (women from 25 to 40 years). As a result of experiment in experimental group was observed working on improving overall health and a significant improvement in benchmarks.

Keywords: Fitness Club clients extract levzei, the effectiveness of the training process, improving benchmarks.

Введение. Начиная заниматься фитнесом, человек ставит перед собой определенные цели и пытается решить конкретные задачи. К ним можно отнести снижение или повышение массы тела, коррекция пропорций тела, общее оздоровление организма, повышение работоспособности и др. Однако после напряженного трудового дня выполнять объемную тренировочную работу, без которой невозможно достигнуть положительного эффекта, достаточно сложно. Выходом из такой ситуации может быть использование эргогенических средств, повышающих физическую работоспособность, улучшающих самочувствие, повышающих эффективность тренировочного процесса [7].

С нашей точки зрения наиболее оптимальным выбором для клиентов фитнес клубов являются адаптогены. Критерием такого выбора послужило положительные сочетания доступности, невысокой цены, широте терапевтического воздействия и практически полного отсутствия побочных эффектов [3]. Анализ литературных источников показал, что для повышения работоспособности и общего тонуса организма, наиболее эффективными из представленных на рынке препаратов, являются адаптогены получаемые из левзеи сафлоровидной и элеутерококка колючего [4,6,11].

Целью данной работы явилось изучение влияния адаптогена растительного происхождения – экстракта левзеи сафлоровидной на изменение функциональных показателей, общего состояния организма и уровня физической работоспособности в процессе систематических тренировок у занимающихся в фитнес клубе.

Организация и методы исследования. В эксперименте принимали участие клиентки фитнес клуба «Podvalsport&dancestudio» в возрасте от 25 до 40 лет участвующие в программе «спецкурс «стройное тело». В данной программе приняли участие 20 человек, которые в течение 8 недель занимались по программе курса. Курс направлен на коррекцию фигуры, повышение физических качеств и укрепление здоровья. Участники эксперимента были практически здоровы и во время проведения эксперимента ограничений для тренировочных занятий не имели.

В программу тренировок входили аэробные тренировки и силовой тренинг с использованием различного оборудования (гантели, эспандеры, утяжелители, гимнастические мячи разного размера). Участники эксперимента придерживались общих рекомендаций по рациональному и здоровому питанию. Все наблюдаемые регулярно (3 раза в неделю) посещали тренировки под контролем тренеров и инструкторов фитнес клуба. Один раз в неделю проводилась аэробная тренировка средней интенсивности (аэробика или степ-аэробика) и два раза средние и высоко интенсивные силовые тренировки смешанного аэробно-анаэробного характера. Группа была разделена на 2 подгруппы – экспериментальную (12 человек) и контрольную (8 человек). Обе подгруппы, аналогичные по возрастному составу и исходному уровню физической подготовки, занимались с одинаковой периодичностью по одной

программе. Женщинам из экспериментальной группы в комплекс тренировок включали прием адаптогена – левзеи.

Для оценки общефизической подготовленности использовались следующие тесты:

- Прыжок в длину с места,
- Челночный бег 3x10м,
- Количество приседаний за 1,5 минуты,
- Количество подъемов корпуса из положения лежа за 30 секунд,
- Количество полноамплитудных отжиманий от пола.

Для определения функциональных возможностей, определяющих уровень жизнедеятельности организма использовались тесты:

- Тест руфье
- Проба Генчи

Антропометрические исследования включали в себя измерение следующих показателей:

- Определение массы тела (с помощью электронных весов),
- Определение жирового компонента (измерение кожно-жировых складок с помощью калиперометрии),
- Определение обхватных размеров тела (груди, талии, бедер, ягодиц с помощью сантиметровой ленты).

Тестирование проводилось до начала тренировочных занятий и сразу после завершения эксперимента. Полученный материал был обработан стандартными математическими методами статистики.

В первую неделю эксперимента был осуществлен подбор индивидуальной дозировки препарата. Критерием служили субъективные отзывы занимающихся после выполнения тренировочной нагрузки на фоне приема препарата. Исходными были данные о приеме препаратов левзеи в спортивной практике.

В спорте рекомендуется использовать от 5 до 15 мг на 1 кг массы тела экидистерона, основного действующего начала в левзее [2,8,10]. В 1мл жидкого экстракта левзеи содержится около 60-70 мг экидистерона [5]. Приблизительный расчет для человека весом 60 кг выглядит так: $5\text{мг} * 60\text{ кг} = 300\text{ мг}$ экидистерона. $300\text{ мг} / 70\text{ мг}$ (экидистероновый эквивалент 1 мл экстракта) = 4,3 мл жидкого экстракта левзеи. Аналогичные дозировки в своих исследованиях использовали К. Асано, Т. Такахаси, В. Бердышев, Ю. Багулов. [1,2,9] Индивидуальные дозировки у разных испытуемых колебались в диапазоне от 4 до 5 мл экстракта.

Результаты исследования и их обсуждение. Продолжительность эксперимента составила 8 недель. Прием осуществлялся в день тренировки за 20-30 мин. до начала занятия. Результаты тестирования до и после эксперимента у обеих групп представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты тестирования экспериментальной и контрольной групп
испытуемых

Показатели	Экспериментальная группа (12 человек)		Контрольная группа (8 человек)	
	До эксперимента	После эксперимента	До эксперимента	После эксперимента
<u>Антропометрические показатели</u>				
Масса тела, кг	67,9 ± 6,2	63,3 ± 5,3	65,0 ± 7,6	61,9 ± 6,1
Кол-во жира, %	32,1 ± 3,1	27,0 ± 1,2	31,8 ± 3,1	27,9 ± 1,9
Окружность грудной клетки, см	93,9 ± 4,2	87,1 ± 3,3	89,3 ± 8,4	87,1 ± 5,7
Окружность талии, см	77 ± 3,1	71,5 ± 3,5	76,0 ± 7,0	73,5 ± 5,7
Окружность ягодиц, см	100,9 ± 7,0	95,9 ± 3,9	101,6 ± 4,6	99,3 ± 3,7
Окружность бедер, см	96,2 ± 5,7	91,9 ± 3,2	95,9 ± 4,5	94,1 ± 4,0
<u>Физические</u>				
Прыжок в длину, см	161,3 ± 6,5	175,8 ± 6,4	166,1 ± 12,8	169,1 ± 12,4
Челночный бег 3x10 м, сек	10,5 ± 0,6	9,9 ± 0,6	10,3 ± 1,5	9,8 ± 1,4
Приседания за 1,5 минуты, кол-во раз	48,4 ± 8,4	59,8 ± 9,6	57,4 ± 15,8	66,7 ± 16,8
Подъемы корпуса за 30 секунд, кол-во раз	16,6 ± 1,5	21 ± 2,3	15,6 ± 2,8	20 ± 3,4
Отжимания, кол-во раз	1,9 ± 1,2	4,5 ± 3	4,4 ± 4	6,4 ± 5,6
<u>Функциональные</u>				
Проба Генчи	28,3 ± 3,2	30,0 ± 2,8	30,6 ± 3,5	31,0 ± 3,6
Тест Руфье	9,0 ± 2,7	8,0 ± 3,0	10,7 ± 4,3	11,0 ± 4,5

Сравнительный анализ результатов тестирования показывает положительную динамику в обеих группах практически по каждому показателю. В таблице 2 представлены эти изменения.

Таблица 2

Изменения регистрируемых показателей в экспериментальной и
контрольной группах испытуемых

Показатели	Изменение		траспределения стьюдента (критерий достоверности)		
	Эксперимен- тальная	контрольная	t опыта	t (P=0,90)	t (P=0,95)

<u>Антропометрические</u>					
Масса тела, кг	4,6 ± 1,4	3,1 ± 2,1	1,75	1,73	2,10
Кол-во жира, %	5,1 ± 2,6	3,9 ± 3,0	0,9	1,73	2,10
Окружность грудной клетки, см	6,8 ± 4	2,1 ± 3,7	2,6	1,73	2,10
Окружность талии, см	5,6 ± 2,7	2,5 ± 2,5	2,5	1,73	2,10
Окружность ягодиц, см	5,0 ± 4,0	2,4 ± 2,3	1,75	1,73	2,10
Окружность бедер, см	4,3 ± 2,8	1,8 ± 2,1	2,2	1,73	2,10
<u>Физические</u>					
Прыжок в длину, см	14,5 ± 6,7	3 ± 2,9	4,9	1,73	2,10
Челночный бег 3x10 м, сек	0,5 ± 0,3	0,5 ± 0,5	0,2	1,73	2,10
Приседания за 1,5 минуты, кол-во раз	11,3 ± 3,4	9,4 ± 5,9	0,8	1,73	2,10
Подъемы корпуса за 30 секунд, кол-во раз	4,5 ± 2,7	4,4 ± 3,1	0,1	1,73	2,10
Отжимания, кол-во раз	2,7 ± 2	2 ± 1,8	0,7	1,73	2,10
<u>Функциональные</u>					
Проба Генчи	1,7 ± 1,4	0,4 ± 3,3	0,98	1,73	2,10
Тест Руфье	1,1 ± 1,1	0,4 ± 1,25	2,5	1,73	2,10

Результаты изменения антропометрических показателей более существенны в экспериментальной группе. Разница между изменениями окружность груди, талии и бедер составила соответственно 223%, 124%, 139%. Данные изменения статически достоверны ($p < 0,05$). Разница изменения веса составила почти 48%. Уменьшение количества подкожного жира отмечается в обеих группах. Но заметно большего результата в экспериментальной группе не отмечается

Из показателей, характеризующих физические качества, заметно выделяется прыжок в длину с места. Динамика изменений в экспериментальной группе более чем в 4 раза превышает аналогичную динамику в контрольной группе. Данные статически достоверны ($p < 0,05$). Это свидетельствует о существенном приросте силы мышц ног.

Специфика тренировочного процесса в фитнес клубах включает большой объем работы, выполняемой преимущественно за счет мышц нижних конечностей (приседания с отягощениями, выпады, прыжки и т.п.). Значительных различий в приросте количества приседаний в экспериментальной и контрольной группах не отмечается. Хотя и виден заметный прирост показателей в обеих группах. По остальным показателям

разницы между экспериментальной и контрольной группой не выявлено. Небольшой прирост показателей в количестве отжиманий и челночном беге в обеих группах. И примерно одинаковое увеличение показателей в количестве подъемов корпуса.

Заметные отличия наблюдаются в уровне функциональных возможностей организма. По результатам пробы Руфье возможности сердечно-сосудистой системы заметно улучшились у экспериментальной группы (на 63%, $p < 0,05$). При этом стоит отметить, что у испытуемых в экспериментальной группы нет ни одного ухудшения результата. В контрольной группе несколько человек ухудшили свои показатели после проведения эксперимента. По-видимому, прием экстракта левзеи благоприятно сказывался на работе сердечно-сосудистой системы. По показателям состояния дыхательной системы заметных преимуществ от приема адаптогена не отмечается.

По субъективным отзывам занимающихся прием препарата улучшал настроение и повышал желание тренироваться. Тренировки проходили с большей отдачей, утомление практически не наступало. К концу эксперимента был замечен общий тонизирующий эффект, который выражался в сохранении хорошего самочувствия в течение всего дня. Также был замечен положительный накопительный эффект от приема препарата, выражающийся в сохранении высокого уровня умственной работоспособности к концу рабочего дня (большинство клиентов, работники преимущественно умственного труда).

Выводы

По результатам исследования можно сделать несколько выводов о целесообразности дополнительного приема экстракта левзеи занимающимися в фитнес клубах:

1) Обеспечил более значительно повышение физических качеств, улучшение работы сердечно-сосудистой системы, повышение физической работоспособности.

2) Повышает настроение, улучшает самочувствие и умственную деятельность. Концентрация внимания и умственная работоспособность сохраняются на протяжении всего трудового дня.

3) Способствует более значительному улучшению антропометрические показатели под влиянием систематической тренировки.

Библиография

13. Бердышев В.В. Некоторые особенности действия адаптогенов (элеутерококка и лимонника) при однократном употреблении / В.В. Бердышев // Валеология. Диагностика, средства и практика обеспечения здоровья. Владивосток, 1995. - Вып.2. - С. 105-116.

14. Буланов Ю. Б. Анаболизм без лекарств III. – Тверь: ГУПТО, 2005 – 196 с.
15. Брехман И.И. Человек и биологически активные вещества. – Л.: Наука, 1980. – 120 с.
16. Дамбуева Э.А., Сальник Б.Ю. Влияние экстрактов элеутерококка и левзеи на некоторые показатели липидного обмена при дозированной физической нагрузке // Стимуляторы центральной нервной системы. Томск, 1996. С.51-54.
17. Дремова Е.А. Фитохимическое исследование левзеи сафлоровидной: автореферат дисс. кандидата фармацевтических наук: 15.00.02 . Самара, 2007. - 150 с
18. Лупандин А.В. Физиологические механизмы повышения устойчивости организма под влиянием адаптогенов: диссертация доктора биологических наук : 03.00.13 / ЛГУ. - Хабаровск, 1988. - 384 с
19. Тамбовцева Р.В., Быкова У.И. Влияние аммонийной соли янтарной кислоты на память, мышление и внимание спортсменов // Теория и практика физической культуры, 2016, № 7, с.28-31.
20. Тимофеев Н.П., Кокшаров А.В. Изучение субстанции левзеи из листьев: Итоги 15 лет испытаний в легкой атлетике // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования, 2016, №12. – с. 502-505.
21. Такахаси Т., Асано К., Куго Х., Кукояма М Влияние элеутерококка на мышечную работоспособность людей // Новые данные об элеутерококке: Матер. Междун. Симпозиума по элеутерококку. Владимир, 1986. - С. 166-170.
22. High-performance Liquid Chromatography Analysis of Four *Leuzea carthamoides* Flavonoids / Petr Stodulka et al. //J.of Chromatogr. Science. -2008. - Vol.46, N.2. - P. 162-164
23. Robyn Klein."Allostasis Theory and Adaptogenic Plant Remedies" 2004

СПОРТИВНАЯ ПРИКЛАДНОСТЬ НООТРОПНЫХ СРЕДСТВ

Сечин Д.И., магистрант

Тамбовцева Р.В., д.б.н., профессор

Российский государственный университет физической культуры,

спорта молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)

Москва, Россия

dimasechin@gmail.com; ritta7@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается феномен применения ноотропных средств в практике спорта. В силу объективных причин,

обусловленных малой разработкой проблемы исследования, был проведен анализ современной классификации ноотропных средства также современного состояния научно-методической разработки изучаемой проблемы. В качестве результатов были определены прикладные направления применения ноотропных средств в рамках спортивной подготовки.

Ключевые слова: ноотропные средства, спортивная подготовка.

SPORTS APPLIED OF NOOTROPICS DRUGS

Sechin D.I.,

Tambovtseva R.V.

Doctor of Biological Sciences, professor

Russian state university of physical education, sport,

youth and tourism (SCOLIPE),

Moscow, Russia

Abstract. In this article examines the phenomenon of the use of nootropic agents in the practice of sport. For objective reasons, due to the development of small problems in the study, an analysis of the modern classification of neuroprotective agents and the current state of scientific and methodological development study problems. As the results were defined application areas of application nootropics within sports training.

Keywords: nootropics, sportstraining

Введение. Современные ноотропные средства имеют обширную классификацию, дифференциация которых позволяет подбирать средства, соответствующие определенным запросам практики коррекции когнитивных процессов. Состояние основного органа, обеспечивающего контроль за применением фармакологических и других средств в спорте, не предполагает полного запрета на прием препаратов рассматриваемой группы. Большинство ноотропных препаратов различных классов разрешены к приему спортсменами, как в подготовительном, так и в соревновательном периодах. Относительная новизна открытий ноотропных эффектов сказывается на информационном обеспечении применения ноотропных средств в практике спорта. Ввиду этого, необходим анализ средств данной группы, с целью определения спортивной прикладности ноотропных средств.

Актуальность нашего исследования основана на необходимости разрешения вопросов применения ноотропных средств, ввиду очевидной

неадаптированности научных знаний к практике спорта, что в свою очередь порождает ряд неопределенностей и заблуждений касательно применения рассматриваемых средств.

В контексте данного исследования была поставлена следующая цель: установить специфику применения ноотропных средств в соответствии с запросами современной спортивной практики.

В соответствии с поставленной целью, было определено последовательное решение следующих основных задач: - проанализировать современные классификации ноотропных средств и определить возможность их спортивной прикладности; - выявить современное состояние феномена применения ноотропных средств в практике спорта; - определить прикладные направления применения ноотропных средств в практике спорта.

Прикладность имеет множество толкований, одно из которых, согласно толковому словарю Ушакова, заключается в наличии чисто практического значения. Прикладность предполагает наличие практического отклика на практике. Говоря о спортивной прикладности, мы можем предположить наличие эффективности применения ноотропных средств в практике решения определенных задач, решение которых воплощается в способности к достижению спортсменами индивидуально высоких спортивных результатов.

В последующем изложении материала, под ноотропными средствами мы будем подразумевать те средства, которые оказывают специфическое позитивное влияние на высшие интегративные функции мозга.

Современная классификация ноотропных средств разрабатывается рядом авторов (Т.А. Воронина, С.Б. Середенин 2007; И.Ф. Беленичев, Д.А. Середа, Ю.К. Дейниченко, Н.В. Бухтиярова, С.В. Павлов, Л.И. Кучеренко 2010) [3, 5]

Т.А. Воронина и С.Б. Середенин (Москва, 2007), приводят следующую классификацию ноотропных средств:

1. активаторы метаболизма мозга и белково-нуклеинового синтеза (пирролидоновые ноотропные препараты; вещества природного происхождения и близкие к ним);
2. ноотропные препараты, реализующие действие через нейромедиаторные системы (холинергические; влияющие на систему возбуждающих аминокислот; влияющие на систему ГАМК; влияющие на серотонинергическую систему; влияющие на дофаминергическую систему и ингибиторы МАО; влияющие на аденозиновую систему, фосфодиэстеразу; влияющие на гистаминовую систему; влияющие на каннабиноидную систему);
3. нейропептиды и их аналоги;

4. нейростероиды и мелатонин;
5. антиоксиданты;
6. антагонисты кальция
7. церебральные вазодилататоры;
8. вещества, влияющие на протеинкиназы;
9. витамины и их аналоги, пищевые добавки, вещества растительного происхождения;
10. вещества, влияющие на нейротрофиновую систему;
11. Вещества, влияющие на процесс нейродегенерацию при болезни Альцгеймера;
12. Средства для лечения синдрома дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) у детей и взрослых. [5]

Ряд авторов (И.Ф. Беленичев, Д.А. Серeda, Ю.К. Дейниченко, Н.В. Бухтиярова, С.В. Павлов, Л.И. Кучеренко 2010; И.С. Евтушенко 2013), приводят классификацию ноотропных средств по принципу химических групп: производные пирролидина; ГАМК; ГОМК; ГОПК; витамин B_6 ; аминокусусная кислота; хлорфеноксикусусная кислота; триптамин; нейропептиды; дипептиды; алкалоиды барвинка; другие растительные; комбинированные. Развитие нейрофармакологии являлось толчком к разработке большого количества ноотропных препаратов. [3]

Абстрагируясь от классификации ноотропных средств, нужно отчетливо понимать, что эта группа средств включает в себя семейства веществ из различных групп химических соединений с разными спектрами фармакологических эффектов и механизмов действия. Важным аспектом применения ноотропных средств в спорте является достоверность действия этих средств не только при патологии, но и в норме.

Ноотропные средства уже получили широкое распространение у студентов высших учебных заведений. В исследованиях, проведенных Д.А. Макаровой и А.В. Таракановой (Саратов, 2015-2016г.), посвященных социологическому аспекту применения ноотропных средств, была выявлена тенденция к облегчению процесса социализации при помощи группы изучаемых препаратов. При этом был отмечен факт приема ноотропных препаратов у 26% опрошенных студентов (n=173) высшего учебного заведения. [10, 11]

Переходя к спортивной практике, нельзя не отметить то, что ноотропные средства также применяются и в спортивной медицине, направленность их

применения описывает Ю.С. Цыганок (Харьков, 2014). В рамках спортивной медицины ноотропные средства используются для: повышения концентрации спортсмена; при черепно-мозговых травмах; при сосудистых нарушениях у спортсменов; при головокружении; в качестве восстановительного лечения после соревнований или тренировок с перегрузками. Вышеописанная направленность применения этих средств соответствует требованиям поддержанию уровня здоровья спортсменов на оптимальном уровне с рациональной коррекцией различных отклонений. Однако, спектр действия ноотропных средств позволяет рассматривать их как эффективный экзогенный фактор спортивной тренировки.

В ходе библиографического розыска и анализа научной и научно-методической литературы сугубо спортивной направленности, были определены возможности повышения определенных качеств у спортсменов при помощи ноотропных средств.

В.А. Лиходеева, В.Б. Мандриков, И.В. Лущик, А.М. Чижиков (ВолГМУ, 2007) при помощи применения ноотропных средств (аминалон, фенибут, пикамилон) в своем исследовании доказали возможность повышения силовой и скоростно-силовой подготовленности акробатов. В качестве выводов авторы отмечают возможность формирования целесообразных координационных и структурных параметров движения на более высоком уровне адаптации, вызванном при помощи метаболических препаратов рассматриваемой группы. [7]

В.С. Бакулиным и В.И. Макаровым (ВолГМУ, 2011) исследовалась термопротекторная эффективность таких препаратов, как «пирацетам», «фенибут» и «обзидан», при мышечной работе субмаксимальной мощности в условиях затрудненной теплоотдачи. Одновременный прием вышеописанных препаратов в определенной дозировке доказательно оказал положительное действие на тепловое состояние, работоспособность и субъективные ощущения спортсменов, при выполнении работы большой мощности. Тогда как прием препарата «обзидана» в дозировке 0,08г, оказал ярко выраженное протекторное действие на сердечно-сосудистую систему, что определялось стабилизацией частоты сердечных сокращений и артериального давления в пределах оптимальных значений. [2]

В.А. Лиходеева, в своей диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук (Волгоград, 2011), изучая параметры дизадаптации и разрабатывая оптимизацию функционального состояния спортсменов на базовом этапе начального периода специализированной подготовки при помощи нейрометаболических препаратов (Аминалона, фенибута, пикамилона) приводит рекомендации к применению данных препаратов в качестве средств

восстановления функционального состояния организма дизадаптированным спортсменам. [9]

В.А. Лиходеева, А.А. Спасов, И.Б. Исупов и В.Б. Мандриков (ВолГМУ, 2016), приводят данные о том, что 4-ех недельный курс применения препарата «фенибут» способствовал оптимизации биохимического статуса и церебрального кровообращения при разных типах системной гемодинамики у пловцов после разминки. Касательно препарата «фенибут», следует отметить, что данный препарат с начала 2016 года внесен в перечень запрещенных к приему спортсменами как в подготовительный, так и в соревновательный периоды. [8]

Также проблема применения ноотропных средств в спорте, начинает иметь и локальный характер. Например, А.В. Симагина (Москва, 2016) описывает ноотропные препараты, как наиболее важные в системе допинг контроля шахматистов. [14]

Постепенное появление научно-исследовательских работ по данной тематике является позитивной тенденцией, однако необходимо рассмотреть путь интеграции получаемых данных в рабочие программы, разрабатываемые для профильных высших учебных заведений.

Интересным для нас является то, что в 2012 году, был разработан учебно-методический комплекс «современная фармакология спорта», составителем которого является профессор Э.С. Питкевич (Витебск, 2012), заведующий кафедрой ЛФК и спортивной медицины УО «ВГУ им. П.М. Машерова». В рамках данной программы одной из целей является предоставление информации о недопустимости применения фармакологических препаратов без их назначения врачами, а также об использовании запрещенных в спорте лекарственных средств, допинговых методов и препаратов. В качестве задач фигурирует изучение классификации лекарственных и немедикаментозных способов в контексте адаптации к физическим нагрузкам. В рамках решения этой задачи предполагается изучение рассматриваемых нами ноотропных средств. В рассматриваемой программе, ноотропные средства относят к средствам новой фармакологической группы, анаболизирующим препаратам, а также к основным фармакологическим средствам, применяемым в спорте. Конкретно ноотропные средства описываются как позитивно влияющие на умственную деятельность, а при длительном введении могут быть полезны при состояниях хронического утомления.

В то же время была разработана рабочая программа учебной дисциплины «Фармакология спорта», автором которой является Н.М. Карагеоргий (Томск, 2012). В данной программе ноотропные средства относятся к фармакологическим препаратам спорта, а также рассматривается вопрос их своевременного применения.

В современных программах по учебной дисциплине «Спортивная фармакология» на примере программы, разработанной Т.Р. Абакумовой (Казань, 2016), ноотропные средства также рассматриваются как основные лекарственные средства, используемые спортсменами.

В свою очередь, при анализе рабочих программ по дисциплине «Спортивная медицина» (Е.М. Волкова, Казань, 2013; Е.А. Рогачев, Белгород, 2014), не было выявлено отчетливого рассмотрения ноотропных средств.

Вопрос интеграции современных научных данных, касательно ноотропных средств, на данный момент решается путем изменения рабочих программ по профильным дисциплинам в рамках бакалаврского уровня образования. Ввиду текущей ситуации с информационным обеспечением уровня компетентности будущих кадров по данному вопросу, является целесообразным возложение полного «ноотропного обеспечения» непосредственно на спортивных врачей. Исходя из сложности рассматриваемой проблемы, интеграция научного знания в спортивную практику, должна происходить непосредственно через разработку методических рекомендаций для спортивных врачей, осуществляющих контроль за спортсменами.

Результаты исследования.

Для более углубленного понимания рассматриваемой проблемы, нами было проведено анкетирование, в котором приняли участие 79 студентов РГУФКСМиТ, обучающихся на очной и заочной формах обучения, имеющих спортивный разряд от 1 взрослого до МСМК. Из опрошенных студентов, 4 человека являются кандидатами в национальную сборную, 5 человек состоят в национальной сборной на момент анкетирования, 21 человек состоял в национальной сборной ранее. По результатам анкетирования было выявлено, что:

- 18 (22,8%) респондентов перенесли черепно-мозговые травмы, количество которых варьируется от 1 до 5.
- 61 (77,2%) респондент не имеет нарушений памяти, концентрации, внимания или мышления, тогда как 7 (8,9%) человек имеют нарушения концентрации, 6 (7,6%) имеют нарушения памяти, 3 (3,8) имеют нарушения внимания, а у 2 (2,5) респондентов имеются нарушения мышления;
- 41 (51,9%) респондент имеет потребность в повышении умственной работоспособности с целями повышения спортивного результата, 13 (16,5%) респондентов затруднились ответить на данный вопрос, а 25 (31,6%) респондентов дали отрицательный ответ;
- 47 (59,5%) респондентов имеют представление о группе ноотропных препаратов, 32 (40,5%) не имеют представления о данной группе препаратов;

- 23 (29,1%) респондента имеют опыт приема ноотропных препаратов, 56 (60,9%) респондентов не имеют опыт приема препаратов данной группы.

Важным для нас явилось то, что: большинство опрошенных спортсменов имеют представление о группе ноотропных препаратов; факт приема ноотропных препаратов у 29% опрошенных спортсменов.

12 спортсменов принимали ноотропные препараты по результатам врачебного контроля. Однако большинство спортсменов принимали ноотропные препараты для повышения умственной работоспособности в контексте избранного вида спорта. Также, спортсмены охарактеризовали опыт приема ноотропных препаратов, как положительный. Во время приема спортсмены ощущали улучшение памяти, восприятия, а также повышенную активность, при отсутствии каких-либо нарушений.

25 (31,6%) опрошенных положительно отнеслись к включению ноотропных препаратов в перечень средств фармакологического обеспечения процесса спортивной подготовки, тогда как 23 (29,2%) опрошенных выбрали вариант ответа «Возможно», а 31 (39,2%) опрошенных выбрали отрицательный ответ.

Сопоставляя статистику применения ноотропных средств спортсменами, со статистикой их применения студентами высших учебных заведений, приведенной ранее (Д.А. Макарова и А.В. Тараканова, 2015-2016г.), можно сделать заключение о том, что ноотропные средства имеют большую степень распространенности в спорте. Факт повышенной распространенности применения ноотропных средств спортсменами в совокупности с малой изученностью данных средств в практике спорта делает рассматриваемую проблему еще более актуальной.

Выводы

Резюмируя обзорный материал и проведенное социологическое исследование, можно сделать ряд выводов по проделанной работе:

1. Развитие различных отраслей фармакологии способствует постоянному дополнению и расширению классификации ноотропных средств. Большинство ноотропных средств, с их избирательным воздействием, не имеют каких-либо побочных эффектов в совокупности с отсутствием противопоказаний к применению. Ноотропные средства имеют высокую степень прикладности в рамках спортивной практики, что обусловлено в первую очередь их обширной классификацией и отсутствием ограничений к приему антидопинговыми агентствами. Спектр ноотропных средств настолько широк, что позволяет бинарно решать задачи спортивной подготовки, исходя из индивидуальных особенностей спортсменов, с помощью одного единственного ноотропного средства. Внедрение ноотропных средств в практику спорта эффективнее осуществлять путем повышения компетенции спортивных врачей,

обеспечивающих контроль спортивной подготовки, при помощи разработки методических и практических рекомендаций по применению определенного ноотропного средства. В целях повышения компетенции тренеров по данному вопросу, необходимо уточнение рабочих дисциплин в профильных высших учебных заведениях.

2. В ходе анализа проведенного анкетирования было выявлено, что современная спортивная практика предполагает решение проблем, предмет которых позволяет их эффективное решение при помощи ноотропных средств. Ноотропные средства применяются в практике спорта, в некоторых случаях по результатам этапного врачебного контроля, с целью профилактики когнитивных нарушений, являющихся либо сугубо индивидуальными, либо следствием углубленной спортивной специализации. Также в практике спорта присутствует бесконтрольный прием ноотропных средств, обусловленный некой осведомленностью об эффектах рассматриваемых средств либо тренером, либо непосредственно самим спортсменом. Бесконтрольный прием ноотропных средств связанный с задачами спортивной подготовки определяется текущей степенью разработанности методик их применения, что является недопустимым и требует рационализации в виде повышенного контроля медицинским персоналом за приемом ноотропных средств спортсменами.
3. В качестве основных прикладных направлений применения ноотропных средств в практике спорта целесообразно выделять следующие: коррекция психофизиологических и антиастенических состояний; повышение психофизиологической работоспособности спортсменов; коррекция посттренировочной и постсоревновательной напряженности; профилактика патологических состояний ЦНС и ПНС являющихся следствием спортивной практики. Приведенные прикладные направления применения ноотропных средств в практике спорта должны рассматриваться в интегративном контексте становления спортивной формы спортсменов. В свою очередь, ноотропные средства можно охарактеризовать как истинные эргогенные средства включение которых в перечень экзогенных факторов спортивной тренировки позволит повысить её эффективность. Разработка основных прикладных направлений применения ноотропных средств в практике спорта является актуальной проблемой, решение которой необходимо проводить в рамках профилирующей научной дисциплины «Эргогеники спорта».

Библиография

1. Арушанян Э. Б. Лекарственное улучшение познавательной деятельности мозга (ноотропные средства) //Ставрополь: Изд-во СтГМА. – 2004.
2. Бакулин В. С., Макаров В. И. О термопротекторной эффективности пирацетама, фенибута и обзидана при мышечной работе субмаксимальной

- мощности в условиях затрудненной теплоотдачи //Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2011. – №. 2 (38).
3. Беленичев И. Ф. и др. Современные ноотропные препараты: классификация, механизм действия, перспективы применения //Запорожский медицинский журнал. – 2010. – Т. 12. – №. 5. – С. 122-126.
 4. Волков Н.И. Эргогенные эффекты спортивного питания: научно-методические рекомендации для тренеров и спортивных врачей [Текст] / Н.И. Волков, В.И. Олейников. – М.: Советский спорт, 2012. – 100 с.
 5. Воронина Т. А., Середенин С. Б. Ноотропные и нейропротекторные средства //Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2007. – Т. 70. – №. 4. – С. 44-58.
 6. Корягина Ю. В. Общие аспекты применения эргогенных средств в спорте высших достижений // Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений. – 2013. – Т. 1. – №. 1. – С. 169-178.
 7. Лиходеева В. А. и др. Влияние метаболических препаратов на силовую и скоростно-силовую подготовленность акробатов //Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2007. – №. 4 (24).
 8. Лиходеева В. А. и др. Особенности влияния фенибута на параметры системного кровообращения и формирование механизмов поддержания АД //Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2016. – №. 4 (60).
 9. Лиходеева В. А. Фармакологическая коррекция функционального состояния спортсменов на базовом этапе тренировочного процесса в условиях дизадаптации : дис. – Волгоград : автореф. дис.... д-ра биол. наук, 2011.
 10. Макарова Д. А., Тараканова А. В. Влияние ноотропных препаратов на успеваемость студентов //Бюллетень медицинских интернет-конференций. – Общество с ограниченной ответственностью «Наука и инновации», 2015. – Т. 5. – №. 12.
 11. Макарова Д. А., Тараканова А. В. Ноотропные препараты как средство достижения социального успеха: к проблеме постчеловечества //Бюллетень медицинских Интернет-конференций (ISSN 2224-6150). – 2016. – Т. 6. – №. 5. – С. 967.
 12. Питкевич Э. С. Современная фармакология спорта [Электронный ресурс]. – 2012.
 13. Платонов В.Н. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и её практическое применение / В.Н. Платонов. –К.: Олимп. лит., 2014. – 624 с.: ил.
 14. Симагина А. В. Вероятность применения допинга в шахматах // Проблемы и перспективы развития науки в России. – 2016. – С. 140.

ПОВЫШЕНИЕ УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У СПОРТСМЕНОВ ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОПЕПТИДА «СЕМАКС 0.1%»

Сечин Д.И., магистрант

Тамбовцева Р.В., д.б.н., профессор

*Российский государственный университет физической культуры,
спорта молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)*

Москва, Россия

dimasechin@gmail.com; ritta7@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются результаты экспериментального исследования влияния нейропептида «Семакс 0,1%», на умственную работоспособность спортсменов различных специализаций.

Ключевые слова: умственная работоспособность, нейропептиды, семакс 0,1%, эргогенное средство, спорт.

INCREASE MENTAL PERFORMANCE OF ATHLETES WITH NEUROPEPTIDES «SEMAX 0,1%»

Sechin D.I.,

Tambovtseva R.V. Doctor of Biological Sciences, professor

*Russian state university of physical education, sport,
youth and tourism (SCOLIPE),*

Moscow, Russia

Abstract. This article discusses the results of an experimental study of the effect of neuropeptide "Semax 0,1%", in the mental performance of athletes of various specializations.

Keywords: mental performance, neuropeptides, semax 0,1%, ergogenic agent, sport.

Актуальность. Применение различных средств, позволяющих повысить работоспособность у спортсменов, является одним из путей интенсификации тренировочного процесса в рамках многолетней спортивной тренировки [6].

Препарат «Семакс» является регуляторным пептидом, имеющим широкий диапазон воздействия. Спектр воздействия препарата является достаточно

широким, и комплексный эффект заключается в повышении умственной и физической работоспособности. В качестве частных эффектов выделяют: ноотропный, психостимулирующий, нейропротекторный, антиоксидантный и антигипоксический. Препарат «Семакс» фигурирует во всех современных классификациях ноотропных средств и относится к группе нейропептидов, нейротрофических и церебропротекторов.

Поиск средств повышения спортивной работоспособности в вышеописанных фармакологических группах, обусловлен текущим состоянием системы допинг контроля, имеющей тенденцию к ужесточению правил применения фармакологических препаратов (Е.Д. Алексеева, 2013). [1]

Ввиду того, что препарат «Семакс 0,1%» является в первую очередь регуляторным пептидом, необходимо изучение специфики его влияния на умственную работоспособность спортсменов, для определения дальнейших направлений исследований данной проблематики.

Целью настоящего исследования являлось определение влияния срочного эффекта от разового введения препарата «Семакс 0,1%» на умственную работоспособность у спортсменов различных специализаций.

Исходя из поставленной цели, были сформулированы следующие задачи: разработать программу применения препарата «Семакс 0,1%» для выявления изменений в показателях умственной работоспособности у спортсменов; экспериментально применить разработанную программу; проанализировать результаты, полученные ходе проведенного эксперимента.

В ходе анализа научной, научно-методической и документальной литературы, были рассмотрены проблемы повышения умственной работоспособности у спортсменов при помощи нейропептидов. Было определено, что рассмотрение феномена повышения умственной работоспособности при помощи различных препаратов целесообразно проводить в рамках развивающейся научной дисциплины, находящейся на этапе своего становления – «Эргогеники спорта». Направления исследований в рамках эргогеники спорта связаны с определением влияния различных классов эргогенических средств на работоспособность спортсменов. Работоспособность спортсменов, являясь комплексным и многосторонним явлением, логически предполагает наличие отдельных сторон работоспособности, одной из которых и является умственная работоспособность. Тем самым, одним из предметов эргогеники спорта и является умственная работоспособность, включая также частные аспекты данного явления.

К эргогеническим средствам принято относить как пищевые и фармакологические средства, так и биомеханические, физиологические и психологические. Аспект применения фармакологических средств в практике спортивной подготовки тщательно изучается, и является направлением проводимого нами исследования.

Выбор фармакологического средства для исследования был обусловлен анализом различных ноотропных средств, отнесенных к группе нейропептидов, являющихся разрешенными антидопинговыми агентствами к приему спортсменами. Определение именно препарата «Семакс 0,1%», основано на соответствии этого препарата основным требованиям, предъявляемым к эргогенным средствам в спорте высших достижений. В качестве требований выступали следующие положения:

- эргогенное средство не должно быть в списке запрещенных веществ WADA;
- эргогенное средство должно иметь физиологическую и метаболическую эффективность;
- эргогенное средство не должно причинять излишнего неудобства и экстремальных ситуаций, не вызывать срочные и негативные последствия для здоровья спортсмена;
- эргогенное средство не должно вызывать чрезмерного и долгосрочного уменьшения тренированности, не содержать данных об отрицательных результатах работы в литературе. [3]

Ввиду того, что феномен умственной работоспособности поддается исследованию при помощи психофизиологических методов, нами был определен исследовательский инструментарий, состоящий из следующих методов:

- определение времени простой сенсомоторной реакции на свет рукой;
- определение времени простой сенсомоторной реакции на звук рукой;
- определение времени реакции выбора;
- определение длительности индивидуальной минуты;
- воспроизведение длительности временного интервала, заполненного световым сигналом;
- воспроизведение длительности временного интервала, заполненного звуковым сигналом;
- теппинг-тест рукой. [4, 5]

Физиологическое воздействие препарата «Семакс 0,1%», оценивалось не только по изменению психофизиологических показателей, а в совокупности с

поиском корреляционной связи между изменением результатов тестирований и соотношения отдельных компонентов тела спортсменов.

Методы исследования. В качестве основного инструментария при проведении исследования были использованы следующие технические устройства:

- аппаратно-программный комплекс «Спортивный психофизиолог» [4, 5];
- анализатор жировой массы BC-543 (Dongguan Tanita Health Equipment Co).

В рамках нашего исследования генеральная совокупность исчисляется 34 испытуемыми, которыми являются спортсмены различных специализаций, имеющие спортивный разряд не ниже 1 взрослого. Все участники эксперимента были осведомлены о возможных побочных эффектах и ограничениях к приему препарата, а также дали письменное согласие на прием препарата «Семакс 0,1%» в рамках нашего исследования.

Для исследования интересующего нас феномена, генеральная совокупность была подразделена на две бесповторные выборки. Выборка, которая принимала плацебо (далее – контрольная группа) состояла из 14 спортсменов, тогда как выборка, принимавшая «Семакс 0,1%» (далее – экспериментальная группа) состояла из 20 спортсменов.

Проведение эксперимента было основано на нескольких этапах, а именно:

- вводные инструкции по выполнению тестов, ответы на возникшие вопросы испытуемых по теме тестирования;
- предоставление испытуемым информации о препарате «Семакс 0,1%»;
- получение письменного согласия на участие в проводимом эксперименте с введением препарата «Семакс 0,1%»;
- выполнение серии тестов на аппаратно-программном комплексе «Спортивный психофизиолог»;
- интраназальное введение препарата «Семакс 0,1%» в дозировке 500 мкг активного вещества, разделенное на два введения, с интервалом между введениями – 10 минут или введение плацебо (в зависимости от группы);
- выдерживание временного интервала в 15 минут, для обеспечения всасывания, распределения и усвоения активного вещества;
- во время выдерживаемого временного интервала – проведение антропометрического обследования при помощи анализатора жировой массы BC – 543;

- повторное выполнение серии тестов на аппаратно-программном комплексе «Спортивный психофизиолог»;
- анкетирование испытуемого о самочувствии.

Полученные в ходе проведенного нами исследования данные, ввиду их измерения в рамках интервальных шкал, были обработаны при помощи методов математической статистики, соответствующим данным шкалам.

Анализ полученных результатов был произведен после их статистической обработки, выполненной в программе MicrosoftExcelс применением надстроек для анализа данных.

Результаты исследования и их обсуждение. При помощи двухвыборочного F-теста для дисперсии, а также двухвыборочного t-теста для одинаковых или различных дисперсий, нами было определено то, что обе выборки не имеют статистических различий между собой по результатам первой попытки в серии тестов, выполняемых на аппаратно-программном комплексе.

По результатам сравнения результатов, показанных в обеих попытках испытуемыми контрольной группы, не было выявлено статистических различий, что было обеспечено при помощи парного двухвыборочного t-теста для средних. Однако сопоставляя результаты в попытках у экспериментальной группы, были выявлены различия по показателям, характеризующим время реакции на свет, звук и реакцию выбора. Характер изменений, вызванных введением препарата «Семакс 0,1%», будет описан далее, после сравнения обеих выборок между собой по показателям второй попытки.

Далее нами были предприняты действия, направленные на сравнение результатов обеих выборок по результатам второй попытки в серии тестов, для чего нами были использованы двухвыборочные F- и t- тесты (для одинаковых или различных дисперсий), результаты которых представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты сравнения дисперсий и средних значений разницы результатов в тестированиях у испытуемых обеих выборок

Двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями	Двухвыборочный F тест для дисперсии		
	P(T<=t) двухст.	P(F<=f) одност.	
0,0001	0,0000	0,00000	Время реакции на свет (рукой)(с.)
0,0502	0,0251	0,00012	Время реакции на звук (рукой)(с.)
0,0040	0,0020	0,00003	Время реакции выбора (с.)
0,1469	0,0734	0,00013	Индивидуальная минута (с.)
0,0368	0,0184	0,00000	воспр. временного интервала,
0,9334	0,4667	0,00005	воспр. временного интервала,
0,7849	0,3925	0,00085	Теппинг-тест (рукой) (1-ый)
0,7547	0,3773	0,00000	Теппинг-тест (рукой) (2-ой)
0,9483	0,4741	0,00000	Теппинг-тест (рукой) (3-ий)
0,8741	0,4370	0,00000	Теппинг-тест (рукой) (4-ый)
0,2759	0,1380	0,00000	Теппинг-тест (рукой) (5-ый)
0,260	0,130	0,00000	Теппинг-тест (рукой) (6-ой)

Исходя из данных, представленных в таблице 1, мы можем опровергнуть гипотезу о равенстве средних результатов по показателям, характеризующим скорость реакции на раздражитель и реакцию выбора, а также принять гипотезу о том, что выборки имеют статистически значимые различия по этим показателям.

С целями детального анализа изменений, вызванных введением препарата «Семакс 0.1%», был проведен корреляционный анализ. Первоначально нами

были построены диаграммы рассеяния результатов для определения формы связи и её направления, а затем был произведен расчет коэффициента корреляции.

На рисунках 1 и 2 представлены диаграммы рассеяния разницы индивидуальных результатов в тестах на скорость реакции, полученных до и после введения препарата, и таких антропометрических показателей, как % жировой массы и % содержания воды в организме.

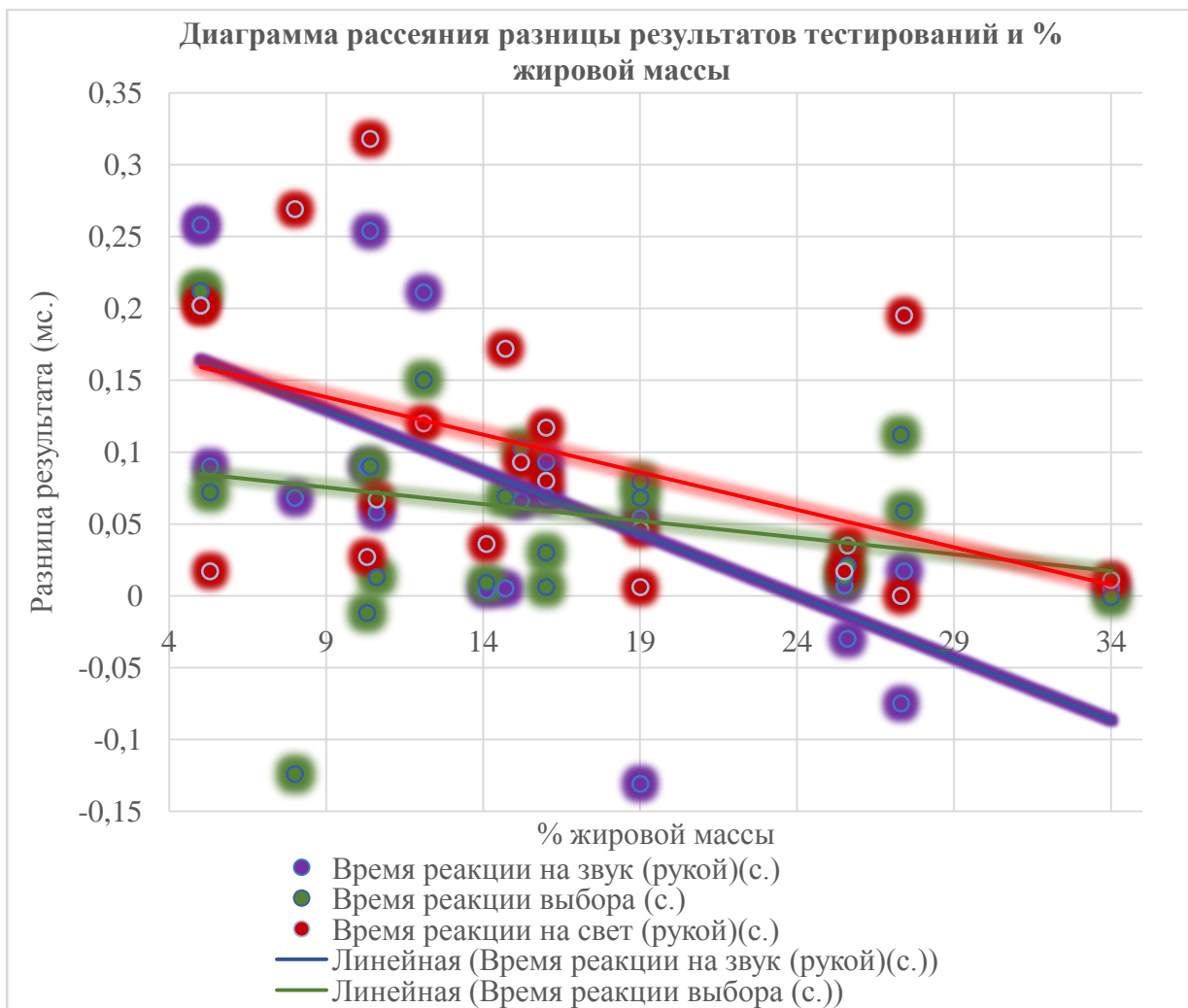


Рисунок 1 – Диаграмма рассеяния разницы результатов тестирований % жировой массы у испытуемых экспериментальной группы

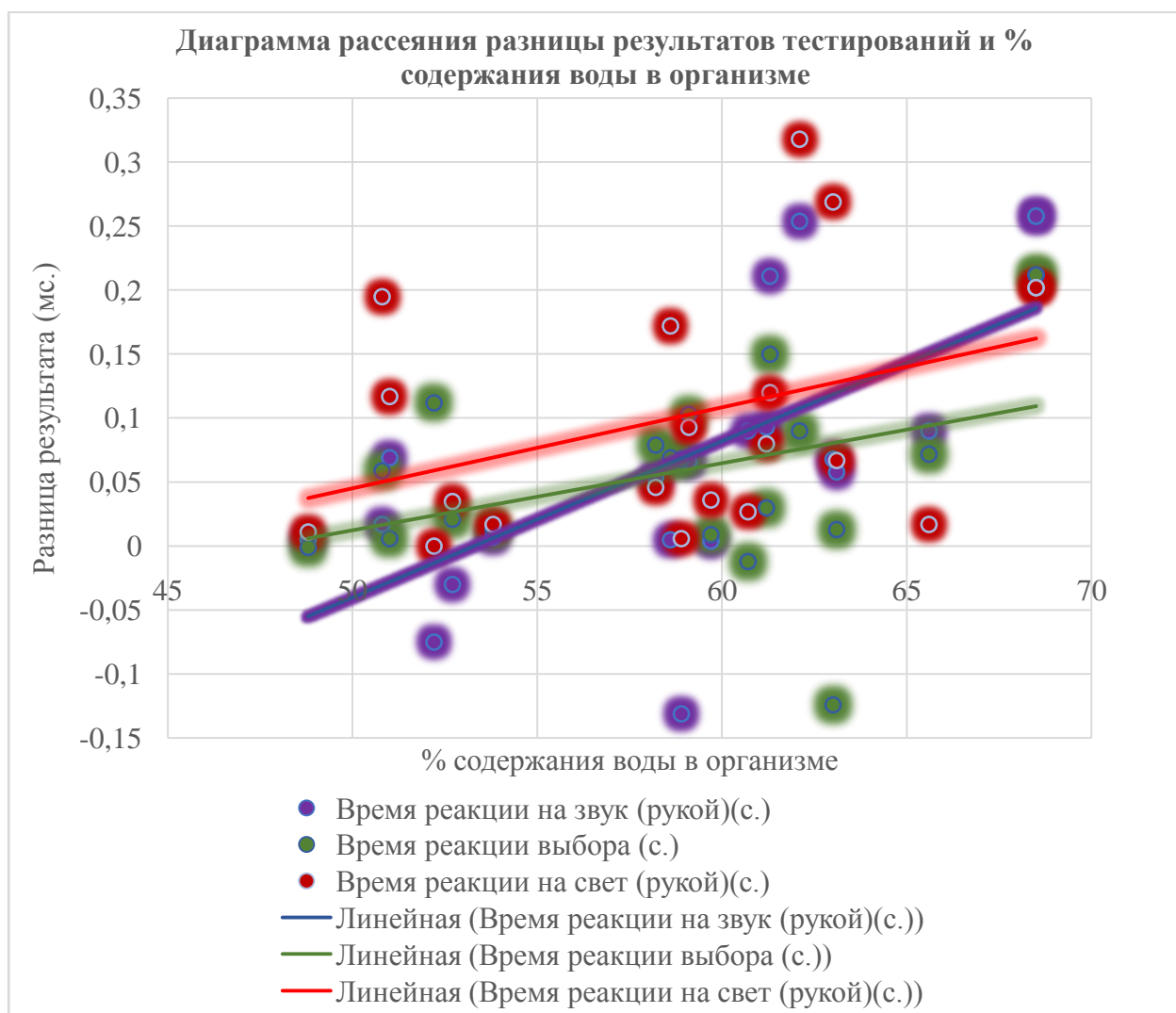


Рисунок 2 - Диаграмма рассеяния разницы результатов тестирований % жировой массы у испытуемых экспериментальной группы

Проведя визуальный анализ диаграмм, представленных на рисунках 1 и 2, было сделано заключение о том, что исследуемые признаки имеют линейную зависимость. В случае с жировым компонентом была выявлена отрицательная зависимость, что свидетельствует о том, что при уменьшении % содержания жировой массы, увеличивается эффективность от введения препарата «Семакс 0,1%», тогда как при увеличении % содержания воды в организме, также увеличивается эффективность от введения препарата.

Для подтверждения наличия предположенной нами зависимости, основанной на анализе рисунков 1 и 2, был произведен расчет коэффициента корреляции. Ввиду того, что мы имеем дело с линейной взаимосвязью, был применен парный коэффициент корреляции Бравэ-Пирсона.

Уровень связи при анализе показателя % жировой массы и времени реакции на свет – слабый (-0,45), на звук - средний (-0,67) и реакции выбора – слабый (-0,24).

Уровень связи при анализе показателя % содержания воды в организме и времени реакции на свет – слабый (0,38), на звук - средний (0,65) и реакции выбора – слабый (0,38).

Ввиду взаимозависимости, рассматриваемых в рамках нашего исследования антропометрических показателей, мы можем говорить только о статистическом явлении, на основе которого мы можем осуществлять постановку гипотез для наших будущих исследований. Дальнейшее направление исследований умственной работоспособности и её коррекции при помощи нейропептидов, целесообразно осуществлять за счет поиска функциональных связей в соотношении компонентов массы тела и эффективности от приема препарата, как в рамках отдельных показателей умственной работоспособности, так и в комплексном изменении показателей умственной работоспособности.

Выводы

1. Программа экспериментального исследования влияния срочного эффекта от разового приема препарата «Семакс 0,1%» на умственную работоспособность спортсменов основана на специфике механизма действия рассматриваемого препарата. В качестве инструментального обеспечения нашего исследования выступают аппаратно-программный комплекс «Спортивный психофизиолог» и анализатор жировой массы ВС-543 (DongguanTanitaHealthEquipmentCo). Специфика выбранного нами исследовательского инструментария позволяет количественно оценивать умственную работоспособность по психофизиологическим показателям, а также исследовать реакцию на препарат «Семакс 0,1%» с учетом антропометрических показателей спортсменов. Проведение исследования заключалось в выполнении испытуемыми серии тестов на аппаратно-программном комплексе «Спортивный психофизиолог» а также измерением антропометрических показателей при помощи анализатора жировой массы ВС-543, с последующим интраназальным введением препарата «Семакс 0,1%» или плацебо (в зависимости от выборки), выдерживанием временного интервала в 15 минут и повторным выполнением серии тестов.
2. Экспериментальное исследование влияния срочного эффекта от разового введения препарата «Семакс 0,1%» на умственную работоспособность спортсменов по предложенной нами программе, проходило на базе кафедры биохимии и биоэнергетики спорта им. Н.И. Волкова Российского государственного университета физической культуры, спорта молодежи и туризма (ГЦОЛИФК). В эксперименте приняли участие 34 спортсмена, контрольная группа состояла из 14 испытуемых, а экспериментальная из 20. Испытуемые были осведомлены о специфике препарата, его возможных

побочных эффектах и ограничениях к приему, а также дали письменное согласие на участие в проводимом нами эксперименте.

- Полученные результаты, были обработаны при помощи соответствующих специфике результатов – методами математической статистики. Проводя сравнение статистических показателей обеих выборок, было сделано заключение о том, что выборки не имеют статистических различий между собой по результатам первой попытки, по основным тестам, по которым мы проводили сравнение. Заключение о том, что выборки не имеют статистических различий на момент начала эксперимента, или наоборот, имеют различия по определенным результатам, сделано при помощи двухвыборочного F-теста для дисперсии, а также двухвыборочного t-теста с одинаковыми или различными дисперсиями. Введение препарата «Семакс 0,1%» испытуемым экспериментальной группы, поспособствовало улучшению умственной работоспособности в тестах на определение: времени реакции на свет (рукой)(с.); времени реакции на звук (рукой)(с.); времени реакции выбора (с.). Различия между результатами первой и второй попыток у испытуемых экспериментальной группы были подтверждены при помощи парного двухвыборочного t-теста для средних, в то время как в контрольной группе не было выявлено наличия статистических различий между первой и второй попыткой. По результатам сравнения двух выборок по второй попытке, было выявлено то, что выборки различны по результатам тестов на определение времени реакции на свет и звук (рукой)(с.). Также нами был проведен корреляционный анализ, направленный на выявление зависимостей эффекта от приема препарата и антропометрических показателей. По результатам корреляционного анализа нами была выявлена линейная зависимость при анализе результатов, характеризующих время реакции на свет, звук (рукой)(с.) и реакцию выбора, а также таких антропометрических показателей, как % жировой массы и % содержания воды в организме. Исходя из полученных нами результатов, мы можем сделать заключение о том, что срочный эффект от разового введения препарата «Семакс 0,1%», в рамках проводимого нами исследования, статистически достоверно позволил улучшить такой показатель умственной работоспособности, как скорость реакции на зрительный или слуховой раздражитель.

Библиография

- Алексеева Е. Д. Эффективность применения комплексного воздействия гипоксической тренировки, импульсного электрического тока и нейропептидов на центральную нервную систему гимнастов //Ученые записки университета им. ПФ Лесгафта. – 2013. – №. 3 (97).
- Волков Н.И. Эргогенные эффекты спортивного питания : научно-методические рекомендации для тренеров и спортивных врачей [Текст] / Н.И. Волков, В.И. Олейников. – М.: Советский спорт, 2012. – 100 с.

3. Корягина Ю. В. Общие аспекты применения эргогенных средств в спорте высших достижений // Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений. – 2013. – Т. 1. – №. 1. – С. 169-178.
4. Корягина, Ю.В. Аппаратно-программные комплексы исследования психофизиологических особенностей спортсменов / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин // Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений. – 2013. – Т. 1 № 1. – С.70-78.
5. Корягина, Ю.В. Аппаратно-программный комплекс «Спортивный психофизиолог» (АПК « Спортивный психофизиолог») № 2010617789./ Ю.В. Корягина, С.В. Нопин // Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем. – 2011. - № 1 ч.2. – С.308.
6. Платонов В.Н. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и её практическое применение / В.Н. Платонов. –К.: Олимп. лит., 2014. – 624 с.: ил.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕМПА ДВИЖЕНИЙ РУКАМИ ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОПЕПТИДА «СЕМАКС 0,1%» У СПОРТСМЕНОВ

Сечин Д.И.

Тамбовцева Р.В.

доктор биологических наук, профессор

Российский государственный университет физической культуры,

спорта молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)

Москва, Россия

dimasechin@gmail.com; ritta7@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается влияние срочного эффекта от введения препарата «Семакс 0,1%», на динамику темпа движений руками. Представлены статистические данные характеризующие эффективность оптимизации темпа движений руками у спортсменов.

Ключевые слова: эргогенное средство, оптимизация, темп, семакс, спорт.

OPTIMIZATION TEMPO OF HANDS MOVEMENT OF ATHLETES WITH NEUROPEPTIDE «SEMAX 0,1%»

Sechin D.I.,

Tambovtseva R.V.

*Doctor of Biological Sciences, professor
Russian state university of physical education, sport,
youth and tourism (SCOLIPE),
Moscow, Russia*

Abstract. This article examines immediate effect of introduction neuropeptide "Semax 0.1%", on tempo of hands movement. Presented statistical material, characterize efficiency of optimization hands movement tempo.

Keywords: ergogenic agent, optimization, tempo, semax, sport.

Актуальность проводимого исследования обусловлена тем, что индивидуальные особенности темпа являются качественной характеристикой нервной системы и представляют собой одну из сторон спортивной работоспособности, вопросы оптимизации которой не раскрыты должным образом в научной и научно-методической литературе по проблеме исследования.

Целью исследования явилось изучение влияния срочного эффекта от разового введения препарата «Семакс», на показатели темпа у спортсменов различных специализаций.

Достижение поставленной цели, было обеспечено за счет последовательного решения следующих **задач**: провести анализ научной и научно-методической литературы по проблеме исследования; экспериментальным путем получить данные, характеризующие темп движений руками у спортсменов до и после введения препарата «Семакс»; обработать и интерпретировать полученные данные; определить дальнейшее направление для исследований повышения умственной работоспособности при помощи нейропептидов.

Введение. Анализ литературных источников показал то, что теппинг-тест является средством объективной оценки максимальной частоты движений и свойств нервной системы. По результатам данного тестирования, определяется индивидуальный тип динамики максимального темпа. В качестве основных вариантов динамики движений принято выделять: выпуклый тип; ровный тип; нисходящий тип.

Выпуклый тип характеризуется нарастанием темпа до максимального в первые 10-15 секунд работы, затем, к 25-30 секунде, он может снизиться ниже исходного уровня. Выпуклый тип свидетельствует о сильной нервной системе испытуемого.

Ровный тип характеризуется способностью к удержанию максимального темпа на одном уровне в течении всего времени работы. Лица, для которых

характерен ровный тип, являются представителями нервной системы средней силы.

Нисходящий тип характеризуется снижением максимального темпа уже со второго 5 секундного отрезка и в дальнейшем остается на сниженном уровне, что свидетельствует о слабости нервной системы человека.

Результаты, получаемые в теппинг-тесте, являются маркером спортивной предрасположенности, а также характеризуют индивидуальные способности к поддержанию темпа.

Под темпом понимается число движений, выполненных за единицу времени [1] Темп классифицируется на темп бега, гребков пловца, гребли, схватки и другие разновидности, в своей основе имеющие количественные характеристики выполняемых движений.

В каждом виде спорта, темп является важной составляющей спортивной работоспособности, однако, от вида к виду требования к темпу меняются. В этом плане, мы можем охарактеризовать индивидуальные особенности темпа движений, как генетически обусловленный компонент умственной работоспособности спортсмена.

При подготовке спортсмена к высшим достижениям, могут возникнуть проблемы несоответствия достигнутого уровня подготовленности и индивидуальных особенностей темпа.

Возможность индивидуальной коррекции особенностей темпа может быть обеспечена за счет рационализации фармакологического обеспечения спортсмена.

По данным литературного обзора, в качестве средства коррекции индивидуальных особенностей темпа, мы можем определить адренкортикотропный гормон, являющейся нейропептидом, активирующим внимание и запоминание.

На момент разработки данной проблемы перспективным средством коррекции темпа является препарат «Семакс», который представляет из себя синтетический аналог адренкортикотропного гормона, лишенный гормональной активности. Преимуществом данного препарата является разрешение на прием спортсменами, отсутствие побочных эффектов и ограничений к приему. По итогам проведенного нами литературного обзора, мы можем охарактеризовать препарат «Семакс 0,1%», как истинное эргогенное средство, перспективы применения которого являются достаточно широкими.

Методы и организация исследования. Экспериментальное применение препарата «Семакс 0,1%», как средство коррекции темпа у спортсменов по предложенной нами программе, проходило на базе кафедры биохимии и

биоэнергетики спорта им. Н.И. Волкова Российского государственного университета физической культуры, спорта молодежи и туризма (ГЦОЛИФК). В эксперименте приняли участие 20 спортсменов. Испытуемые были осведомлены о специфике препарата, его возможных побочных эффектах и ограничениях к приему, а также дали письменное согласие на участие в проводимом нами эксперименте.

Для определения темпа, нами был использован аппаратно-программный комплекс «Спортивный психофизиолог». При помощи аппаратно-программного комплекса было проведено исследование влияния срочного эффекта от приема препарата «Семакс 0,1%» на результативность спортсменов в теппинг-тесте.

Программа проведения эксперимента: вводные инструкции по выполнению тестов, ответы на возникшие вопросы испытуемых по теме тестирования; выполнение серии тестов на аппаратно-программном комплексе «Спортивный психофизиолог»; интраназальное введение препарата «Семакс 0,1%» в дозировке 500 мкг активного вещества, разделенное на два введения, с интервалом между введениями – 10 минут или введение плацебо (в зависимости от группы); выдерживание временного интервала в 15 минут, для обеспечения всасывания, распределения и усвоения активного вещества; во время выдерживаемого временного интервала – проведение антропометрического обследования при помощи анализатора жировой массы ВС – 543; повторное выполнение серии тестов на аппаратно-программном комплексе «Спортивный психофизиолог»; анкетирование испытуемого о самочувствии.

Результаты исследования. Полученные результаты, в первую очередь, были обработаны при помощи программного обеспечения MicrosoftExcel и надстройки «Анализ данных». Описательная статистика полученных данных представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Описательная статистика полученных данных

	1-ые 10с.	2-ые 10 с.	3-ие10 с.	4-ые 10 с.	5-ые 10 с.	6-ые 10 с.
До введения препарата «Семакс 0,1%»						
Среднее	60,05	59,55	61,65	58,75	56,2	60,75
Стандартная ошибка	4,680573	4,305122	4,395737	4,292512	4,793966	3,816774
Медиана	55,5	55,5	58,5	54,5	55,5	60,5
Мода	80	53	48	50	51	69
Стандартное отклонение	20,93216	19,25309	19,65833	19,1967	21,43927	17,06913
Дисперсия выборки	438,1553	370,6816	386,45	368,5132	459,6421	291,3553
Экссесс	0,713183	1,320663	1,670508	-0,04943	0,800387	0,600536
Асимметричность	0,581014	0,852638	0,861652	0,545614	0,175123	-0,18688

Интервал	91	79	87	69	91	71
Минимум	21	30	25	28	14	22
Максимум	112	109	112	97	105	93
Сумма	1201	1191	1233	1175	1124	1215
Счет	20	20	20	20	20	20
Уровень надежности(95,0%)	9,796552	9,010725	9,200382	8,984331	10,03389	7,9886
После введения препарата «Семакс 0,1%»						
Среднее	63,95	62	61,2	59,4	61,4	56,05
Стандартная ошибка	3,048274	3,771779	4,063703	3,463646	4,143098	3,973912
Медиана	63	59,5	58	59,5	65	57
Мода	57	51	38	61	65	53
Стандартное отклонение	13,6323	16,86791	18,17343	15,48989	18,5285	17,77187
Дисперсия выборки	185,8395	284,5263	330,2737	239,9368	343,3053	315,8395
Экссесс	-0,51769	-0,14811	-0,83887	0,612358	1,512226	0,177143
Асимметричность	0,015388	0,45335	0,242666	-0,57727	-0,79777	-0,53371
Интервал	49	63	61	62	77	69
Минимум	39	38	37	22	16	16
Максимум	88	101	98	84	93	85
Сумма	1279	1240	1224	1188	1228	1121
Счет	20	20	20	20	20	20
Уровень надежности(95,0%)	6,380111	7,894424	8,505429	7,249494	8,671604	8,317493

Дальнейшим этапом нашего исследования явилась графическая детализация полученных данных при помощи программного обеспечения STATISTICA. Графическое представление статистических данных представлено на рисунке 1 и 2.

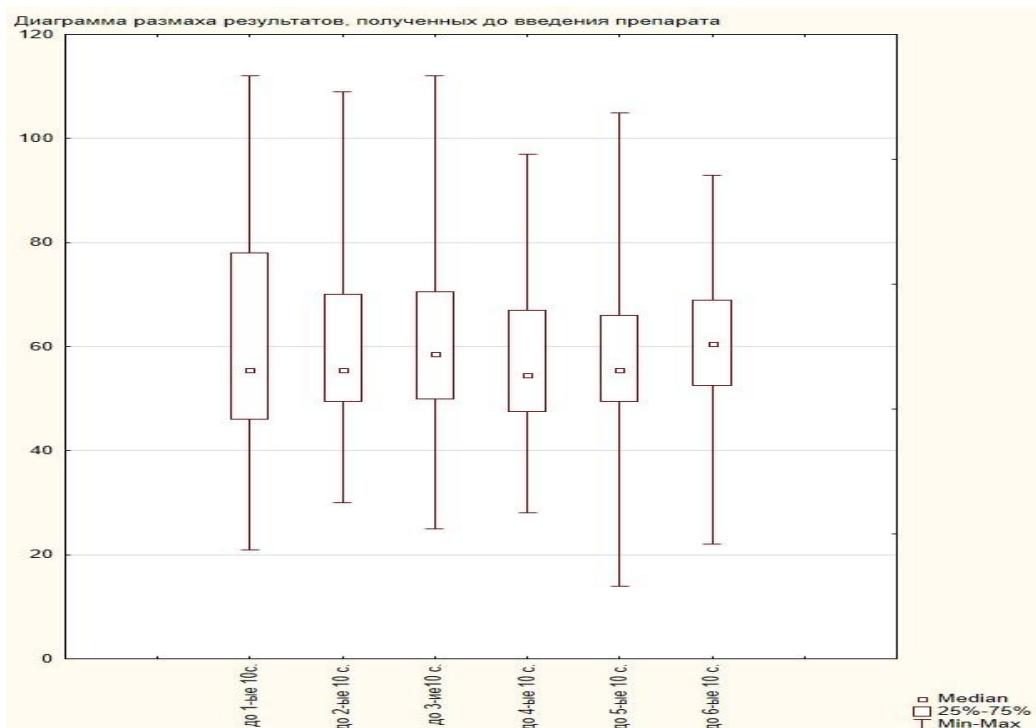


Рисунок 1 – Диаграмма размаха результатов теппинг-теста до введения препарата

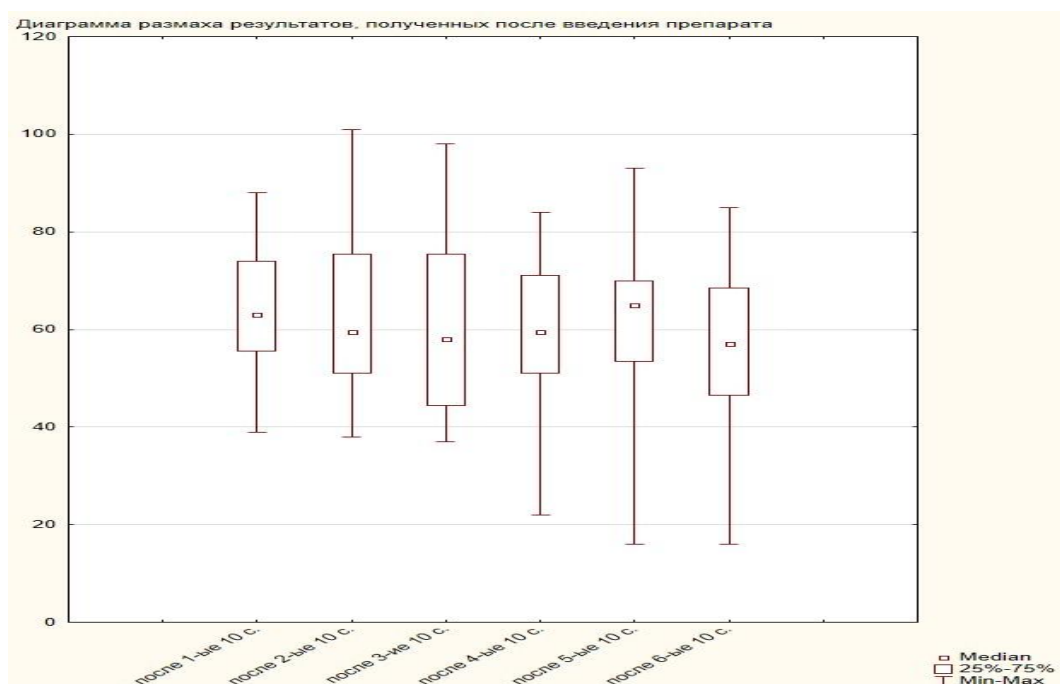


Рисунок 2 – Диаграмма размаха результатов теппинг-теста после введения препарата

По результатам визуального анализа, представленных на рисунке 1 и 2 данных, было определено наличие различий между результатами и было

предпринято построение диаграммы размаха разницы результатов в обеих попытках, которая представлена на рисунке 3.

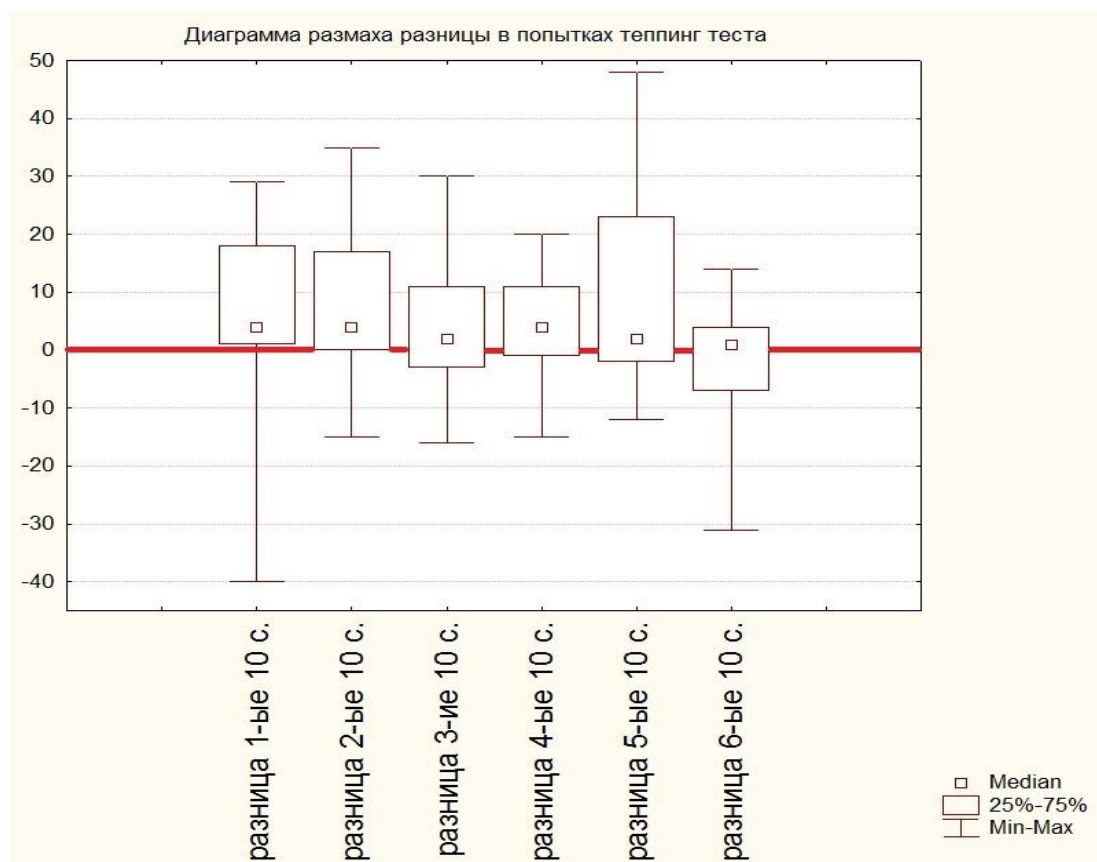


Рисунок 3 – Диаграмма размаха разницы в попытках теппинг-теста

Комментируя рисунок 3, следует отметить то, что отрицательные значения характеризуют снижение результата теппинг-теста после введения препарата «Семакс 0,1%», тогда как положительные результаты наоборот свидетельствуют о позитивном влиянии препарата на темп движений руками. Как видно из рисунка 3, медиана во всех случаях описывает позитивное влияние препарата «Семакс 0,1%» на темп движений руками, однако, в некоторых случаях наблюдается и отрицательное влияние.

Для более углубленного анализа данных был проведен корреляционный анализ разницы результатов теппинг-теста и антропометрических данных. Первоначально нами был проведен визуальный анализ данных, выполненный в виде диаграммы рассеяния разницы результатов тестирований и антропометрических данных спортсменов (Рисунок 4).

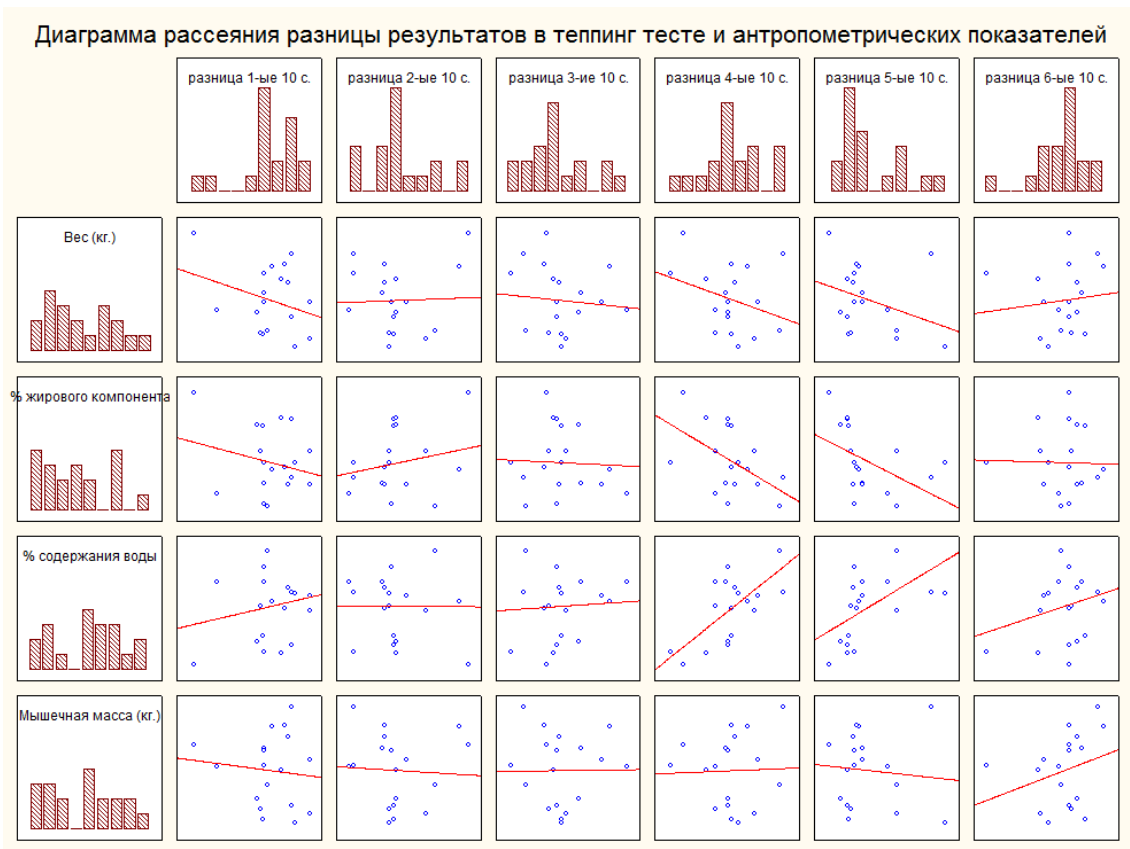


Рисунок 4 – Диаграмма рассеяния разницы результатов тестирований и антропометрических данных

После проведения визуального анализа данных, был проведен корреляционный анализ, результаты которого представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты корреляционного анализа разницы результатов тестирований и антропометрических данных испытуемых

Correlations				
Marked correlations are significant at $p < ,05000$				
N=19				
	Вес (кг.)	% жирового компонента	% содержания воды	Мышечная масса (кг.)
Разница 1-ые 10с.	- 0,2971	-0,2242	0,1938	-0,1089
	$p=,217$	$p=,356$	$p=,427$	$p=,657$
Разница 2-ые 10с.	0,0392	0,2081	-0,0048	-0,0591
	$p=,873$	$p=,393$	$p=,985$	$p=,810$
Разница 3-ие 10с.	- 0,0978	-0,0446	0,0602	0,0119

	p=,690	p=,856	p=,807	p=,961
Разница 4-ые 10с.	- 0,3356	-0,5384	0,701	0,0356
	p=,160	p=,017	p=,001	p=,885
Разница 5-ые 10с.	- 0,3404	-0,478	0,5548	-0,0995
	p=,154	p=,038	p=,014	p=,685
Разница 6-ые 10с.	0,1173	-0,0227	0,251	0,2836
	p=,633	p=,927	p=,300	p=,239

Выводы

1. Использование препарата «Семакс 0,1%» в дозировке 500 мкг, стимулирует изменение индивидуального темпа движений рукой в шести десятисекундных интервалах. Коррекция темпа движений руками возможна при помощи препарата «Семакс 0,1%», что было доказано нами экспериментальным путем.
2. Выявлена корреляционная связь между разницей результатов в теппинг-тесте и антропометрическими данными испытуемых. При использовании семакса отмечена положительная корреляционная связь между максимальным темпом движений руками, снижением относительной величины жирового компонента и относительным содержанием воды в организме.
3. Полученные данные повышают актуальность исследований влияния веществ, относимых к группам нейропептидов, на различные стороны работоспособности спортсменов.

Библиография

- 1.Блеер А.Н. Терминология спорта. Толковый словарь-справочник/ А.Н. Блеер, Ф.П. Суслов, Д.А. Тышлер. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 464 с.
- 2.Волков Н.И. Эргогенные эффекты спортивного питания: научно-методические рекомендации для тренеров и спортивных врачей [Текст] / Н.И. Волков, В.И. Олейников. – М.: Советский спорт, 2012. – 100 с.
- 3.Корягина Ю. В. Общие аспекты применения эргогенных средств в спорте высших достижений // Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений. – 2013. – Т. 1. – №. 1. – С. 169-178.
- 4.Проблемы эргогенных средств и методов тренировки в теории и практике спорта высших достижений. Волков Н.И., Войтенко Ю.Л., Тамбовцева Р.В., Дышко Б.А. 2013, №8, с.68-72.

БИОЭНЕРГЕТИКА, УЛУЧШАЮЩАЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС СПОРТСМЕНОВ В УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОЙ И В СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Сибгатуллин А.Р., аспирант

Сиваков В.И., д. п. н., профессор

Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск, Россия

vismaster62@mail.ru

Аннотация. В работе обоснован квантовый метод биоэнергетики, улучшающий энергосистему и восстановительный процесс во время выполнения тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов.

Ключевые слова: биоэнергетика, спортсмен, энергетические возможности, восстановление, соревновательная деятельность.

THE BIO-ENERGETICS IMPROVING RECOVERY PROCESS OF ATHLETES IN EDUCATIONAL AND TRAINING AND IN COMPETITIVE ACTIVITY

A. R. Sibagatullin A. R., graduate student.

Southern Ural state humanitarian and pedagogical university, Chelyabinsk

Annotation. In work the quantum method of bio-energetics improving a power supply system and recovery process during performance of training and competitive activity of athletes is reasonable.

Keywords: bio-energetics, athlete, power opportunities, restoration, competitive activity.

Квантовый метод биоэнергетики энергетического воздействия применяется для повышения энергосистемы спортсменов в учебно-тренировочной и соревновательной деятельности как индивидуально у лыжников-гонщиков, биатлонистов, теннисистов, легкоатлетов, пловцов, гребцов, так и командно у хоккеистов, футболистов, волейболистов, баскетболистов и т.д. [1-7].

В квантовом методе вдох и выдох у спортсменов составляет цикл дыхания. Для спортсменов цикл дыхания имеет восстанавливающее, расслабляющее действие. Во время медленного выдоха происходит концентрация, тщательный

контроль на воображаемой точке, расположенной над гипофизом, которая усиливает расслабление функциональной системы спортсменов. У спортсменов массовых разрядов дыхательный, восстанавливающий процесс выполняется до десяти циклов, а у спортсменов высокой квалификации – от десяти и более циклов.

Медленный выдох лучше выполнять через нос, нежели через рот, так как выдыхаемый воздух через нос проходит вблизи воображаемой точки, расположенной над гипофизом, которая осуществляет регуляцию дыхательной функции и функциональной системы спортсменов. При вдохе и выдохе спортсменов отсутствует счет выполняемого цикла дыхания, что повышает концентрацию дыхательного процесса. У спортсменов постепенно увеличивается суммарная величина дыхательного цикла от цикла к циклу с каждым последующим повторением, увеличивается чувство энергетического тепла и расслабления. На повышение энергосистемы спортсменов оказывают влияние энергетические центры, энергетические потоки, проходящие через позвоночный канал, через функциональную систему при отсутствии физического, психического напряжения спортсменов. Отсутствие физического, психического напряжения у спортсменов отмечается в том случае, если общеразвивающие, специально-подводящие, подготовительные, соревновательные упражнения в воспитании общей, специальной гибкости не проводят к разрыву мышечных волокон, отсутствует травматизм мышечных групп и опорно-двигательного аппарата.

У спортсменов между развитой гибкостью и развитой энергосистемой существует положительная взаимосвязь, которая проявляется в том, что отсутствие напряженности в определенных мышечных группах повышает эффективность энергосистемы, двигательного действия и спортивный результат. Следует отметить, что физические упражнения, выполняемые на гибкость по часовой стрелке, усиливают энергосистему, энергетические центры позвоночного канала, энергетический поток, спортивный результат и восстановительный процесс. Физические упражнения, выполняемые против часовой стрелки, замедляют эффективность работы энергосистемы сверху вниз. Таким образом, необходимо отметить, что нервно-мышечная система после позвоночного канала выполняет такую же значимую энергомогущую функцию, которая повышает восстановительный процесс, техническую подготовленность, функциональную работоспособность во время и после выполнения соревновательной нагрузки.

У спортсменов повышается мощь энергосистемы, энергетических центров позвоночного канала, энергетического потока в том случае, если дыхательный цикл выполняется синхронно, с ритмичным двигательным проявлением в наименьшей фазе напряжения и в наибольшей фазе расслабления. Асинхронное выполнение двигательного действия в фазе напряжения и расслабления

отсутствует, отсутствует также согласованность в ритме техники физического упражнения, что создает дополнительное напряжение в энергетических центрах позвоночного канала.

В заключении, отметим, что в перед выполнением общей, специальной физической, соревновательной нагрузки в развитии энергосистемы, в воспитании физических качеств, в формировании двигательных действий спортсменов способствуют тактильные прикосновения, поглаживания рецепторов кожи нервно-мышечной системы. Тактильные проприорецепторы сенсорной системы тела активизируют рецепторы тела, имеющие множественные взаимосвязи между рецепторами и между внешней и внутренней средой, что существенно усиливает работу энергетических центров позвоночного канала, соответственно повышая энергетические потоки. Ощущение развитой энергосистемы спортсменов проявляется индивидуально и своеобразно в виде прохлады, текущей волны, покалывания, расслабления, легкости, тепла и т. д.

Библиография

1. Молекулярно-генетическая детерминация функциональной работоспособности единоборцев разных квалификаций / М.С. Терзи, Е.В. Леконцев, Д.А. Сарайкин, В.И. Павлова, Ю.Г. Камскова // Теория и практика физической культуры. – 2016. – № 7. – С. 21– 24.

2. Психофизиологические детерминанты спортивного мастерства единоборцев / М.С. Терзи, Д.А. Сарайкин, В.И. Павлова, Ю.Г. Камскова // Теория и практика физической культуры. – 2014. – № 12. – С. 66–70.

3. В. И. Сиваков Биоритм физический, эмоциональный и интеллектуальный как фактор оптимизации психофизиологического состояния биатлонистов в нестандартных ситуациях соревновательной деятельности / В. И. Сиваков, Д. В. Сиваков // Теория и практика физической культуры. – 2007. – № 10. – С. 2 – 7.

4. Сиваков В.И. Взаимосвязь между внешним природным фактором и психоэмоциональным состоянием спортсменов в соревновательной деятельности / В.И. Сиваков // Мир психологии. 2009 – № 2 – С. 194- 199.

5. Сиваков В.И. Причина нестабильного выступления биатлонисток в соревнованиях // Теория и практика физической культуры. – 2010. – № 9. – С. 66 – 69.

6. Сиваков, В. И. Квантовый метод в повышении энергосистемы спортсменов / В. И. Сиваков, Д.В. Сиваков, В. В. Сиваков // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 12 (142). – 2016. – С. 116-120.

7. Сиваков, В. И. Планирование физической нагрузки в воспитании физических качеств у школьников и спортсменов в физкультурно-спортивной деятельности [Текст]: учебное пособие / В. И. Сиваков, Д. В. Сиваков, В. В. Сиваков. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2016. – 120 с.

БИОЭНЕРГЕТИКА В ПОВЫШЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ В УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОЙ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Сиваков В.И., д. п. н., профессор

Сибгатуллин А.Р., аспирант.

*Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический
университет, г. Челябинск, Россия*

vismaster62@mail.ru

Аннотация. В работе изложен процесс разбалансированной и неразбалансированной энергосистемой во время выполнения тренировочной и соревновательной нагрузки, ослабляющие и усиливающие энергетические потоки во время выполнения тренировочной, соревновательной нагрузки спортсменов.

Ключевые слова: биоэнергетика, спортсмен, энергетические возможности, восстановление, соревнование, спортивный результат.

BIO-ENERGETICS IN INCREASE IN THE FUNCTIONAL CONDITION OF ATHLETES IN EDUCATIONAL AND TRAINING AND COMPETITIVE ACTIVITY

Sivakov V.I., doctor of pedagogical sciences, professor

Sibagatullin A.R., graduate student.

Southern Ural state humanitarian and pedagogical university, Chelyabinsk

Annotation. In work process is stated by the debalanced and not debalanced power supply system during performance of training and competitive load, the weakening and strengthening power streams during performance of training, competitive load of athletes.

Keywords: bio-energetics, athlete, power opportunities, restoration, competition, sports result.

Введение. Биоэнергетика у спортсменов повышает энергетические возможности энергетических центров, позвоночного канала, нервно-мышечной системы за счет дыхательных циклов, физических упражнений на гибкость с концентрацией собственного внимания на расслабление функциональной системы. Квантовый метод восстанавливает спортсменов в том случае, если создано представление концентрации дыхания, выполняется системное воспроизведения дыхательного цикла [1-7].

Цель исследования: обоснование биоэнергетика в повышении технической и физической подготовки спортсменов с разбалансированной и неразбалансированной энергосистемой во время выполнения тренировочной и соревновательной нагрузки.

Задача исследования: обосновать биоэнергетику (квантовый метод) в повышении функционального состояния спортсменов с разбалансированной и неразбалансированной энергосистемой в учебно-тренировочной и соревновательной деятельности.

Результаты исследования. Полное расслабление нервно-мышечной системы спортсменов способствует восстановлению функциональной системы, нейтрализует напряжение, усиливаются энергетические потоки, восстановительный процесс после тренировочной, соревновательной нагрузки, улучшается внутреннее равновесие функциональной системы. Квантовый метод у спортсменов существенно изменяет энергосистему в течение трех минут по направлению, содержанию, цвету, форме энергетических потоков.

У спортсменов отмечается напряжение нервно-мышечной системы в том случае, если энергосистема не разбалансирована (напряжена), неразбалансированы энергетические центры позвоночника и неразбалансирована функциональная система. Спортсмены с неразбалансированной энергосистемой показывают низкий спортивный результат, что не отмечается у спортсменов с разбалансированной (отсутствием напряжения) энергосистемой.

Причиной неразбалансированной энергосистемы спортсменов являются стресс, утомление, переутомление, перенапряжение, перетренированность, неадаптированная физическая нагрузка, травматизм, низкая спортивная квалификация и т.д. Спортсмены массовых разрядов с неразбалансированной энергосистемой восстанавливаются в течение длительного времени после

тренировочной и соревновательной нагрузки. Спортсмены высокой спортивной квалификации с разбалансированной энергосистемой восстанавливаются оперативно во время выполнения адаптированной тренировочной и соревновательной нагрузки. У спортсменов высокой квалификации в идеале должна быть всегда разбалансирована энергосистема позвоночного канала, повышающая энергетические потоки, способствующая успешному восстановлению функциональной системы, исключая травматизм, что нельзя сказать о неразбалансированной энергосистеме спортсменов массовых разрядов. Спортсмены высокой квалификации в соревновательной деятельности очень часто находятся в неразбалансированной энергосистеме, показывают непосредственный результат.

Разбалансированная энергосистема спортсменов высокой квалификации способствует устранению напряжения, повышению сбалансированных энергетических потоков позвоночного канала, повышению спортивного результата, улучшению внутреннего и внешнего энергетического потока, энергетических центров, функциональной системы и упреждения травматизма.

В заключении, отметим, что у спортсменов в учебно-тренировочной, соревновательной деятельности после неоптимальной, неадаптированной физической нагрузки не происходит естественного разблокирования энергосистемы, связанной с физическим, психическим напряжением в той или иной системе, органах. В зависимости от этого и возникают как следствие различные виды утомления, перенапряжения, перетренированности, ведущие к снижению спортивного результата даже у высококвалифицированных спортсменов.

Библиография

1. Молекулярно-генетическая детерминация функциональной работоспособности единоборцев разных квалификаций / М.С. Терзи, Е.В. Леконцев, Д.А. Сарайкин, В.И. Павлова, Ю.Г. Камскова // Теория и практика физической культуры. – 2016. – № 7. – С. 21– 24.
2. Психофизиологические детерминанты спортивного мастерства единоборцев / М.С. Терзи, Д.А. Сарайкин, В.И. Павлова, Ю.Г. Камскова // Теория и практика физической культуры. – 2014. – № 12. – С. 66–70.
3. В. И. Сиваков Биоритм физический, эмоциональный и интеллектуальный как фактор оптимизации психофизиологического состояния биатлонистов в нестандартных ситуациях соревновательной деятельности / В. И. Сиваков, Д.

- В. Сиваков // Теория и практика физической культуры. – 2007. – № 10. – С. 2 – 7.
4. Сиваков В.И. Взаимосвязь между внешним природным фактором и психоэмоциональным состоянием спортсменок в соревновательной деятельности / В.И. Сиваков // Мир психологии. 2009 – № 2 – С. 194- 199.
5. Сиваков В.И. Причина нестабильного выступления биатлонисток в соревнованиях // Теория и практика физической культуры. – 2010. – № 9. – С. 66 – 69.
6. Сиваков, В. И. Квантовый метод в повышении энергосистемы спортсменов / В. И. Сиваков, Д.В. Сиваков, В. В. Сиваков // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 12 (142). – 2016. – С. 116-120.
7. Сиваков, В. И. Планирование физической нагрузки в воспитании физических качеств у школьников и спортсменов в физкультурно-спортивной деятельности[Текст]: учебное пособие / В. И. Сиваков, Д. В. Сиваков, В.В. Сиваков. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2016. – 120 с.

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ У ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Сошников Н.Н., магистрант

Тамбовцева Р.В., д.б.н., профессор

*Российский государственный университет физической культуры,
спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)
г. Москва, Россия
snn150@mail.ru ; ritta7@mail.ru*

Аннотация. Вопрос восстановления спортсменов в лыжных гонках, особенно в юношеском возрасте, с каждым сезоном становится все актуальней. Это обусловлено не только постоянным увеличением нагрузок, но и высоким уровнем сложности гоночных трасс и длиной дистанций. Поэтому поддерживать высокий функциональный уровень на протяжении всего сезона (отборочные и основные старты) очень сложно. В тренерской практике для решения этой проблемы широко распространены такие средства как баня, массаж и длительные нагрузки низкой интенсивности. Популярность этих средств обусловлена доступностью и проверенной эффективностью, особенно при их сочетании. Однако прикладность данных средств в соревновательный

период сомнительна. В первую очередь из-за бани. Баня - это нагрузка на сердечно сосудистую и вегетативную системы, что в соревновательный период не желательно, так как время отдыха между стартами ограничено. Предлагаемый авторами комплекс позволяет восстанавливать мышцы спортсменов без дополнительных нагрузок на системы организма.

Ключевые слова: лыжные гонки, накопление продуктов обмена в мышцах ног, снижение результатов, восстановительный механо-химический комплекс, скипидарные ванны, повышение работоспособности.

EXPERIENCE OF RECONSTRUCTION OF THE COMPLEX AT HOME OF SKIERS-RACERS IN THE COMPETITIVE PERIOD

Soschnikov N.N. Master 1 level «Sport»

Tambovtseva R.V. doctor of biological Sciences, Professor

*Russian State University of Physical Education, Sport
and Tourism (GTSOLIFK),*

Moscow, Russia

Annotation. The issue of restoration of sportsmen in ski racing, particularly in adolescence, with each season is becoming more urgent. This is due not only to the steady increase in load, but also a high level of complexity of race tracks and long distances. Therefore, to maintain a high level of functional throughout the season (qualifying and main starts) is very difficult. In coaching practice to solve the problem widespread means such as a sauna, a massage and prolonged load of low intensity. The popularity of these agents due to availability and proven effectiveness, particularly when combined. However, the application of these funds in the competitive period is questionable. Primarily because of the baths. Bath - a burden on the cardiovascular and autonomic system, In-Competition is not desirable, since the time of rest between starts is limited. The proposed system allows authors to restore the muscles of athletes without additional load on the system of the body.

Keywords: cross-country skiing, the accumulation of exchange in the leg muscles of products, reduction results, reducing mechanical-chemical complex, turpentine baths, increase efficiency.

Введение. Календарь соревнований в лыжных гонках московской области среди юношей и девушек составлен таким образом, что во второй части соревновательного периода старты проводятся свободным стилем (коньком). В связи с этим, нагрузка на нижние конечности заметно возрастает, что приводит к усиленному накоплению продуктов обмена мышц ног и их замедленному

восстановлению. В результате нарушений обменных процессов спортсмены жалуются на «тяжесть» и боль в ногах в момент прохождения подъемов в гонке. Пальпаторно (на ощупь) чувствуется «жесткость» и «скованность» икроножных и бедренных мышц. Как итог – снижение результатов на контрольных тренировках и соревнованиях.

Таким образом, целью проведенного исследования было изучение и подбор эффективных и безопасных средств восстановления мышц ног, не таких энергозатратных, как баня, но обладающих не менее продуктивным эффектом.

Методы исследования. С поставленной задачей должен справиться домашний комплекс механо-химических воздействий. Данный комплекс включает в себя последовательность блоков применения скипидарных ванн и сеансов самомассажа.

Предлагаемый метод восстановления был использован в одной из спортивных школ московской области лыжниками-гонщиками 13-16 лет в количестве 24 человек. Перед началом курса спортсмены указали в анкете: тяжесть в ногах, быстрое утомление и снижение результатов в последних гонках. Помимо субъективного мнения спортсменов (по анкетированию), был проведен тест «реакция ЧСС на длительную нагрузку на ноги». Данный тест представляет из себя ритмичное полное приседание в течение трех минут с тридцатисекундной фиксацией ЧСС. Свою оценку состояния мышц ног, в момент тестирования, дал массажист спортивной школы.

После тестирования лыжники провели 14-дневный микроцикл с применением предложенных восстановительных процедур перед сном, включающих в себя: прием желтых и смешанных скипидарных ванн (согласно инструкции Залманова), горячего душа, сеансов самомассажа и коррекции тренировочного плана. Гонщики через день принимали скипидарные ванны на протяжении всего микроцикла (доза и длительность приема одного сеанса подбирались индивидуально, в зависимости от пола, возраста и состояния спортсмена). Интенсивность и объемы в тренировочном плане остались неизменными, корректировка коснулась выбора работающих мышечных групп – нагружались только мышцы рук, плечевого пояса и корпуса спортсмена. В дни без приема ванн спортсмены принимали горячий душ, после которого проводили сеанс самомассажа и упражнения на растягивание.

Таблица 1. План проведения восстановительного периода

	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
1 неделя	ванна (желтая)	душ/массаж	ванна (желтая)	душ/массаж	ванна (желтая)	душ/массаж	ванна(смешанная)
	тренировка	день отдыха	тренировка	тренировка	тренировка	день отдыха	соревнования
2 неделя	душ/массаж	ванна (смешанная)	душ/массаж	ванна (смешанная)	душ/массаж	ванна (смешанная)	душ/массаж
	тренировка	день отдыха	тренировка	тренировка	тренировка	соревнования	день отдыха

Результаты исследования и обсуждение. По окончании данного цикла были зафиксированы следующие изменения: реакция на тестовую нагрузку изменилась в сторону уменьшения ЧСС (рис.1.). В среднем ЧСС спортсменов с 1-ой по 3-ью минуты сократилась на 5-7 ударов. Массажистом было отмечено заметное улучшение состояния ног. Мышцы стали заметнее «мягче» и «эластичнее», не смотря на высокую интенсивность тренировочного процесса.

Спортсменами было отмечено заметное улучшение общего состояния и способность преодолевать подъемы на высокой интенсивности с меньшим утомлением. Как следствие, улучшение результатов в последующих гонках.

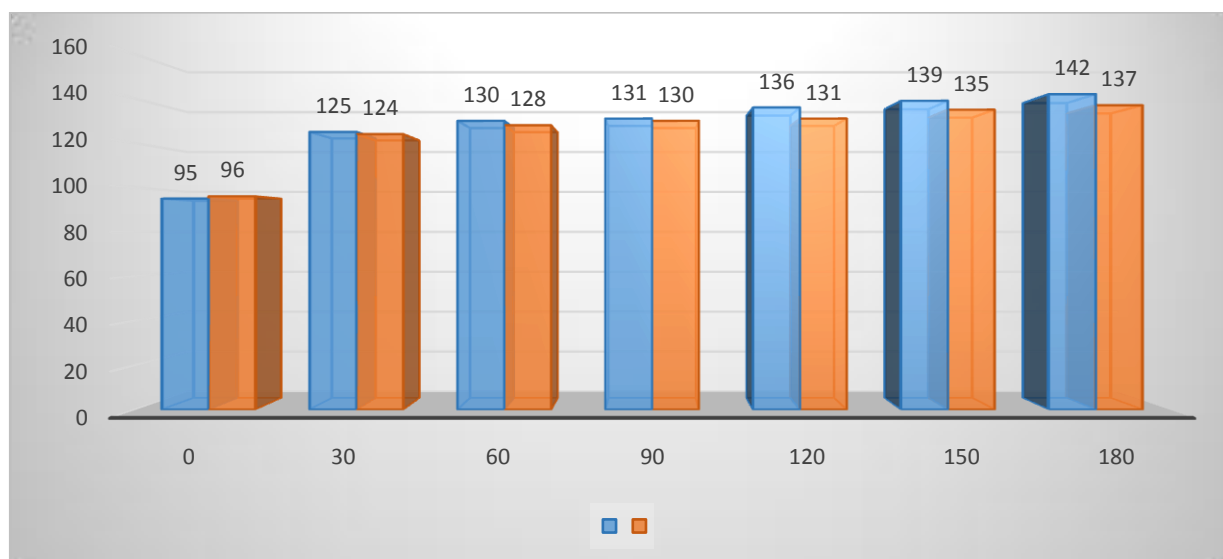


Рис. 1. Показатели ЧСС во время тестовой нагрузки до использования восстановительного комплекса и после него.

По оси X – секунды

по оси – Y количество ударов сердца в минуту.

Выводы

1. Данный эксперимент показал эффективность предлагаемого метода, использования курса скипидарных ванн в сочетании с самомассажем, для срочного восстановления тонуса и работоспособности мышц ног у лыжников-гонщиков в соревновательный период.
2. Снижения эффективности тренировочного процесса зафиксировано не было – сочетание интенсивности и объемов корректировки не подвергались.
3. Данный комплекс повышения работоспособности может быть использован в практике спорта не только для лыжных гонок, но и в других видах спорта, требующих локальной выносливости мышц ног.

Библиография

1. Бирюков А. А. Лечебный массаж: Учебник для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 368 с;
2. Бирюков А.А. Спортивный массаж. – 2-е изд., - М.: Издательский центр «Академия», 2008, - 576с;
3. Каменев Ю.Я, А.С. Залманов. «Капилляротерапия и натуротерапия болезней» — СПб.- Невский проспект. 2003 г.;
4. Мазур О.А. «Чистка капилляров: учение Залманова» — СПб.- Питер 2005 г.
5. Медицинская технология «Скипидарные ванны в комплексном лечении больных с заболеваниями суставов и сосудов конечностей» (№ ФС-2007/ 164-у от 07.08.2007);
6. Соловьева В.А. «Скипидар: целительные свойства» — СПб. – ИД «Нева» — 2005г.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЛИЯНИЯ РАЗГРУЗОЧНО-ДИЕТИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ НА АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ, ПСИХИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Тамбовцева Р.В., д.б.н., профессор,

Луговой А., магистрант

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Россия, Москва.

ritta7@mail.ru

Аннотация. В данном научном исследовании проведен анализ антропометрических параметров, показателей физической

работоспособности и когнитивной функции спортсменов высокой квалификации во время голода в течение 1-20 дней.

Ключевые слова: голод, физическая работоспособность, когнитивные функции, антропометрические показатели.

EFFICIENCY OF INFLUENCE OF LOAD-DIETARY THERAPY ON ANTHROPOMETRIC, MENTAL AND FUNCTIONAL INDICATORS OF HIGH QUALIFICATION COMPETITORS

Tambovtseva R.V., Doctor of Biological Sciences, Professor,

Lugovoy A., graduate student

Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism (GTSOLIFK), Russia, Moscow.

ritta7@mail.ru

Annotation. In this scientific study, anthropometric parameters, indicators of physical working capacity and cognitive function of high-qualified athletes during the famine within 1-20 days were analyzed.

Key words: hunger, physical working capacity, cognitive functions, anthropometric indicators.

Введение. Вопрос использования дозированного голодания на физическую работоспособность, энергообеспечение мышечной деятельности и когнитивные функции спортсменов на сегодняшний день остается практически неизученным. Поиск новых эргогенных средств, коренным образом влияющих на метаболические процессы организма является весьма актуальным.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния голода в течение 30 дней на энергообеспечение мышечной деятельности и когнитивные функции спортсменов.

Методы исследования. Экспериментальные исследования были проведены на базе лаборатории биоэнергетики мышечной деятельности кафедры биохимии и биоэнергетики спорта им. Н.И. Волкова РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК). В эксперименте приняли участие спортсмены служебно-прикладных единоборств в количестве 11 человек, с которых были получены информированные согласия. На момент исследования спортсмены были здоровы и допущены к эксперименту. Необходимо отметить, что 5 спортсменов

смогли находиться в состоянии голода только в течение 4-5 дней, 4 спортсмена – в течение 10 дней и 2 – в течение 20 дней. Были использованы следующие методы: антропометрический, антропоскопический, физические тесты. Костный, мышечный, жировой компоненты массы тела определяли с помощью весов «Tanita». Для определения устойчивости, концентрации и истощаемости внимания были использованы психологические тесты с применением таблиц Шульта и корректурная пробы Бурдона-Анфимова. Было выбрано 15 проб с интервалом 10 секунд. Кроме того, были использованы стандартизированные лабораторные тесты: тест максимальной анаэробной мощности, тест со ступенчато-повышающейся нагрузкой, Вингейт-тест. Концентрацию глюкозы в крови определяли с помощью глюкометра, концентрацию молочной кислоты – с помощью фотометрической установки «doctorLange». Была осуществлена серия голоданий: 1 день, 3 дня, 10 дней, 20 дней. В эти дни испытуемые использовали только воду. Питьевой режим соблюдался во все дни одинаково. Обследование проходило по следующей схеме. Первое обследование – 1й день, проводилось перед голоданием. Было проведено антропометрическое исследование. После антропометрии испытуемые выполняли следующие тесты: угол в висе на перекладине, вис на перекладине, отжимания на брусьях, станова динамометрия, кистевая динамометрия, подтягивание на перекладине. Второе обследование проводилось перед голоданием – 2й день и испытуемые выполняли тест ступенчато повышающейся нагрузки и тест максимальной анаэробной мощности. Третье обследование, перед голоданием – 3й день, испытуемые выполняли тест на удержание, по которой определяли аэробную емкость. Через три дня после нагрузки испытуемые вступали в фазу голодания – 1 день. В последующие три дня вновь были проведены вышеуказанные эксперименты и проведено антропометрическое обследование. Через неделю после восстановления испытуемые вступили в 3-х дневное голодание. Через три недели после восстановления вновь были проведены тесты и испытуемые вступили в 10- и 30-дневное голодание. В период восстановления – 1, 2, 3, 4, 5 недели, испытуемые повторили все запланированные в эксперименте тесты. Обработка результатов проводилась современными математическими методами.

Результаты исследование и их обсуждение. Проведенные исследования показали, то на первой стадии голодания в период «пищевого возбуждения» (от 1 до 4 дней) испытуемые потеряли в среднем от 3,2 до 3,7 кг массы тела. После первого дня голода потери общей массы были 700 г. За три дня голодания общая масса снизилась на 2,4 кг. На 1,5 балла снизились обхватные размеры плеча, предплечья, бедра и голени. В 1,5 раза уменьшились: кожно-жировая

складка на спине, плече, груди, животе, бедре и голени. Костный компонент остался неизменным. На второй стадии голодания в период «нарастающего ацидоза» (от 5 до 10 дня) продолжает значительно снижаться вес испытуемых и все обхватные размеры. После 10 дней голода вес снизился на 5,8 кг. На пятнадцатый день потери массы тела составили 8,3 кг, на 20 день – 9,8 кг. Особенно интенсивно снижается жировая масса, висцеральный жир и мышечная масса тела. К 10 дню голода площадь поверхности тела уменьшается в 1,5 раза. Характерно, что относительное количество воды наиболее интенсивно снижается в первый период, а в период нарастающего ацидоза колебания показателя незначительные. При выходе из голода на 11 день на первой «астенической стадии» при приеме соков в организме увеличивается относительное количество воды и мышечная масса, в то время как общая масса тела и жировая масса тела остаются неизменными. На второй стадии – «интенсивное восстановление» при введении в рацион питания фруктов, овощей и каш вес тела нарастает довольно быстро, также интенсивно увеличивается относительное количество воды и мышечная масса. Однако динамика нарастания жировой массы тела и висцерального жира существенно отличается от остальных показателей. В течение 20 дней восстановления после 10-дневного голодания относительное количество жировой массы снижается до 20 дня и начинает нарастать только с 21 дня. Висцеральный жир до 21 дня также остается сниженным. Вес окончательно стабилизируется только к 17 дню. При этом увеличивается относительное количество воды в организме. Следует отметить, что на входе в голод у испытуемых отмечается 55,5 % воды, а на момент выхода из голода уровень воды был даже выше – 56,8%. Через две недели уровень воды составлял более 59%. После 20 дней голода подкожно-жировая ткань исчезает практически полностью, а висцеральный жир снизился к концу эксперимента только на 0,5%. Интенсивно снижается мышечная ткань – на 5,9 %. Костная ткань уменьшается менее интенсивно – всего на 2%. Стабилизация веса тела после 20 дней голода при правильном употреблении соков, фруктов и каш восстанавливается за 15 дней. Восстановление мышечной ткани до исходного уровня проходит довольно быстро – за 8 дней. Подкожно-жировая масса восстанавливается очень долго и начинает нарастать только после 30 дней.

Таким образом, в течение 20 дней голода отмечается общая тенденция снижения всех антропометрических показателей: веса, площади поверхности тела, водного уровня, жирового, мышечного и костного компонентов тела. Восстановление всех параметров до исходных значений протекает

относительно быстро за исключением подкожно-жирового компонента. Жировая прослойка оказалась инертной тканью.

При анализе показателей работоспособности было выявлено, что после первого дня голодания происходит увеличение всех представленных параметров в среднем в 1,2 раза. Это относится к «углу» в виси на перекладине, к вису на перекладине, отжиманию на брусьях, к становой динамометрии, кистевой динамометрии и подтягиванию на перекладине. В период восстановления к концу второго дня абсолютная величина представленных показателей продолжает неуклонно увеличиваться. После 3х дней голодания показатель «угла» в виси на перекладине несколько снижается, время виси на перекладине снижается незначительно, показатель становой динамометрии остается на высоком уровне, кистевая динамометрия также не меняется по сравнению с исходным уровнем, а показатель левой кистевой увеличивается в среднем с 43 до 46. Подтягивание на перекладине снижается по сравнению с предыдущими данными, но приближается к исходному начальному значению. В период недельного восстановления после трех дневного голодания практически все используемые показатели увеличиваются в 1,5-2 раза по сравнению с исходными значениями. После 10-дневного голодания практически все параметры снижаются в 2 раза. После 20-дневного голодания – в 3,5-4 раза. После 2х недельного периода восстановления абсолютные параметры предложенных упражнений вновь увеличиваются до исходного уровня, полученного в первый день эксперимента. Однако после 4й недели восстановления абсолютные показатели «угла» в виси на перекладине, виси на перекладине, отжимания на брусьях, становая и кистевая динамометрия, подтягивание на перекладине снижаются по сравнению с третьей неделей восстановления. При анализе показателей, полученных в тесте ступенчато повышающейся нагрузки, было выявлено, что максимальное потребление кислорода было достигнуто после первого и третьего дней голодания. ЧСС в среднем составила 201 уд/мин. При этом после первого дня голода ЧД увеличивается до $53,4 \pm 0,86$, но дыхательный объем уменьшается, а после 3-х дней ЧД уменьшается до $39,2 \pm 0,56$. Минутная вентиляция также более низкая, но при этом достоверно увеличивается дыхательный объем. Можно предположить, что после 3-х дней голода при достижении МПК метаболические процессы становятся более экономичными. Сразу после 10-дневного голодания, в 1-ю и 2-ю неделю восстановления происходит неуклонное снижение относительного поглощения кислорода и ЧСС. Резко и неуклонно снижается минутная вентиляция, кислородный пульс и частота дыхания. После 20-дневного голодания все эти процессы еще более угнетаются.

Только 3-4й недели восстановления показатели начинают увеличиваться и доходить до первоначальных исходных значений. Показатели лактата в исходный период имеют низкие значения в среднем $1,7 \pm 0,02$ ммоль/л, за исключением периода трехдневного голодания и составляет в среднем $3,6 \pm 0,43$ ммоль/кг. На третьей минуте после нагрузки лактат в среднем поднимался до $12,0 \pm 0,67$ ммоль/л, но высокие значения были зарегистрированы в первый исходный день, после одного и после 3-го дня голода. На 15-1 минуте после работы параметр лактата был более низкий, чем на 3-ей минуте после работы и в среднем составил $11,3 \pm 0,21$ ммоль/л. Кинетика сахара в крови несколько неоднозначная и не соответствует литературным данным. За весь период наблюдения голодания остается этот показатель остается на уровне нормы, за исключением исхода и после 1-го дня голода на 15 минуте. При использовании теста максимальной анаэробной мощности, было выявлено, что максимальное время удержания используемой нагрузки приходится на период после 3-го. Наибольшая общая работоспособность, выполненная за счет анаэробных резервов и на единицу массы отмечается после 1-го и 3-го дней голода. Показатели лактата (по сравнению с тестом «ступенькой») выше и в среднем составляет $4,7 \pm 0,17$, а на 3-й минуте после работы в среднем повышается до $11,2 \pm 0,76$ ммоль/л. Показатель глюкозы крови за весь период исследования был в пределах нормы – $5,5$ ммоль/л за исключением 3-го дня и составил $7,2 \pm 0,43$ ммоль/л. При использовании теста на удержание было выявлено, что ЧСС = $197,0 \pm 12$, уд/мин. Показатель ЧД в тесте на удержание имеет крайне неравномерную динамику. Если до голода в начале эксперимента ЧД = $46,0 \pm 1,35$, то после 1-го дня голода ЧД выросла до $61,7 \pm 2,32$, а после 3-го дня до $50,0 \pm 1,54$. В период восстановления ЧД = $40,0 \pm 2,00$, после 10 дней голода вновь вырастает до $64,5 \pm 3,21$, к 20 дню – $61,0 \pm 1,64$. Данный косвенный показатель свидетельствует, что в организме выделяется большое количество молочной кислоты. Увеличение ионов водорода и углекислого газа («неметаболического» избытка CO_2) служит основным метаболическим сигналом для дыхательного центра. При выходе молочной кислоты в кровь резко усиливается легочная вентиляция и поставка кислорода к мышцам. На 3-й минуте после работы показатели молочной кислоты в среднем составляют $14,5 \pm 0,43$ ммоль/л, что свидетельствует об активном гликолизе, после 15 минут концентрация молочной кислоты достоверно снижается и достигает величин $10,3 \pm 0,23$ ммоль/л. Уровень глюкозы практически остается на уровне нормы, за исключением результата после 1-го дня голода, когда на 3-й минуте после работы уровень глюкозы снизился до $2,4$, а на 15 минуте после работы концентрация глюкозы возросла до $7,0$.

При использовании психологических тестов, было показано, что в первый день голодания у спортсменов наблюдается высокая частота ошибок и увеличение времени исполнения тестов. На второй день частота ошибок и затраченного времени достоверно уменьшается. К 3, 4, 5 дню вновь отмечается достоверное увеличение количества ошибок и времени выполнения проб. К 6 дню голодания концентрация и устойчивость внимания значительно улучшается и стабилизируется. К 10 голода ошибки и время выполнения проб увеличиваются весьма значительно. К 20 дню голода все психические процессы заторможены.

Выводы

1. Проведенные исследования показали, что в период дозированного голодания происходит неравномерное изменение антропометрических показателей. Общая тенденция – это снижение всех показателей: веса, площади поверхности, обхватных размеров, жирового, мышечного и костного компонентов. В период восстановления к 20 дню после 10-дневного голодания и к 30-35 дню – после 20-дневного голодания практически все антропометрические показатели восстанавливаются до исходных значений за исключением подкожно-жировой клетчатки, которая восстанавливается в более поздние сроки. Восстановительный период показывает, что изменения в организме в период дозированного голодания не вышли за пределы их компенсаторных возможностей.
2. Было выявлено положительное влияние голода на уровень физических качеств. Однако это улучшение ограничивается 1 и 3 днями голода.
3. После 10 и 20-дневного голодания показатели физической работоспособности и энергетические параметры достоверно снижаются.
4. Феномен пролонгированного воздержания от пищи сохраняет приобретенные положительные свойства на период в 1,5-2 раза превышающий срок голодания, после которого положительный эффект снижается и возвращается к исходному уровню.
5. Наиболее высокая общая работоспособность, выполненная за счет анаэробных резервов и на единицу массы, отмечается после 1-го и 3-го дней голода.
6. При использовании психологических тестов, в первый день голодания у спортсменов наблюдается высокая частота ошибок и увеличение времени исполнения тестов. К 6 дню голодания концентрация и устойчивость внимания значительно улучшается и стабилизируется. К 10 голода ошибки и время выполнения проб увеличиваются весьма значительно. К 20 дню голода все психические процессы заторможены.

Библиография

1. Волков Н.И. Эргогенные эффекты спортивного питания / Н.И. Волков, В.И. Олейников. – М.: Светский спорт, 2012. – 100 с.
2. Допинг и эргогенные средства в спорте / под общей редакцией В.Н. Платонова. – Киев: Олимпийская литература, 2003. – 575 с.
3. Тамбовцева Р.В., Фомин А.В. Эффективность применения эргогенных средств для повышения спортивной работоспособности // Материалы Всероссийской научно-практической конференции: «Безопасность в экстремальных ситуациях: медико-биологические, психолого-педагогические и социальные аспекты», 2015. – с.124-127.
4. Тамбовцева Р.В., Фомин А.В. Влияние голода на метаболические составляющие спортсменов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Казань, 2015. – с. 473-474.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭРГОГЕНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЛЕГКОАТЛЕТОВ В ГОДИЧНОМ ЦИКЛЕ ТРЕНИРОВКИ

Шурыгин Г. А., магистрант

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)

г. Москва, Россия

stayer-100@ramler.ru

Аннотация: Быстрота восстановительных процессов и чувствительность к некоторым средствам восстановления, связаны с индивидуальными особенностями организма спортсмена [2]. Учеными установлено, что гораздо эффективнее использовать не отдельные средства восстановления, а в комплексе. Одной из перспективных групп не фармакологических препаратов, содержащих высокоактивные биологические вещества, являются продукты пчеловодства. Благодаря своей высокой биологической активности, энергетическим и целебным свойствам, они способны влиять на многие функции организма [3, 5].

Ключевые слова: нагрузка, восстановление, спортсмен, мед, спортивный результат.

USE ERGOGENICITY MEANS TO RESTORE THE HEALTH OF ATHLETES IN THE ANNUAL SYCLE OF TRAINING

G. Shurigin

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (GTSOLIFK), Moscow

Abstract: Fast recovery processes and sensitivity to some recovery tools associated with the individual characteristics of an athlete [2]. Scientists determined that it is more efficient to use a separate means of recovery, and in the complex. One of the most promising groups of drugs containing highly active biological substances are bee products. Due to its high biological activity, energy and healing properties, they are able to affect many body functions [3, 5].

Key words: stress, recovery, athletic, med, and athletic performance.

Актуальность. В детском возрасте организм юного спортсмена подтвержден большим воздействием: учебная и физическая нагрузка, соревнования, психологическое напряжение, возникновение и развитие заболеваний ОДА, отсутствие стойкости организма к различным заболеваниям и т.д.

При возрастающей психофизической нагрузке, уже на этапе детско-юношеского спорта наблюдается напряжение, а в дальнейшем - «срыв» адаптационных возможностей, неизбежно приводящие к функциональному сдвигу в работе органов и систем организма спортсмена. На пике соревновательной деятельности, в отсутствие адекватного медицинского контроля и фармакологического обеспечения, а также бесконтрольного форсирования тренировочных нагрузок, эти сдвиги могут привести к глубокой дезадаптации. Развитию грубых, нередко необратимых изменений со стороны костно-мышечной, эндокринной, иммунной, кардиореспираторной и других систем организма, вплоть до кардиоваскулярных осложнений и внезапной смерти [4].

Альтернативой фармакологическим препаратам и биологически активным добавкам в спорте может стать использование продуктов повышенной биологической ценности природного происхождения [3]. В данную группу продуктов включают комплекс пищевых компонентов (белково-аминокислотные сложные смеси, углеводно-минеральные напитки, витаминно-минеральные добавки), которые обеспечивают направленное влияние на обмен веществ в организме спортсмена, как при физических нагрузках, так и в последующий период отдыха [4].

Такой характеристике наиболее соответствуют продукты пчеловодства с растительными, животными и минеральными компонентами, способствующие коррекции пищевых рационов, восполнению и обогащению организма атлетов важными макро- и микронутриентами [4].

Так, по данным полученным в ходе педагогического эксперимента 2014-2015 гг. применение апифитипродукции не только повлияло на укрепление здоровья спортсменов (снижение заболеваемости и оптимизацию процессов адаптации организма к возрастающим психофизическим нагрузкам, но способствовало росту их личных спортивных результатов.

Результаты и их обсуждение. Анализировались результаты тестов (шестиминутный бег, тест для оценки работоспособности сердца при

физической нагрузке – проба Руфье-Диксона) и динамика личных результатов, на протяжении 2-х лет в круглогодичном тренировочном цикле.

В каждом микроцикле использовался рекомендованный комплекс апробированной апифитопродукции, оптимальный для данного этапа подготовки спортсмена. Экспериментальная группа получала сертифицированные медопродукты, согласно разработкам и рекомендациям научной группы «Тенториум». Медопродукты и препараты, принимались в соответствии с методикой. Согласно рекомендациям, мед принимался по 1 ч. л. до и после тренировки (не менее 3-х раз в неделю), согласно тренировочному циклу и виду меда.

Спортсмены экспериментальных групп улучшили свои тестовые показатели по тесту Руфье-Диксона на восстановление: в группе юношей на 17,66% и в группе девушек на 23,48%. Результаты представлены в таблице 1, 2.

Таблица 1 – Результаты юношей в тесте для оценки работоспособности сердца при физической нагрузке

Группа		Апрель	Декабрь	Апрель	Декабрь	Прирост результата, %
		2014 г.	2014 г.	2015 г.	2015 г.	
Экспериментальная	Баллы	3	3,1	3,16	3,53	17,66
	%		+1,93	+5,37	+11,70	
Контрольная	Баллы	3,03	(3)	(3,06)	(3,3)	8,91
	%		-1	+2	+7,84	

Таблица 2 – Результаты девушек в тесте для оценки работоспособности сердца при физической нагрузке

Группа		Апрель	Декабрь	Апрель	Декабрь	Прирост результата, %
		2014 г.	2014 г.	2015 г.	2015 г.	
Экспериментальная	Баллы	2,98	3,13	3,28	3,68	23,48
	%		+5,03	+4,79	+12,19	
Контрольная	Баллы	2,95	2,96	2,98	3,33	12,88

	%		+0,33	+0,67	+1,52	
--	---	--	-------	-------	-------	--

Юноши и девушки экспериментальных групп улучшили свои личные результаты (на 70,64% и на 46,26% соответственно), чем спортсмены контрольных групп. Результаты представлены в таблице 3, 4.

Таблица 3 – Результаты юношей в избранном виде

Группа		Февраль 2014 г.	Лето 2014 г.	Зима 2015 г.	Лето 2015 г.	Зима 2015 г.	Прирост результата , %
Экспериментальная	Баллы	2,93	3,6	3,76	4,3	5	70,64
	%		+22,8 6	+4,4 4	+14,3 6	+16,2 7	
Контрольная	Баллы	3,56	3,63	3,66	3,96	4,33	21,62
	%		+1,96	0,82	+8,19	+9,34	

Таблица 4 – Результаты девушек в избранном виде

Группа		Февраль 2014 г.	Лето 2014 г.	Зима 2015 г.	Лето 2015 г.	Зима 2015 г.	Прирост результата , %
Экспериментальная	Баллы	3,61	3,95	4,03	4,63	5,28	46,26
	%		+9,4 1	+2,0 2	+14,8 8	+14,0 3	
Контрольная	Баллы	3,8	3,9	3,9	4,01	4,81	26,57
	%		+2,6 3	0	+2,82	+19,9 5	

Особенно хочется выделить юношей из экспериментальной группы, улучшивших свои личные показатели на дистанциях 800 м – (на 133,30% и 59,37% соответственно) и на дистанции 1500 м – на 42,85%. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Личные результаты юношей в избранном виде

Ф. И., избранный вид		Февраль 2014 г.	Лето 2014 г.	Зима 2015 г.	Лето 2015 г.	Зима 2015 г.	Прирост результата, %
И. М. 800 м.	Баллы	3,2	3,8	3,9	4,5	5,1	59,37
	%		+18,75	+2,63	+15,38	+13,33	
Б. М. 800 м.	Баллы	2,1	3,2	3,5	4	4,9	133,33
	%		+52,38	9,37	+14,28	+22,5	
С. А. 1500 м.	Баллы	3,5	3,8	3,9	4,4	5	42,85
	%		+8,57	+2,63	+12,82	+13,63	

Девушки экспериментальной группы тоже улучшили свои показатели, особенно на дистанциях 5000 м – на 57,57%, в беге на 1500 м – 51,61%, и на дистанции 400 м – на 42,50%. Указанные проценты даны по результатам переведенным в баллы по таблицам Зобкова В. А. Достоверность данных проверялась по t-критерию Стьюдента ($P < 0,05$). Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Личные результаты девушек в избранном виде

Ф. И., избранный вид		Февраль 2014 г.	Лето 2014 г.	Зима 2015 г.	Лето 2015 г.	Зима 2015 г.	Прирост результата, %
А.С. 5000 м.	Баллы	3,3	3,8	3,8	4,3	5,2	57,57
	%		+15,15	0	+13,15	+20,93	
И. Т. 1500 м.	Баллы	3,1	3,2	3,5	4,1	4,7	51,61
	%		+3,22	+9,37	+17,14	+14,63	

П. В. 400 м.	Баллы	4	4,2	4,3	5	5,7	42,50
	%		+5	+2,38	+16,27	+14	

Из проведенного педагогического эксперимента, можно сделать субъективные выводы. Несоввершенство заключается в том, что дети не достаточно серьезно себя оценили в анкетах, может быть потому что вопросы в них были не конкретизированы. Положительной стороной является, большое внимание родителей, администрации ДЮСШ, и большой резонанс. Тренеры получили новые знания и данные о своих учениках.

На следующем этапе эксперимента мы увеличили комплексное сочетание медопродуктов. На данном этапе обязательным стало не только круглогодичное применение пчелопродуктов согласно микроциклам, но и ударное применение (соревнование и т.п.), учет индивидуальных и психологических особенностей, и пропаганда здорового образа жизни (ножные ванны, самомассаж, упражнения для стоп и т.д.).

Цель работы: Разработать и экспериментально обосновать комплексную методику использования эргогенических средств для восстановления работоспособности легкоатлетов в годичном цикле тренировки.

В работе используются следующие **методы исследования:**

- 1) анализ научно-методической литературы;
- 2) педагогическое наблюдение;
- 3) социологический метод;
- 4) педагогический эксперимент;
- 5) математико-статистический метод обработки полученных данных.

Гипотеза исследования: Предполагается, что разработанная методика восстановительных мероприятий будет более эффективной по сравнению с традиционно применяемой в детском спорте, и принесет большой познавательный и оздоровительный эффект для развития личности.

Объект исследования. Учебно-тренировочный процесс легкоатлеток-бегуний школьного возраста.

Предмет исследования. Комплекс восстановительных мероприятий физической работоспособности.

Научная новизна заключается в разработке нового подхода к восстановлению работоспособности легкоатлетов средствами апифитопродукции в комплексе с аутогенной тренировкой, ножными ваннами и индивидуальными особенностями.

В эксперименте участвуют 2 группы девушек учащихся в спортивной школе г. Гусь-Хрустальный. Возраст спортсменов контрольной и экспериментальной группы составляет 14-16 лет;

Группы однородные, соотношение ОФП, СФП, методов тренировки примерно одинаковы, спортсмены выполняют равный объем работы в годичном цикле;

Восстановительные мероприятия – сауна, массаж, витаминизация, гидропроцедуры, используют в равной степени. Спортсмены экспериментальной группы применяют для восстановления апифитопродукты, ножные ванны с элементами закаливания и упражнениями для стоп с обязательным сочетанием индивидуальных особенностей спортсменов.

Эксперимент заключается в анализе результатов: теста на оценку работоспособности и восстановление – проба Руфье – Диксона, динамики личных результатов, динамики тестов специализированной подготовки. В дополнение к этому фиксируется динамика индивидуальной подготовленности (школьных тестов, ГТО, президентских состязаний и т.д.), психологического состояния и здоровья (по анкетам).

Тестирование проводится 2 раза в год (в зимний и летний соревновательный периоды) для основных тестов. Итоги тестов специализированной подготовки и школьных тестов в течение года согласно единому календарному плану.

Во время проведения педагогического эксперимента, занимающиеся ведут дневник, где фиксируется их самочувствие, психологическое состояние, мотивация спортивной деятельности. Для удобства обработки этих данных, заготавливаются анкеты до и после тестов и соревнований. По этим анкетам оценивается личное состояние, подготовленность к тестам, стартам.

Предложенные пчелопродукты, включают в себя богатый нутритивный состав и, тем самым, предвосхищают высокую эффективность его применения в детско-юношеском спорте [1].

Поскольку такие продукты, благодаря известной здоровьесберегающей направленности, обеспечивают важное воздействие на обменные процессы у спортсменов, их рекомендуют применять как при высоких физических нагрузках, так и в восстановительный период [1].

Библиография

1. Ким, В. Н. Дисфункция эндотелия и факторы кардиоваскулярного риска в детско-юношеском спорте: способы оценки и нутритивная коррекция апифитопродукцией [Текст] / Р. Г. Хисматуллин, И. П. Хисматуллина, И. Г. Аксёнова, В. П. Леонов, В. В. Малышкин, Ю. Н. Федосов, П. И. Лидов, А. В. Алехнович. – М.: Аллигресс, 2015. – 176 с.

2. Рябинцев, Ф. П. Средства восстановления работоспособности бегунов на средние и длинные дистанции: учебно-методическое пособие [Текст] / Ф. П. Рябинцев, В. Д. Сячин, С. С. Чернов – М.: Коломна: КГПИ, 2007. – 50 с.

3. Тамбовцева Р. В. Спортивная эргогеническая диетика: Учебное пособие [Текст] / Р.В. Тамбовцева. – М.: Издательство «ОнтоПринт», 2016. – 152 с.

4. Ханверьян, Р. А., Ким В. Н. Применение апифитопродукции в подготовке спортсменов олимпийского резерва: методические рекомендации [Текст] /А. Г. Соколов, Ю. Н. Федосов, И. Г. Аксенова, А. В. Рутковский, В. В. Малышкин, Р. Г. Хисматуллин, И. П. Хисматуллина, Э. А. Вашкулатова. – М.: Аддигресс, 2015. – 82 с.

5. Шурыгин, Г. А., Мещеряков, А. В., Сячин, В. Д. Разработка методики восстановительных мероприятий спортсменов при помощи апифитопродуктов: Научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии и здоровья человека» [Текст] / Г.А Шурыгин, А. В Мещеряков, В. Д Сячин, Череповецк. - М : ЧГУ, 2016. – 6 с.

ВЛИЯНИЕ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ГИМНАСТИКИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СТУДЕНТОВ

Южикова О.С., к. п. н., доцент

Павлова С.Ю., старший преподаватель

Менлембетов А.Р., студент

ФГОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет», Россия, г. Астрахань.

amir021096@mail.ru

Аннотация. В данной статье исследовались показатели функционального состояния студентов Астраханского государственного технического университета и их изменение при занятиях дыхательной гимнастикой.

Ключевые слова: функциональные показатели, студенты, дыхательная гимнастика.

IMPACT STUDIED OF BREATHING EXERCISES ON THE FUNCTIONAL STATUS OF STUDENTS

Yuzhikova O.S. - Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, FSEI HPE "Astrakhan State Technical University," Russia, Astrakhan.

Pavlova S.Y. - Senior lecturer, FSEI HPE "Astrakhan State Technical University," Russia, Astrakhan.

Menlembetov A.R. - student FSEI HPE "Astrakhan State Technical University," Russia, Astrakhan.

Abstract: This paper investigated parameters of the functional condition of students of Astrakhan State Technical University, and changing them when doing breathing exercises.

Keywords: functional performance, students, breathing exercises.

Актуальность. В настоящее время, проблемы здоровья стали исключительно актуальными в связи с устойчивой тенденцией ухудшения здоровья людей. Объём познавательной информации для студентов достаточно высок, растут умственные нагрузки. Ввиду этого часто наблюдается переутомление, ухудшение функциональных показателей. Ритм жизни предъявляет к здоровью человека весьма высокие требования. Воздействие стрессов, повышенных нагрузок, загрязненного воздуха значительно влияют на здоровье не в лучшую сторону.

Динамика учебного процесса с его неравномерностью распределения нагрузок и интенсификацией во время экзаменационной сессии своего рода испытание организма студентов. Происходит снижение функциональной устойчивости к физическим и психоэмоциональным нагрузкам, возрастает негативное влияние гиподинамики, нарушений режимов труда и отдыха, сна и питания, интоксикации организма из-за вредных привычек; возникает состояние общего утомления, переходящее в переутомление[3].

Современная медицина считает, что правильное дыхание – залог хорошего здоровья. Поэтому важно уделять большое внимание обучению правильному дыханию. Дыхательная гимнастика – комплекс специальных дыхательных упражнений, ориентированных на укрепление здоровья человека. Дыхательная гимнастика оказывает положительное влияние на организм человека, в частности студента[2].

Цель исследования – оценить влияние занятий дыхательной гимнастики на функциональные показатели студентов.

В исследовании участвовали 32 студента Астраханского государственного технического университета. Занятия дыхательной гимнастикой проводились 2 раза в неделю в рамках занятий по физической культуре. Занятия были ориентированы на укрепление дыхательной системы и составляли 40-45 минут от общего времени занятия. Занятия проводились в течение учебного семестра.

Методы исследования. Для оценки эффективности занятий применялись методы пульсометрии (измерение частоты сердечных сокращений (ЧСС)), спирометрии (измерение жизненной емкости легких (ЖЕЛ)), измерение артериального давления (АД) до и после занятий. Занятия дыхательной гимнастикой состояли из вводной, основной и заключительной частей.

Вводная часть занятий была направлена на подготовку мышц и диафрагмы и состояла из покачивающих движений и дыхательных

упражнений. Основная часть занятий состояла из упражнений на дыхание в движении с небольшой амплитудой. Заключительная часть была направлена на расслабление мышц и диафрагмы.

Результаты исследования и обсуждение. Перед началом занятий дыхательной гимнастикой были проведены исследования показателей функционального состояния наблюдаемой группы. Результаты наблюдения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели функционального состояния студентов до и после занятий дыхательной гимнастикой

АД (мм.рт.ст.)		ЧСС (уд./мин.)		ЖЕЛ (л)	
до	после	до	после	до	после
138/84	125/81	71	63	3.26	3.97

По результатам обследования установлено, что у многих студентов имелись отклонения в показателях артериального давления. Гипертония (АД > 130/80) выявлена у 36% обследуемых. Гипотония (АД < 120/70) - у 22%. По показателям ЧСС брадикардия (ЧСС < 60 уд/мин.) не отмечена, а тахикардия (ЧСС > 70 уд/мин.) была обнаружена у 53 % студентов. Показатели ЖЕЛ большинства студентов занижены по сравнению с нормой возраста 17-18 лет.

После занятий дыхательной гимнастикой наблюдается улучшение функционального состояния студентов по всем показателям. Гипертония уменьшилась на 10%, гипотония на 18 %, тахикардия на 20 %. Показатели ЖЕЛ улучшились у 80 % обследуемых.

Таким образом, можно отметить несомненное преимущество дыхательной гимнастики на занятиях по физической культуре, это очень простой и вместе с тем эффективный способ лечения и профилактики заболеваний, который не требует особых затрат и может использоваться не только на занятиях со студентами, но и людьми разного возраста.

Библиография

1. <http://pedrazvitie.ru>
2. <http://dic.academic.ru>
3. Гладенкова, В.П. Теоретические основы физической культуры / В.П. Гладенкова, А.Ю. Жмыхова, А.Э. Буров // Учебно-методическое пособие. – Астрахань. - 2011. – 264 с.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
БИОХИМИИ И БИОЭНЕРГЕТИКИ
СПОРТА XXI ВЕКА**

