

Учреждение Российской академии наук
Научно-исследовательский институт
Нормальной физиологии им. П.К. Анохина
Медицинский институт
Тульского государственного университета
Государственный научный центр
Институт медико-биологических проблем РАН

Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Орлов В.А.

МЕДИКО–БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТЕ

Монография
Под редакцией академика РАН
А.И. Григорьева

Издательство «СПОРТ», «ЧЕЛОВЕК»
Москва 2018

ББК 66.2(2Рос)
Ф 97

Издательство «СПОРТ» –
член Международной ассоциации издателей
спортивной литературы (WSPA)

Рецензенты:
Академик РАН **В.Г. Зилов,**
д.п.н., профессор **П.А. Виноградов**

Художник *А. Ю. Литвиненко*

Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Орлов В.А.

Ф 97 Медико-биологические технологии в физической культуре и спорте. Монография / Под
ред. академика РАН А.И. Григорьева. – М.: Спорт, Человек, 2018. – 320 с., ил.

ISBN 978-5-9500178-7-2

В монографии изложены инновационные медико-биологические технологии диагностики и коррекции физического состояния спортсменов в процессе тренировочной деятельности и проведения реабилитационных и оздоровительных процедур. На основе системного анализа психофизиологической и социальной адаптации лиц, занимающихся физической культурой и спортом, определены принципы составления тренировочных и оздоровительных программ. Выявлены мануальные, диагностические и реабилитационно-восстановительные возможности использования лазерофореза биологически активных веществ при занятии спортом. Установлена информационная значимость системы крови и других биологических жидкостей при умеренных и экстремальных тренировочных нагрузках в спорте высших достижений. С позиции теории функциональных систем дана характеристика комплексной программы оценки результативной деятельности с учетом психофизиологического состояния и функциональных возможностей организма спортсменов. Изложена реабилитационно-оздоровительная эффективность индивидуальных тепло-холодовых процедур и физических нагрузок с коррекцией микроэлементного состава крови и витаминообеспеченности при восстановлении и реабилитации спортсменов.

Материалы, изложенные в монографии, расширяют представления о возможности более широкого использования медико-биологических технологий в управлении тренировочным процессом на фоне всё возрастающих тренировочных и соревновательных нагрузок.

ББК 66.2 (2РОС)

© Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Орлов В.А., 2018
© Издательство «Спорт», «Человек», издание, оформление, 2018

ISBN 978-5-9500178-7-2

Благодарность

Практически весь изложенный в монографии материал является итогом научной и практической работы и накопленного опыта ученых Москвы и Тулы.

Авторы приносят искреннюю благодарность за идеологическое и научно-практическое сотрудничество, за помощь и участие в проведении совместных исследований, за доброжелательные и профессиональные советы при написании данной монографии своим коллегам и друзьям: академикам РАН И.И. Дедову, А.И. Григорьеву, М.И. Давыдову, М.А. Пальцеву, А.И. Воробьеву, Л.А. Бокерия, Ю.И. Бузиашвили, Ф.И. Комарову, А.И. Мартынову, В.И. Покровскому, К.В. Судакову, В.А. Тутельяну.

Искренняя благодарность за предоставленную возможность использовать материалы совместных исследований при написании монографии: *профессорам* – О.Л. Виноградовой, Н.Э. Богданову, Ю.Л. Веневцевой, В.И. Дедову, В.М. Еськову, И.М. Лариной, О.Г. Сафоничевой, Ю.И. Цкипури, В.А. Орлову; *кандидатам медицинских наук* – Р.В. Грачеву, Е.В. Лаврову; *кандидатам биологических наук* – С.Я. Классиной, Н.В. Климиной, О.П. Тарakanову.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Спорт высших достижений стал одним из удивительных феноменов современной цивилизации и оказывает значительное воздействие на различные стороны современной жизни. Современное Олимпийское движение является исключительно популярным явлением в глазах мирового сообщества.

Анализируя систему подготовки спортсменов высшей квалификации, необходимо отметить, что она является сложным процессом, основу которого должны составлять современные достижения педагогической, медицинской и биологической наук. Задача внедрения достижений медико-биологических наук в тренировочную практику детских и юношеских спортивных школ и в подготовку высококвалифицированных спортсменов может решаться разными способами, например, через комплексные научные группы различных видов спорта.

В настоящее время тренировочные и соревновательные нагрузки в спорте высших достижений достигли уровня, близкого к предельному. Известно, что повторные, близкие к предельным физические нагрузки, способствуют увеличению функциональных возможностей организма, обеспечивающих рост спортивного результата. Однако, чтобы тренировочный процесс был эффективным, нагрузки не должны превышать адаптационные возможности спортсмена.

Выполнение этого требования возможно при мониторинговании состояния спортсмена с использованием научно-обоснованных диагностических тестов и функциональных проб, объективно оценивающих резервные возможности организма. Знание результатов тестирования позволяет определить слабые места спортсмена, грамотно подобрать индивидуальные тренировочные программы, способствующие наибольшему росту его работоспособности. Результативность тренировочного процесса можно увеличить, применяя дополнительные физиологические методы потенциации эффекта использования традиционных методик тренировки. В настоящее время для подготовки спортсменов используются тренажерные комплексы, регистрирующие временные показатели работы и энергетические затраты на ее выполнение. Это позволяет объективно оценить состояние функциональных систем организма и открывает новые возможности управления тренировочным процессом. В восстановительный период используется больше число терапевтических процедур, технологий и комплексов, позволяющих быстро восстанавливать работоспособность спортсменов.

Опыт показал, что активное участие специалистов академической науки в разработке инновационных медико-биологических технологий позволяет вывести подготовку спортсменов высшей квалификации на новый более высокий уровень.

Необходимо отметить, что поставленная авторами монографии задача использования в спорте медико-биологических технологий безусловно актуальна. В монографии рассматриваются как общепризнанные, так и перспективные диагностические и корригирующие медико-биологические технологии, которые могут быть использованы при занятиях физической культурой.

Монография рассчитана на физиологов, физиологов спорта, патофизиологов, физиотерапевтов, специалистов восстановительной и спортивной медицины и спортивных врачей, работающих в области физической культуры и спорта высших достижений.

Академик РАН
А.И. Григорьев

ГЛАВА I

ИННОВАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И КОРРЕКЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ

1. Системы диагностики

1.1. Допплеровские диагностические системы для исследования кровообращения и работы сердца

1.1.1. Допплер Ангиодин-ПМД

Портативная доплеровская диагностическая система для исследования транскраниального, экстракраниального, периферического и микрососудистого кровообращения, все преимущества стационарного. Предназначена как для повседневной работы в условиях стационара (отделений функциональной диагностики, операционных, реанимации), так и для работы на выезде, в спортивной медицине и физиологии спорта.

Базовая комплектация «Ангиодин-ПМД»:

- портативный электронный блок (доплеровский блок 2 МГц PW, 4 МГц PW/CW, 8 МГц PW/CW; специализированный компьютер, 8,4" цветной ЖК экран);
- ультразвуковой зонд 2 МГц PW (транскраниальный, импульсный);
- ультразвуковой зонд 4 МГц PW/CW (импульсный/непрерывный);
- ультразвуковой зонд 8 МГц PW/CW (импульсный/непрерывный);
- программное обеспечение Doppler Diagnostic в среде WINDOWS XP;
- педаль «старт/стоп»;
- внешний пульт управления;
- внешний DVD-RW;
- инструкция пользователя;
- гарантийное обслуживание 24 месяца.



Рис. 1. Допплер Ангиодин-ПМД

Дополнительная комплектация:

- ультразвуковой зонд 16 МГц PW (микрососудистый, импульсный);
- двухканальный доплеровский блок 2х2 МГц PW, 4 МГц PW/CW, 8 МГц PW/CW;
- специальный головной шлем с мониторными ультразвуковыми зондами 2 Гц;
- одноканальный пневмокомпрессор;
- комплект пневмоманжет.

1.1.2. Комплекс для экспресс-диагностики КардиоВизор-6с

Скрининговая система для раннего обнаружения *ишемической болезни сердца* (ИБС) и экспресс контроля состояния миокарда по ЭКГ покоя предназначена для оснащения:

- лабораторий физиологии спорта
- врачебно-физкультурных диспансеров
- кабинетов спортивных врачей
- отделений функциональной диагностики;
- диспансерных кабинетов поликлиник и медицинских кабинетов спортивных баз;
- санаториев и центров медицинской реабилитации;
- отделений лечебной физкультуры больниц и госпиталей;
- подразделений экстренной медицинской помощи;
- медицинских пунктов промышленных предприятий.

Классический метод анализа ЭКГ покоя доступен и методически завершен, распространен и широко используется во всех звеньях кардиодиагностики. По-прежнему актуальны два вопроса анализа ЭКГ покоя: низкая чувствительность и специфичность к ИБС и недостаточная чувствительность для индивидуальных прогнозных оценок риска после *инфаркта миокарда* (ИМ) или других состояний, угрожающих жизни, в т.ч. острой коронарной недостаточности у спортсменов в спорте высших достижений (<http://www.bioss.ru/>).

Существующая система амбулаторного и стационарного кардиологического обследования не успевает обеспечить своевременного начала терапевтических или реанимационных мероприятий при возникновении сердечного приступа, при неожиданном проявлении кардиопатологии у людей, которые до этого эпизода считались здоровыми. Одним из способов их предупреждения является использование точных скрининговых ЭКГ-технологий для оперативной и достоверной идентификации лиц, имеющих высокий риск патологических изменений миокарда. Такие технологии должны обеспечивать детальный и частый контроль динамики сердца, что позволит своевременно выявлять симптомы патологии на догоспитальном этапе или видеть развитие негативных тенденций на самых ранних стадиях при госпитальном лечении. Особую значимость приобретают также обследования для выявления скрытой патологии сердечно-сосудистой системы у лиц, занимающихся физической культурой и спортом. Лица с тяжелым стенозом аорты, гипертрофической кардиомиопатией и некоторыми врожденными пороками подвержены повышенному риску внезапной смерти при занятиях физической культурой и спортом. Для того чтобы исключить такие последствия, рекомендуются обследования с использованием аппарата КардиоВизор-06с, который основан не на анализе общепринятых ЭКГ-характеристик, а на технологии расчета и трехмерной визуализации электромагнитного излучения миокарда по параметрам амплитудной дисперсии стандартного ЭКГ-сигнала от конечностей (4 электрода, патент DE 199 33 277 A1).

Этот прибор эффективен для преодоления указанных выше недостатков ЭКГ-метода по следующим причинам:

- среднее время обследования одного пациента не превышает 1...3 минут, включая время наложения электродов;
- процедура обследования (особенно при первом обращении пациента к врачу) может быть выполнена без снятия одежды, в положении сидя; в портативной комплектации прибора обследование может быть выполнено непосредственно на месте госпитализации или на рабочем месте при скрининговых обследованиях;
- чувствительность прибора к ишемическим изменениям миокарда не менее 80 % при специфичности не ниже 63 %;
- чувствительность прибора к патологическим изменениям при контроле динамики не менее 95 % при специфичности не ниже 90 %.

При использовании КардиоВизора-06с до 50 % кардиопатологий из группы острых или экстренных проявлений могут перейти в группу контролируемых проявлений, подвергающихся своевременной профилактической терапии.



Рис. 2. Комплекс для экспресс-диагностики сердца КардиоВизор-6с

Комплекс для экспресс-диагностики сердца «Кардиовизор-6С» использует уникальный метод неинвазивного экспресс-контроля функционального состояния сердца, основанный на компьютерном расчете и 3D-визуализации «портретов сердца» электромагнитного излучения миокарда по низкоамплитудным флуктуациям стандартной ЭКГ, регистрируемой по отведениям от конечностей (рис. 2). Чувствительность к ИБС составляет не менее 80 %, со специфичностью не ниже 63 %. (У стандартных кардиографов чувствительность к ИБС по ЭКГ покоя составляет от 25 до 40 %). Выраженность и локализация выявленных отклонений легко определяются по изменению цвета на трехмерной анатомической компьютерной модели сердца. (Цветное картирование зон миокарда с нарушением электрической стабильности). Высокая чувствительность к изменениям метаболизма миокарда. Интегральный индекс отклонения от нормы дисперсионных характеристик низко амплитудных вариаций ЭКГ в шкале 0...100 %.

Возможности системы:

- интегральный индекс нарушений ритма в шкале 0...100 % (суммарное отклонение от нормы статистических показателей вариабельности ритма по Баевскому);
- стандартный автоматический анализ ЭКГ (по шести отведениям: I, II, III, aVR, aVL, aVF);
- автоматическое текстовое заключение;
- база данных пациентов;
- сравнительный анализ результатов обследований во времени;
- печатать стандартных кардиограмм и «портретов» сердца;
- время обследования пациента: не более 3 минут.

Количественную скрининговую оценку вероятности наличия сердечной патологии на системе можно проводить на спортивной базе в процессе тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов. Локализация нарушений выделяется на «портрете сердца» красным цветом, что является основанием для проведения углубленного обследования пациента (рис. 3).

Комплект поставки

- усилитель ЭКГ КАРДи2/4;
- программное обеспечение для экспресс-диагностики сердца КардиоВизор-6С, на CD;
- комплект электродов на конечности.

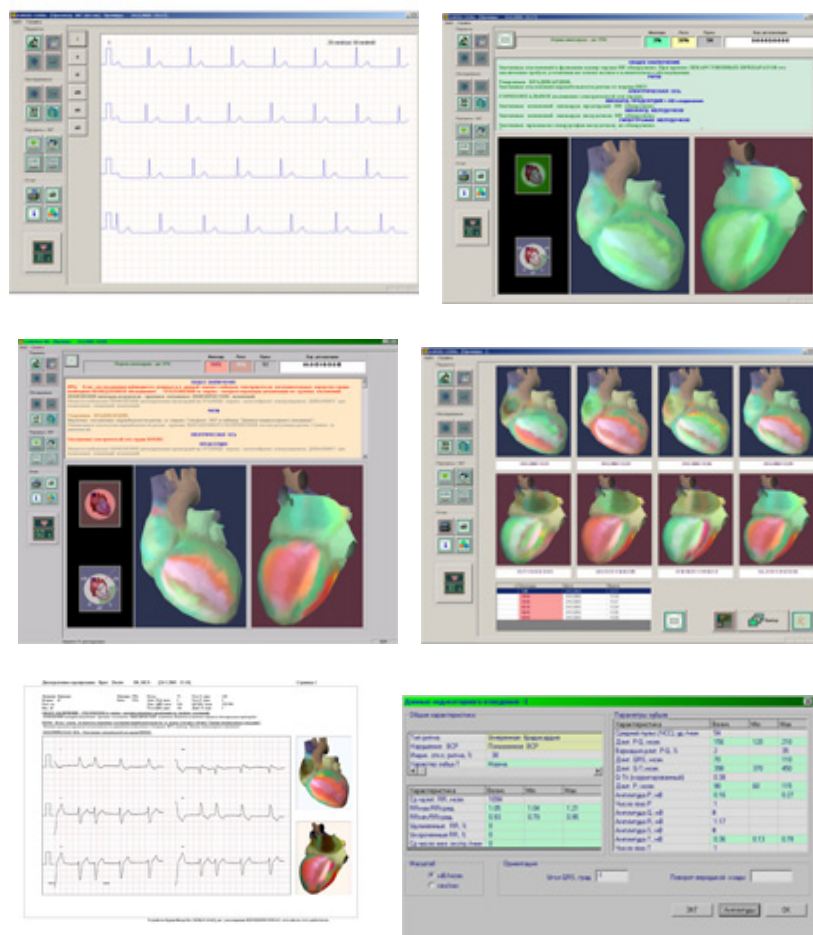


Рис. 3. Кардиограммы и «портреты» сердца

2. Ультразвуковая система диагностики воспалительных заболеваний придаточных пазух и особенности диагностики латентных хронических риносинуситов при занятиях водными и зимними видами спорта

2.1. Ангиодин-ЭХО/П-ЛОР

Обновленный портативный синускоп «Ангиодин-Эхо/П-Лор» – дальнейшее развитие ультразвуковой биометрии на современном этапе. Высокоинформативная, оперативная и абсолютно безвредная методика диагностики таких распространенных заболеваний гайморовых и лобных пазух, как гайморит и фронтит.

Диагностика гайморита и фронтита.

У здорового человека естественная воздушность придаточных пазух носа препятствует прохождению ультразвукового луча и его распространение ограничивается передней стенкой пазух. Если развитие воспалительных процессов в гайморовой или лобной пазухах сопровождается появлением выпота, то в такой ситуации ультразвуковой луч распространяется до задней стенки и отражается от нее.

Ультразвуковые импульсы распространяются в тканях организма и, отражаясь от разных объектов, возвращаются обратно. Разница во времени с момента излучения импульса до его

возвращения обратно к излучателю пропорциональна расстоянию от излучателя до объекта, отразившего импульс. Измеренное время, при известной скорости распространения ультразвука, пересчитывается в расстояние до объекта, которое отображается в виде пика (пиков) на экране прибора.

Режимы работы:

- А+А эхограмма слева и справа – предназначен для выявления наличия в пазухах жидкости и новообразований
- М-эхо (сканер) – предназначен для определения уровня жидкости в пазухе

Интерпретация результатов обследования

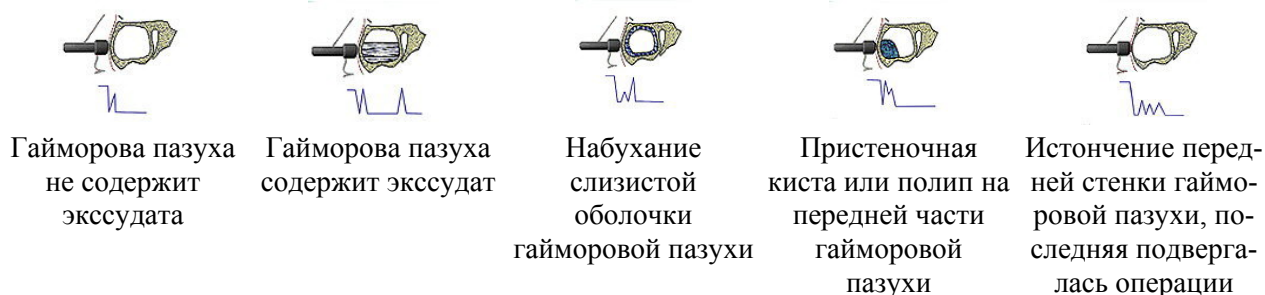


Рис. 4. Ангиодин-ЭХО/П-ЛОР

Базовая комплектация «Ангиодин-Эхо/П-Лор»:

- портативный анализатор «Ангиодин-Эхо/П-Лор» (встроенный блок эхосигналов, 5" ч/б ЖК экран 480x320 точек, встроенный термопринтер 57 мм, сетевое и автономное питание – встроенные аккумулятор с зарядным устройством) (рис. 4);
- ультразвуковой зонд 3 МГц;
- педаль «Старт/Стоп»;
- ультразвуковой гель 250 мл;
- руководство по эксплуатации;
- кейс для переноски;

– гарантийное обслуживание 24 месяца.

Дополнительная комплектация.

Подключение к персональному компьютеру (программа WinPatientExpert и WinSinusExpert® в среде Windows XP) с помощью интерфейса USB (сохранение полученных результатов в базе данных, последующий многократный просмотр и возможность печати результатов обследования на стандартном принтере).

2.2. Визуальная диагностика латентного течения хронических риносинуситов

В исследованиях Л.В. Вандышевой (2009) обосновано визуальное определение маркеров латентного течения *хронических риносинуситов* (ХР), что важно при занятиях спортом (зимние виды спорта, плавание, легкая атлетика и пр.). В период с 2001 по 2009 гг. были проведены исследования у 349 человек (рис. 5).

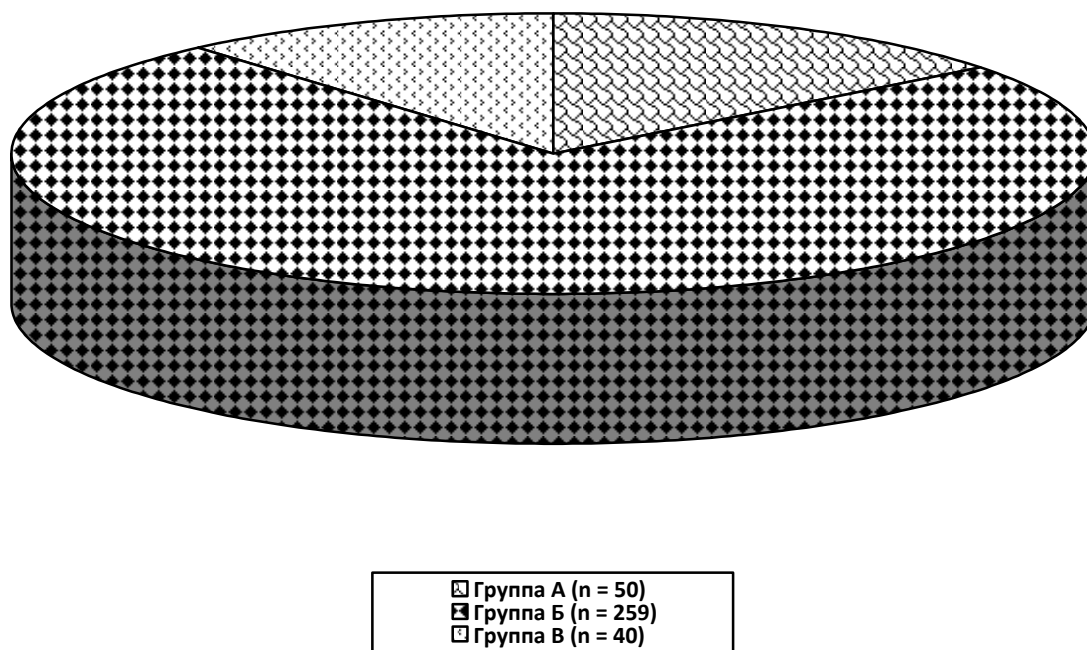


Рис. 5. Объект исследования

Группа А. Обследование 50 взрослых спортсменов, с жалобами на затрудненное носовое дыхание, у которых официально диагноз острый и хронический риносинусит в анамнезе не отмечался.

Группа Б (n = 259) – взрослые спортсмены с заболеваниями: ЛОР-органов – 218, других органов и систем – 193.

Группа В (n = 40) – дети с диагнозом аденоиды 2–3 степени, направленные на аденотомию. Диагноз – аденоиды 2–3 степени у всех обследуемых (100 %).

Установлена закономерность сочетания гипертрофии нижней носовой раковины с гипертрофией слизистой оболочки верхнечелюстной пазухи, расположенной контрлатерально, что является маркером латентного ХР (рис. 6).

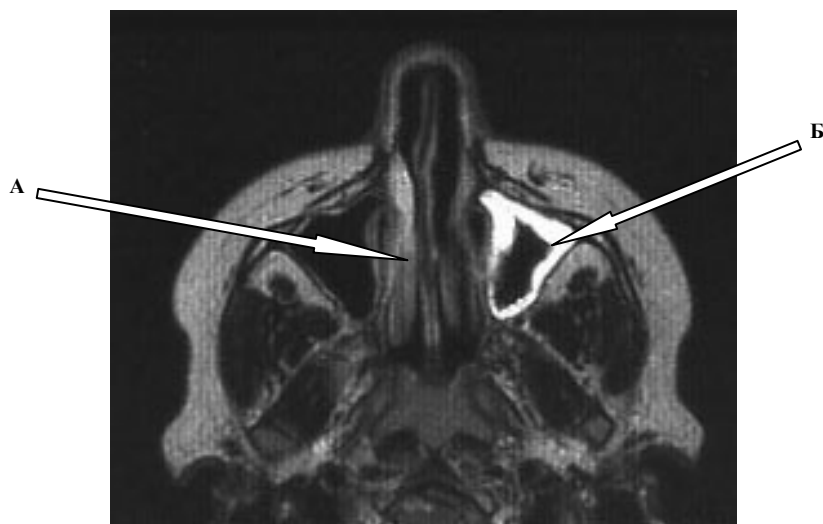


Рис. 6. МРТ при затруднении носового дыхания; в анамнезе – хронический тонзиллит:
 а) отек нижней носовой раковины справа,
 б) отек слизистой оболочки верхнечелюстной пазухи слева (контралатерально)

Бактериологическое, цитоморфологическое и рентгенологическое исследования не являются определяющими в диагностике латентного ХР, а являются экспертными, объективирующими визуальную диагностику. Целесообразно ультразвуковое исследование пазух, как экономически более выгодное.

3. Системы для электростимуляции лимфатического и венозного оттока

3.1. *БодиДрейн®*

Вазоактивная селективная электростимуляция лимфатического и венозного оттока для достижения оптимального жидкостного баланса в тканях (<http://www.physiomed.de>).

Принцип действия

Метод воздействия с помощью аппарата *БодиДрейн* заключается в активации гладкой мускулатуры сосудов при помощи импульса с контактных электродов, воспроизводящего сигнал вегетативной нервной системы ко всем гладким мышцам сосудов. Аппарат *БодиДрейн* имеет две специфические программы воздействия, которые устанавливаются в зависимости от особенностей патологии и методики помпажа лимфатических узлов. На протяжении всего периода воздействия при заданном режиме активизируется естественная перистальтика лимфатической системы. Лимфатический стимулятор нового поколения осуществляет дренаж и удаляет избыточную жидкость, патологические продукты обмена, вызванных перекисным окислением липидов и обеспечивает устранение проблем кровообращения на длительный срок. Аппарат *БодиДрейн* возвращает качество и функции тканям, улучшает работу всех дренажных систем, за счет стимуляции артериального притока, а также лимфатического и венозного оттока (рис. 7).



Рис. 7. Аппарат БодиДрейн

Методика воздействия

Определяется область воздействия в зависимости от нозологии и накладывается *два* или *четыре электрода*. Одновременно рекомендуется проводить *помпаж* соответствующих лимфатических узлов с помощью *встроенной в аппарат вакуумной системы*. Затем устанавливается длительность воздействия (от 15 до 45 минут), тип воздействия (*стимуляция* или *профилактика*) и сила электрического тока. Во время воздействия появляются приятные ощущения, состояние улучшается уже после первой процедуры.

Области применения

Селективная вазоактивная электростимуляция аппаратом *БодиДрейн* за счет двух специальных программ воздействия на гладкую мускулатуру лимфатических узлов, наличия 4 электродов и функции помпажа применяется в травматологии, при заболевании сосудов, до и после операций, в спортивной медицине, пластической хирургии в случаях:

- устранения лимфатического и венозного застоя после выполнения тренировочной нагрузки;
- снятия отеков;
- активации процессов заживления спортивных травм;
- выведение фосфорной и молочной кислоты из мышечных структур после выполнения тренировочной работы большого объема и интенсивности;
- лечения воспалительных процессов;
- утилизации протеинов и жирных кислот.

Устройство имеет: высококонтрастный ЖК дисплей, меню на русском языке, легкое управление одной кнопкой, большой выбор протоколов воздействия с графическими схемами наложения электродов, широкий ассортимент электродов и принадлежностей.

4. Система вакуумного воздействия

Вакуумные устройства позволяют применять стимуляционные токи при помощи вакуумных электродов. Притягивание ткани пациента при помощи мягкого вакуума позволяет эффективно и безопасно осуществлять вакуумное воздействие без использования ремней, пластин или стационарных электродов (рис. 8). При помощи этих свойств стимулируется кровоток и улучшаются проводящие свойства применяемых токов, имеется плавная регулировка пульсирующих волн всасывания, позволяющая усиливать стимуляцию. Высококачественные вакуумные электроды, благодаря мягким контурам, идеально адаптируются к контурам тела. Можно применять ручной вакуумный массаж при помощи специальной насадки для вакуумных приборов.

Система вакуумного воздействия находит широкое применение в спортивной медицине для снятия локального напряжения в мышечных структурах, а также в реабилитационно-восстановительных мероприятиях.



Рис. 8. Аппарат вакуумного воздействия «Физиовак–Бейсик»

5. Устройство микроволнового воздействия

Микроволновое воздействие классифицируется как высокочастотная терапия, вариации частот которой обеспечивает разогревающее воздействие на ткани. Микроволны используются при помощи метода радиационных полей. Этот путь зависит от использующихся излучателей различных размеров и диаметров. Энергия электромагнитных волн напрямую адсорбируется в ткани и разогревает ее. Проникающая способность микроволн больше, чем у волн с короткой длинной волны. *Микроволновое воздействие* предпочтительно используется для местного разогрева мышц и соединительной ткани, при микротравмах в спорте (связки, сухожилия, капсулы и т.д.) (рис. 9).



Рис. 9. Устройство микроволнового воздействия «Физиотерм–М» (<http://www.physiomed.de>).

6. Коротковолновое воздействие

Коротковолновое воздействие также классифицируется как высокочастотная терапия, различные частоты которой играют важную роль в разогреве ткани. Используются электрические и магнитные поля. Короткие волны применяются на основе *метода поля конденсатора* или *метода поля катушки*. При *методе поля конденсатора*, облучаемая поверхность тела находится между двумя конденсаторами (боковой электрод или мягкий резиновый электрод). Под воздействием высоких частот от переменного электрического поля происходят периодические изменения в обрабатываемых участках ткани (рис. 10), сопровождающееся оздоровительным эффектом при спортивных растяжениях и микротравмах.



Рис. 10. Аппарат для коротковолновой терапии «Физиотерм-С».

Сохраняя минимальное расстояние между электродами и кожей, поддерживается равномерное нагревание всех слоев облучаемого участка ткани. В *методе поля катушки* – катушка используется как электрод с вихревыми токами или диплоид. Ток высокой частоты будет течь через эти электроды, вызывая переменное магнитное поле в окружающей среде. Это вызовет нагрев в ткани с хорошей проводимостью (соединительная ткань и мускулатура). Во время импульсного режима коротковолновой терапии возникает субтермальный эффект с улучшением трофики и влиянием на рефлекторную составляющую сосудистой системы. Во время постоянного режима облучения преобладает местный термальный эффект, с улучшением клеточного метаболизма, уменьшением вязкости жидкостей тела, повышением растяжимости коллагеновых волокон и стимуляция циркуляции крови.

Коротковолновое воздействие используется для:

- лечения хронического внутрисуставного воспаления;
- уменьшения боли;
- уменьшения спазмов и деионизации;
- лечения мышечных растяжений и суставных повреждений при занятиях физической культурой и спортом.

7. Ультразвуковое воздействие

Ультразвуковое воздействие с частотами 1 МГц и 3 МГц происходит путем постоянного или импульсного выхода энергии в различных режимах (<http://www.physio-med.de>), относится к механическим тепловым терапевтическим воздействиям с комплексным эффектом. В зависимости от терапевтических параметров (частота, выходная мощность, доза, продолжительность процедуры и режим) акцент приходится на тепловой эффект в результате ультразвукового воздействия (увеличение теплового воздействия и отражение от барьеров в тканях, например, костей или суставов) или на эффект микромассажа в тканях, подвергающихся воздействию. Основные эффекты *ультразвукового воздействия*:

- искусственная гиперемия;
- усиление метаболических процессов (микроциркуляции и диффузии);
- увеличение растяжимости структур соединительной ткани (волокон коллагена);
- обезболивание;
- мышечное расслабление и снятие спазмов при субмаксимальных физических нагрузках;
- ускорение процессов заживления;
- стимуляция сращения переломов.

Поскольку ультразвук отражается воздухом, необходимо использовать специальное средство для улучшения контакта (ультразвуковой гель) или проводить воздействие под водой для оптимального проведения ультразвуковых волн от излучателя в ткани (рис. 11).

Указанные эффекты ультразвукового воздействия рекомендованы к широкому использованию при лечебных и реабилитационно-оздоровительных мероприятиях при занятиях физической культурой и спортом высших достижений.



Рис. 11. Аппарат для ультразвуковой терапии «Физиотерм-С»

8. Комбинированное воздействие

Аппараты для комбинированной терапии позволяют совместить возможности электро- и ультразвукового воздействия в одном корпусе. Они обеспечивают возможность проводить электротерапию, ультразвуковую терапию и сочетанную терапию – одновременное воздействие электротоком и ультразвуком.

8.1. Ионосон-ИФ-Эксперт

Комбинированный двухканальный аппарат для электростимулирующей (среднечастотной) и ультразвуковой терапии (рис. 12).

Стимулирующий ток:

- 2 независимых канала с возможностью задания индивидуальных интенсивностей;
- 2 независимых таймера;
- автоматическое выключение (раздельно для обоих каналов).



Рис. 12. Аппарат для электростимулирующей (среднечастотной) и ультразвуковой терапии Ионосон-ИФ-Эксперт.

Токи средней частоты:

- IF (классический интерференционный ток);
- AMF (синусоидально-модулированный ток);
- MT (среднечастотная мышечная стимуляция);
- KOTS (русская методика используемая в спортивной практике по Котцу).

Токи низкой частоты:

- G (Гальванический ток);
- UR (ульрастимулирующий ток по Треберту);
- HV (Ток высокого напряжения);
- TENS (ЧЭНС).

Ультразвук:

- раздельное и комбинированное лечение;
- две частоты (1 МГц и 3 МГц) на обоих излучателях (2,5 см², 5 см²);
- непрерывный и импульсный режим излучения (4 рабочих цикла);

- TPS: Инновационная и максимально удобная программа дозирования ультразвука. Зная площадь воздействия, TPS автоматически рассчитывает все требуемые параметры процедуры для того, чтобы обеспечить точное количество энергии поступающей к тканям в Дж/см²;
- оптический контроль контакта на аппарате и ультразвуковых излучателях в сочетании со звуковой сигнализацией.

Эргономичные и водонепроницаемые излучатели из биосовместимого титанового сплава обеспечивают максимально возможную безопасность на ультразвуковом выходе и не вызывают аллергических реакций (поверхность излучателя 2,5 см² и 5 см²).

- высококонтрастный ЖК дисплей;
- легкое управление одной кнопкой;
- большой выбор встроенных программ лечения по нозологиям;
- 25 ячеек памяти для индивидуальных программ;
- попури (автоматическая последовательность предварительно заданных токов).

8.2. ВокаСтим

Электро-диагностические методы используются для первичной диагностики повреждений и мониторингирования лечебного процесса при периферических парезах. При проведении физиотерапии используются так называемые кривые I/T, обеспечивающие достаточно точный результат, с другой стороны этот метод весьма дорогостоящ и требует значительного времени. Общеизвестным критерием электро-диагностики в контексте NMEPS и NMEAS является так называемый «аккомодационный коэффициент». Диагностика основана на физиологическом феномене аккомодационной способности, обладающей существенной разницей при сравнении между поврежденными и интактными моторными нейропроводящими путями: поврежденный/денервированный нервно-мышечный пучок характеризуется снижением либо полным исчезновением способности к аккомодации. В связи с этим, стимуляция соответствующими электрическими волнами требует существенно меньшей силы тока (ампераж) по сравнению с интактными тканями. Изменение аккомодационной способности не только является базисом для количественной оценки функциональных способностей, но позволяет использовать соответствующие импульсы для проведения желаемого воздействия.



Рис. 13. Аппарат «vocaSTIM®-Master».

В меню **vocaSTIM®-Master** встроена опция для постоянного мониторингирования аккомодационного коэффициента, кроме того, имеется дополнительная возможность управлять прибором при помощи ножного переключателя, что позволяет использовать прибор во время других процедур (рис. 13).

В целом, электротерапевтическое воздействие с помощью устройства **vocaSTIM®** состоит из:

- разогревания, способствующего усилению кровотока;
- нейромускулярной электро-фонаторной/электро-артикуляторной стимуляции соответствующими волнами (NMEPS/ NMEAS).

Pahn определил точные параметры NMEPS для различных степеней повреждения, определенных с помощью *аккомодационного коэффициента*. Эти параметры отражены в рекомендациях по использованию **vocaSTIM®**. Рекомендованные режимы различаются волновыми характеристиками, длительностью (определяемой последовательностью физических упражнений). NMEPS проводится после стимулирующих процедур, так называемых намеренных упражнений по Fürster. Данная процедура объединяет попытку вызвать преднамеренное сокращение (в случае NMEPS: фонаторное функциональное упражнение) при помощи мануального триггера. Проведение намеренных упражнений особенно показано при наличии травм опорно-двигательного аппарата. Данный тип упражнений является важной составляющей для «перенастройки» центральной нервной системы на этапе восстановительного лечения. Для максимальной эффективности метод требует высокой частоты использования (несколько раз в день, короткие интервалы между циклами). Практическое применение электростимуляции (NMEAS) зависит от глубины и степени поражения в опорно-двигательном аппарате.

8.3. Автоматический внешний дефибриллятор АД-1

Автоматический внешний дефибриллятор – это простое и понятное управление, быстрота применения и высокая надежность (рис. 14).



Рис. 14. Автоматический внешний дефибриллятор АД-1.

- непрерывная регистрация ЭКГ;
- автоматическая детекция нестабильного ритма сердца;
- измерение импеданса грудной клетки и автоматический выбор энергии;
- малотравматичный биполярный импульс;
- голосовые подсказки оператору;
- поддержка международного протокола сердечно-легочной реанимации;

- запись в электронную память ЭКГ, окружающего звука, параметров импульса, и т.д.;
- ежедневное автотестирование и индикация готовности автономное поддержание готовности в течение 5 лет (с Li/MnO₂ батареей).

Области использования:

- спортивная медицина;
- медицина катастроф;
- военная медицина;
- скорая помощь;
- клиническая медицина, как дежурный аппарат служб функциональной диагностики и т.д.;
- оснащение оперативных групп милиции, пожарных бригад;
- оснащение врачей сборных команд в видах спорта;
- дежурное средство в местах скопления людей – на вокзалах и станциях, в железнодорожном и авиационном транспорте, на стадионах, в киноконцертных залах, выставках, учебных заведениях.

9. Комплекс программно-аппаратный для дыхания многокомпонентными газовыми смесями «БАРС-ГД»

Комплекс может быть использован в качестве немедикаментозного средства для реализации методик и режимов нормобарической интервальной гипокситерапии, прерывистой пневмокомпрессии, тестирования и тренировки гипоксической устойчивости к физическим нагрузкам, упражнениям, связанным с выносливостью (легкая атлетика – беговые виды, лыжный и велосипедный спорт) (рис. 15).

Основа комплекса: оригинальное устройство формирования искусственных газовых смесей «БАРС-ГД».

Комплекс обеспечивает:

- биоадаптивное регулирование параметров дыхания и состава многокомпонентной дыхательной смеси;
- создание избыточного давления в окклюзионных манжетах нижних конечностей, для реализации метода прерывистой пневмокомпрессии;
- непрерывный оперативный медицинский контроль важнейших физиологических параметров организма (ЭКГ, АД, SaO₂, ЧСС, ФПГ).



Рис. 15. Комплекс программно-аппаратный для дыхания многокомпонентными газовыми смесями «БАРС-ГД»

Резюме

Различные диагностические и корректирующие приборы и устройства, основанные на использовании ультразвука, математической обработки слабых электрических сигналов, электростимуляции, вакуумного микроволнового, коротковолнового, комбинированного воздействия – должны найти более широкое применение при подготовке спортсменов высшей квалификации, в тренировочном и восстановительном процессах после соревнований. Необходимо создание технологий их сочетанного использования.

При подготовке спортсменов высшей квалификации в целях повышения эффективности тренировочного процесса все чаще используются различные модификации газовых смесей. Многочисленные наблюдения при экспериментальных испытаниях в барокамере позволили отметить меньшие изменения в кардио-респираторной системе и структуре функциональной системы дыхания у тренированных лиц по сравнению с нетренированными.

Аналогичные данные были получены и при дыхании в замкнутом пространстве с измененной газовой средой с повышенным содержанием CO_2 . Формирующаяся устойчивость у высокотренированных лиц к кислородному голоданию находится в прямой зависимости от гипоксического и гиперкапнического стимула и связана с многократной повторяемостью и длительностью сочетанного его воздействия при тренировочной работе большого объема и интенсивности, что в свою очередь вызывает относительную кислородную недостаточность к повышенному уровню содержания CO_2 . При этом важное приспособительное и тренирующее значение имеет тренировка в измененной газовой среде, сопровождающаяся нарастающей гиперкапнией. По мнению некоторых исследователей в симптоматике кислородного голодания при субмаксимальных физических нагрузках существенную роль играет развитие дыхательного алколоза, предупреждение которого посредством добавления CO_2 во вдыхаемую газовую смесь, способствует стабилизации кислотно-щелочного равновесия на нормальном уровне и тем самым смягчает острую кислородную недостаточность. При этом показано, что добавление CO_2 при нарастающей двигательной гипоксии приводит к значительному росту легочной вентиляции, что способствует увеличению доставки кислорода тканям.

Вместе с тем, у специалистов существуют два представления о физиологическом механизме повышения устойчивости к гипоксии после добавления CO_2 . В одном случае этот эффект связывают с устранением алколоза и стабилизацией кислотно-щелочного равновесия, в другом – авторы обращают внимание на то, что добавление CO_2 приводит к развитию значительной гипервентиляции и тем самым к повышению уровня обеспечения организма кислородом (Фудин Н.А., 2004).

Несмотря на разночтения в понимании физиологических механизмов повышения устойчивости к гипоксии, рассматриваемые примеры подтверждают возможность широкого использования газовых смесей в тренировочном процессе. При известных условиях соотношения и дозировки, газовые смеси можно рассматривать как важный фактор, повышающий функциональные возможности организма спортсменов в процессе тренировочной и соревновательной деятельности.

10. Метод наружной контрпульсации (НКП)

10.1. История метода

1961 г. – (США) первый в мире прибор для наружной (экстракорпоральной) контрпульсации (использовалась одномоментная компрессия ног).

1976 г. – (СССР) В.И. Шумаков и В.Е. Толпекин – применили наружную контрпульсацию у больных с ИБС.

1974 г. – Zheng, Sun Yat Sen University (Китай) разработал принцип последовательного нагнетания воздуха в манжеты, сделав метод наружной контрпульсации более эффективным.

1997 г. – Клинические исследования «MUST–ЕЕСР», продемонстрировали развитие стойкого положительного результата более чем у 80 % пациентов с хронической формой стенокардии, выражавшееся в улучшении на один и более (до 3-х) классов стенокардии.

2000-е – В различных странах проводятся активные исследования эффективности НКП при цереброваскулярных заболеваниях, эректильной дисфункции, в медицине критических состояний, в экстремальной физиологии и спортивной медицине.

10.2. Теоретические основы наружной контрпульсации

Известно, что объем сосудистой системы зависит от внешнего давления. Если изменить наружное давление какой-либо области тела, то изменится и емкость ее сосудистого русла. При отрицательном давлении сосудистая емкость увеличивается. И, наоборот, при увеличении внешнего давления емкость сосудов уменьшается. Если рассматривать сердечно-сосудистую систему в комплексе, то соответственно при увеличении внешнего давления приток крови к сердцу увеличивается, при отрицательном внешнем давлении приток крови к сердцу снижается.

Мышечные массивы нижних конечностей, брюшной стенки и спины содержат большое количество крови, активное перемещение которой может оказывать значительное влияние на гемодинамику организма. Кроме того, они играют большую роль в формировании общего периферического сопротивления, пред- и постнагрузки сердца. В основе метода наружной контрпульсации лежит известная концепция о возможности увеличения коронарного кровотока при повышении диастолического давления в аорте путем импульсного изменения внешнего давления на поверхность мышечных структур нижних конечностей.

Усиленная *наружная контрпульсация* (НКП) – неинвазивный метод коррекции коронарного кровообращения, основанный на перемещении крови в артериальном и венозном руслах под воздействием компрессии нижних конечностей манжетами, заполняемыми воздухом, с целью создания ретроградного артериального кровотока и увеличения диастолического давления в аорте.

Технология метода позволяет увеличить приток крови к коронарным артериям, снизить нагрузку на сердечную мышцу и восстановить баланс доставки и потребления кислорода ишемизированным тканям и улучшить утилизацию продуктов обмена.

– прямые гемодинамические эффекты НКП проявляются снижением постнагрузки, увеличением преднагрузки, усилением коронарного кровотока и как результата – увеличением сердечного выброса. Данные эффекты обуславливают усиление доставки кислорода высокоvascularизированным тканям организма (сердцу, мозгу, почкам, мышцам), что восстанавливает баланс доставки и потребления кислорода тканями, ускоряет метаболизм молочной кислоты (снижение лактата крови на 25 %);

– долговременные эффекты НКП связаны со специфическим воздействием обратной волны контрпульсации на стенку эндотелия («напряжение сдвига» (shear-stress)), стимулирующей выработку вазоактивных компонентов (VEGF, bFGF, PDGF, TGF, FGF) влияющих на неоангиогенез, что выражается в раскрытии существующих коллатералей и развитию новых. Таким образом, происходит стойкое формирование дополнительных и раскрытие существующих физиологических резервов организма без применения медикаментозных препаратов, что очень важно при занятиях спортом высших достижений.

При НКП создаются импульсные кардиосинхронные баровоздействия на область нижних конечностей, осуществляемые при помощи специальных манжет. При этом начало каждого цикла НКП происходит с определенной временной задержкой относительно R–зубца ЭКГ, после чего давление на конечности создается последовательно, в виде бегущей волны от периферии к центру. Сброс же давления проводится в обратной последовательности – от центра к периферии или же одновременно во всех секциях (манжетах).

Лечебный эффект объясняется феноменом снижения механической работы сердца, связанной с выбросом крови, а также улучшением кровоснабжения сердечной мышцы в фазу

диастолы. При этом часть работы сердца по поддержанию кровотока выполняют сосуды мышц нижних конечностей, подвергающиеся периодической компрессии за счет внешнего источника энергии (Бухтияров И.В., Рыженков С.П., Мухин В.А., Матюшев Т.В., Анаронов И.Д., 2006).

Есть убедительные данные по эффективности НКП при эректильной дисфункции, ретинопатиях, глухоте сосудистого генеза и ряде других заболеваний, в основе которых лежит нарушение трофики тканей сосудистого происхождения.

Формирование дополнительных функциональных резервов организма при проведении НКП позволило успешно применить наружную контрпульсацию в спортивной медицине для улучшения переносимости физических нагрузок и повышения результативности в спорте высоких достижений.

10.3. Оборудование и техника проведения процедуры наружной контрпульсации

По ряду технологических характеристик оптимальной для проведения процедуру наружной контрпульсации является использование модели TS3 Кардиотерапевтического комплекса EECР Therapy System (Vasomedical Inc., США), который состоит из:

1. Процедурного стола для пациента;
2. Комплектов манжет разных размеров;
3. Корпуса панели управления;

Панель управления включает в себя компрессор и резервуар для воздуха, секции отображения сигналов и подключения к сети, пальцевой датчик плетизмографа и кабель электродов для регистрации ЭКГ. Комплекс компьютеризирован и оснащен монитором «ТАЧ СКРИН», который делает удобным управление аппаратом. Перед началом процедуры электроды ЭКГ и сенсорплетизмографа помещаются на теле пациента. Волнообразные сигналы ЭКГ и плетизмографа видны на экране и позволяют контролировать ЭКГ в течение всей процедуры, кроме того, зубец R ЭКГ используется для синхронизации процесса наполнения манжет воздухом (инфляция) и их сдутия (дефляция) с пульсовой волной на пальцевой плетизмограмме. Стандартная плетизмограмма используется также для фиксирования воздействия аппарата на гемодинамику. Врач имеет возможность регулировать время начала инфляции и дефляции воздуха, а также давления в манжетах в диапазоне запрограммированных пределов для достижения оптимального диастолического усиления у каждого пациента. Функция остановки кадра позволяет подробно изучать информацию, фиксируемую аппаратом. Принтер распечатывает показания ЭКГ, таймера и плетизмографа, включая данные о пациенте и медицинском учреждении, дату проведения процедуры и общее время процедуры.

В аппарате предусмотрен комплекс системы безопасности, который включает в себя автоматическое, полуавтоматическое и ручное (мобильная кнопка, которой пациент может отключить аппарат при появлении каких-либо неприятных ощущений) отключение.

Для контроля за лечением и безопасностью пациента, а также для создания его комфорта кабинет, где проводится НКП, должен быть оснащен телефоном, набором для оказания неотложной помощи, дефибриллятором, тонометром, стетоскопом, пульсоксиметром, напольными весами, абразивным и электродным гелем, одноразовыми электродами, ватой, бинтами, спиртом, подушкой, одеялом, телевизором, видео- или DVD-плеером, наушниками.

Техника процедуры наружной контрпульсации заключается в наложении манжет, (аналогичных манжетам для измерения артериального давления) на икры, бедра и ягодичную область пациента с последующим нагнетанием в них во время диастолы воздуха последовательно снизу вверх. За счет такого воздействия, кровеносные сосуды, расположенные в нижних конечностях, подвергаются мягкой компрессии, достаточной для создания в артериальном русле обратной пульсовой волны. В фазу диастолы контрпульсация приводит к увеличению диастолического давления (волна аугментации) и потока крови в коронарных сосудах. В систолу, из манжет воздух активно удаляется, что приводит к снижению постнагрузки и работы сердца. Для синхронизации работы аппарата с сердечным циклом и контроля эффек-

тивности процедуры проводится мониторинг АД, ЭКГ, кривой пульсовой волны и насыщения крови кислородом (пульсоксиметрия), а также расчетных параметров для контроля эффективности контрпульсации (рис. 16).

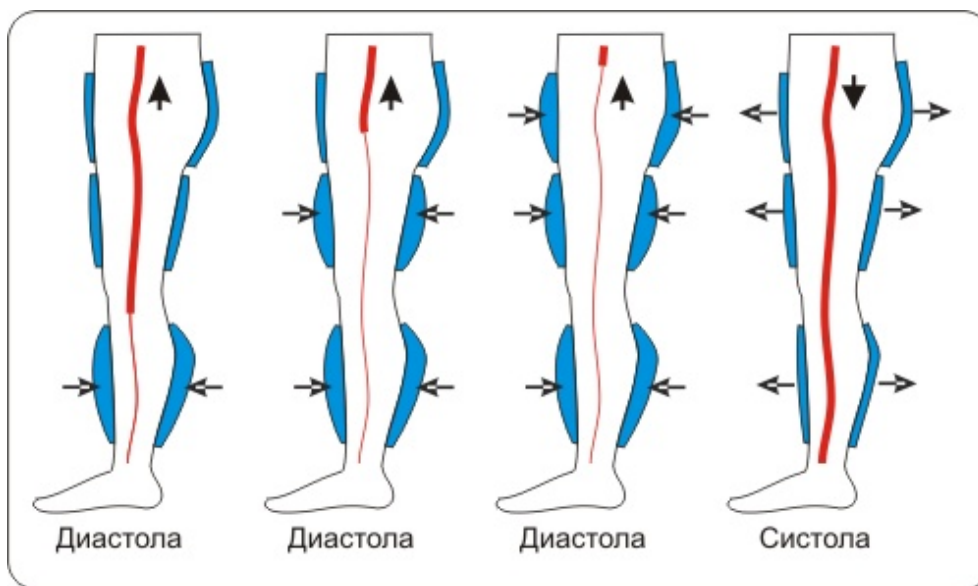


Рис. 16. Схема процедуры НКП

Одновременное опорожнение (сдув) всех манжет происходит перед началом систолы. В результате уменьшается механическая работа сердца. Компрессионное воздействие на гемодинамику оказывается в противофазе с работой сердца, синхронизация компрессионного воздействия с сердечным циклом осуществляется на основе электрокардиографического (ЭКГ) сигнала, а наблюдение за гемодинамическими эффектами – с помощью фотоплетизмографии (рис. 17).



Рис. 17. Аппарат для кардиопульсации.

Метод НКП не требует дополнительной специальной подготовки пациента, подходит для пациентов ведущих активный образ жизни. Стандартный курс состоит из 30–35 сеансов по 60 мин в день (при ишемической болезни сердца).

Усиленная НКП осуществляется на аппарате Luminar (США) или отечественном программно-аппаратном комплексе «Кардиопульсар» (Сударев А.М., Исаев И.А., Кантор П.С., Коротич Е.В., 2008).

По данным международных исследований доказано, что процедура *наружной контрпульсации* оказывает положительное влияние при сердечно-сосудистых заболеваниях: у 80 % пациентов с сердечной недостаточностью, которым был проведен курс усиленной наружной контрпульсации, произошло стойкое снижение класса сердечной недостаточности на 1–2 ед. НКП приводит к выраженному улучшению «качества жизни» больных, увеличивает переносимость физических нагрузок, а эффект курса НКП сохраняется в течение длительного времени.

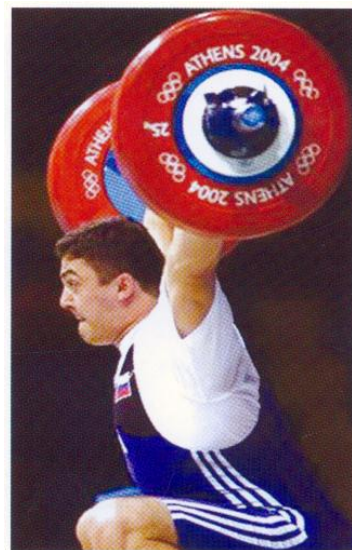
После нагрузочных проб значения ЧСС у испытуемых находились в диапазоне 120–172 уд/мин, при этом в процессе испытания ЧСС, как правило, приближалась к субмаксимальным значениям (с учетом возрастных норм), что свидетельствовало о высокой интенсивности нагрузки и ее существенном влиянии на сердечно-сосудистую систему.

Средний прирост ЧСС в конце периода восстановления после 1-ой физической нагрузки в опытной и контрольной сериях составил 6,7 % и 18,9 % соответственно по отношению к фоновым данным. При этом в опытной серии в 3-х случаях ЧСС даже снижалась по сравнению с фоном, в то время как в контрольной серии таких результатов не отмечалось. После применения НКП на всем протяжении повторной нагрузочной пробы отмечалась отчетливая тенденция снижения ЧСС и улучшения субъективных оценок показателей самочувствия испытуемых.

Поскольку научно доказано, что НКП стимулирует кровообращение в организме человека, вполне естественно, что данный метод широко используется в экстремальных условиях жизнедеятельности человека и, в первую очередь, в спорте высших достижений. НКП, индивидуально воздействуя на мышечные структуры, оказывает выраженное положительное влияние на скоростно-силовую выносливость. При этом устраняется или значительно снижается накопление продуктов метаболизма (фосфорной и молочной кислоты), многократно усиливается сократительная и восстановительная способность мышц, что положительно влияет на тренировочную и соревновательную деятельность спортсменов. Особенно высокая эффективность контрпульсации отмечается в период восстановления мышечных структур после выполнения тренировочной и соревновательной работы большого объема и интенсивности.

Достижимый положительный эффект контрпульсации, в первую очередь, связан с интенсивной стимуляцией кровотока, что в свою очередь, влияет на проницаемость мембран, увеличивающих доставку кислорода мышечной ткани, а также снижает венозный застой, активно стимулирует нейрофизиологические механизмы повышения сократительной способности мышц.

Эффективность метода НКП была подтверждена совместными исследованиями специалистов НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина РАМН и научного центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева РАМН под руководством акад. РАН Ю.И. Бузишвили. Были проведены комплексные экспериментальные исследования влияния НКП на околопредельную физическую работоспособность у высокотренированных спортсменов. В результате проведенных экспериментальных исследований по всем изучаемым параметрам были получены достоверно выраженные положительные результаты (скорость кровотока, оксигенация крови, биохимия крови, выведение метаболитов, экономизация сердечной дея-



тельности, а также увеличение времени при выполнении повторного теста «работа до отказа» и сокращение восстановительного периода после выполнения физической нагрузки).

Интересные данные были получены учеными из университета штата Огайо исследовавших эффективность НКП на физиологические параметры и отсроченные мышечные боли при занятиях бегом на длинные дистанции. Под наблюдением находилось 10 высокотренированных спортсменов (мужчины в возрасте от 23 до 30 лет), пробежавших по 20 миль при 70 % от максимального потребления O_2 . Перед началом забега, сразу после финиша и на протяжении последующих 5 дней анализировались маркеры крови (лактатдегидрогеназа, креатинкиназа, С-реактивный протеин), фиксировалась ощущаемая мышечная боль. Обследуемые спортсмены подвергались воздействию НКП в течение 60 минут после окончания бега и ежедневно в течение 5 последующих дней. В результате воздействия НКП у 7 спортсменов сразу после процедуры наблюдалось выраженное снижение мышечной боли, на 3–4 день мышечная боль не диагностировалась у всех наблюдаемых спортсменов на фоне подъема лактатдегидрогеназы (LDH).

При этом уровни *креатинкиназы* (КК) оставались повышенными при применении НКП, которая сама по себе не вызывает значимого повышения креатинкиназы, что предполагает влияние других факторов, таких как вариабельность реакции на длительную беговую нагрузку. Был также исследован эффект применения НКП на восстановительные процессы после выполнения субпредельных физических нагрузок. Объектом исследования являлись 14 мужчин в возрасте от 17 до 19 лет. Все испытуемые были спортсменами, занимающимися длительным плаванием на открытой воде. После выполнения субпредельных физических нагрузок 9 испытуемых (основная группа) подвергались наружной контрпульсации, в то время как другие 5 испытуемых являлись контрольной группой. Концентрация молочной кислоты в крови измерялась через 5 минут после окончания субпредельной физической нагрузки, а также на 15 и 30 мин. НКП и спустя 10 минут после ее окончания. Процедура НКП продолжалась в течении 50 минут. Проведения исследования показали, что при этом достоверно снижается содержание молочной кислоты в крови у спортсменов основной группы, в то время как в контрольной группе эти показатели остались без изменения. Сделано заключение, что НКП помимо повышения скорости удаления молочной кислоты из крови, повышает сердечный выброс, увеличивает кровоснабжение скелетной мускулатуры, что в конечном счете активизирует метаболические процессы в организме спортсменов, повышающие устойчивость к субпредельным физическим нагрузкам в период тренировок и соревнований. Аналогичные данные были получены С.А. Габрусенко, В.В. Малаховым, И.В. Сергиенко, М.Е. Бугри, М.А. Сандовой, В.В. Кухорчук, О.Н. Беленковым (2008), показавшими, что наружная контрпульсация способствует более быстрому восстановлению функционального состояния организма человека после интенсивных физических нагрузок и оказывает выраженное положительное влияние на переносимость повторных нагрузок.

Факторы, ограничивающие применения НКП:

- сердечная недостаточность выше ФК II по NYHA или НК выше IIА степени (при проведении процедуры НКП увеличивается венозный возврат, что может привести к возникновению отека легких);
- недостаточность аортальных клапанов выше I степени, поскольку повышение диастолического давления увеличивает регургитацию в ЛЖ;
- флебиты и/или тромбофлебит в анамнезе (механическое сдавливание нижних конечностей может привести к тромбозам);
- расслаивающая аневризма аорты.

Резюме

Наружная контрпульсация рекомендована Российской академией медицинских наук к широкому применению на этапе подготовки высококвалифицированных спортсменов к чемпионатам Европы, Мира и Олимпийским играм.

11. Прессотерапия

Точкой приложения *прессотерапии* (прессомассажа) является лимфатическая система, на которую воздействуют сжатым воздухом, подаваемым через специальные манжеты, давление которого дозируется компьютером. Во время процедуры прессотерапии пациент располагается на кушетке. В зависимости от области воздействия применяются: для ног – специальные длинные сапоги, для живота и бедер – широкий пояс, для рук – длинные перчатки. Эластичные манжеты, подключенные к прибору воздуховодами, оказывают механическое воздействие на кожу и мышцы тела, глубокие венозные и лимфатические сосуды выпрямленных конечностей чередованием повышенного и пониженного давления воздуха. Период чередования вакуума и компрессии по время прессотерапии составляет от 30 с до 2 мин. Снижение давления в манжетах приводит к расширению сосудов, увеличивая приток крови к коже, подкожной клетчатке и мышцам (рис. 18).



Рис. 18. Устройство для прессотерапии

Лимфатическая система не только питает и защищает наш организм, но и очищает его. *Прессотерапия*, выводя из организма излишки жидкости, и вредные вещества, восстанавливает водный баланс, что объясняется нормализацией циркуляции лимфы и межклеточной жидкости. Это улучшает и венозное кровообращение, активизирует обменные процессы в клетках кожи и жировых клетках. *Прессотерапия* позволяет избавиться от отеков различного происхождения, значительно уменьшить объемы тела, эффективно бороться с ожирением, устранять дряблость кожи, делая ее упругой и гладкой.

Прессотерапия (импульсная баротерапия) оказывает спазмолитический и сосудорасширяющий эффект, используется в комплексном восстановлении стойкого мышечного напряжения при занятиях спортом, и профилактике варикозного расширения вен, снимая тяжесть в ногах и тонизируя стенки сосудов, ликвидирует посттравматические и застойные отеки.

Продолжительность сеанса *прессотерапии* – до 45 минут. Курс обычно включает в себя 10–15 процедур, проводится каждые 2–3 дня.

Прессотерапия противопоказана при недавно перенесенном тромбозе, тромбофлебите, острых воспалениях кожи, нагноениях, переломах, беременности, сердечно-сосудистой недостаточности II Б–III стадии, отеках сердечного и почечного происхождения, почечной не-

достаточности и отеках при заболеваниях печени, Поражении мелких и крупных сосудов при сахарном диабете, во время менструального цикла.

Прессотерапия усиливает эффект ультразвуковой терапии и электромиостимуляции в восстановительном периоде после выполнения физических упражнений (<http://www.alla-ik.ru>).

12. Хромотерапия

Цветотерапия (хромотерапия) – это направление использует релаксирующее воздействие цветовой гаммы на психоэмоциональное состояние человека, на его самочувствие (<http://www.t-stil.ru>), после выполнения большого объема тренировочных и соревновательных нагрузок.



Рис. 19. Устройство для хромотерапии

В основе *хромотерапии* лежат 2 механизма воздействия цветовой гаммы на человека: через глаза и через кожу (рис. 19).

Действие цвета через зрительный анализатор. Этот процесс может быть обозначен схематически следующим образом: цвет воспринимается рецепторами глаза, провоцируя цепную химическую реакцию, которая в свою очередь вызывает электрические импульсы, стимулирующие нервную систему; нервное стимулирование достигает мозга, который освобождает благотворно стимулирующие для организма гормоны.

Действие цвета через кожу основано на том, что свет, являясь электромагнитным излучением, проникает через ткани человеческого тела и несет органам необходимую энергию, восстанавливая биоэнергетический уровень и активизируя фотохимический процесс. Усиление воздействующего эффекта достигается за счет цветности светового потока. В *хромотерапии* по принципу резонанса клетке навязывается спектр определенных частот. По своей природе клетка способна усваивать и накапливать недостающие цвета и отталкивать цвета избыточные.

Цвета способны изменять параметры состояния человека и влиять на его самочувствие:

- *Ярко-красный цвет* увеличивает частоту пульса, дыхания, артериальное давление и в целом действует возбуждающе.
- *Оранжевый* вызывает чувство радости и благополучия,

- *Желтый* – самый оптимистичный цвет, он создает веселое, приподнятое настроение, помогает сконцентрировать внимание.
- *Зеленый* действует освежающе, успокаивающе.
- *Голубой* и *синий* цвета вызывают ощущение прохлады и успокаивают, причем в большей степени, чем зеленый.
- *Фиолетовый* оказывает расслабляющее воздействие на психику.

Резюме

Прессотерапия – важна при реабилитации спортсменов после соревнований и может включиться в комплекс мероприятий при осуществлении тренировочного процесса.

Хромотерапия – применима для предупреждения психоэмоционального стресса, как на соревновательном, так и на тренировочном этапах подготовки спортсменов высшей квалификации, как дополняющий элемент повышения эффективности тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов.

ГЛАВА II

ВОЗМОЖНОСТИ КОРРЕКЦИИ ПРОГРАММ АДАПТАЦИИ ПРИ ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ

1. Оценка уровня адаптации с помощью скрининговых и аппаратных методов

В медицинском институте Тульского государственного университета под руководством профессора Ю.Л. Веневцевой в 2008 г. была выполнена диссертационная работа (Грачев Р.В., 2008), объектом исследования в которой служили курсанты (студенты военного института), занимающиеся физической культурой и спортом.

Этот организованный контингент по образу жизни, характеру психоэмоциональных воздействий, состоянию индивидуального здоровья – близок к сообществу спортсменов, длительно находящихся на тренировочных сборах (условия относительной изоляции и ограничений поведения).

Представляется возможным использовать полученные на данной модели результаты в практике подготовки спортсменов высокой квалификации и отработке коррекции десинхронизации растительными фитопрепаратами. Использованы *Болюсы Хуато* (БХ) – современный комплексный лекарственный препарат, включающий сухие экстракты 10 растений, в том числе софоры японской и женьшеня, с преимущественно ноотропным действием, широко применяемый в народной медицине. В отечественной и зарубежной литературе опубликованы научные работы, которые были посвящены изучению применения БХ при артериальной гипертензии, ишемической болезни сердца, сосудистых заболеваниях головного мозга, гестазах, а также при занятиях физической культурой и спортом (Хадарцев А.А., Грачев Р.В., Веневцева Ю.Л., Фудин Н.А., Наумова Э.М., 2012; Наумова Э.М., Хадарцев А.А., Зилов В.Г. и соавт., 2012; Хадарцев А.А., Зилов В.Г., Наумова Э.М., и соавт., 2013).

1.1. Анализ состояния здоровья и психофизиологического статуса

В условиях повышенных физических нагрузок, психоэмоциональных факторов и высокой степени ответственности, вероятен риск снижения уровня адаптационных возможностей организма спортсменов. Это отрицательно сказывается на тренировочном процессе, а также в соревновательной деятельности спортсменов. Поэтому поиск объективных, оптимальных и более эффективных критериев индивидуализации обучения с учетом функциональных возможностей и резервов адаптации личности данного контингента молодежи становится довольно актуальным (Кодочигова А.И., Киричук В.Ф., Тужилин Ю.А., 2003).

Социально-экономическое развитие общества во многом определяется уровнем здоровья молодого поколения, которое составляет значительную долю в структуре населения и формирует будущие трудовые ресурсы, здоровье нации, ее репродуктивный, физический и культурный потенциал, обеспечивает обороноспособность страны (Ядчук В.Н., Клепиков А.Н., Работкин О.С. и соавт., 2003). На первом этапе работы анкетирование было проведено у 107 человек. Для выяснения наличия и выраженности десинхронизации изучали соответствие внутреннего биологического времени внешнему (физическому) времени (легкость подъема по утрам, ощущение дефицита времени, качество сна), период максимальной работоспособности и соответствие его режимным моментам, а также длительность *индивидуальной минуты* (ИМ) – восприятие времени (табл. 1).

Обработка и анализ результатов данного исследования позволили у всех проанкетированных при оценке системы биоритмов и состояния их здоровья установить следующее.

Таблица 1

**Показатели психодиагностики состояния здоровья в ходе учебного процесса
до экзаменационной сессии, в % (n=107)**

СИСТЕМА БИОРИТМОВ				
Легкость подъема				
Легко	Трудно иногда	Трудно часто	Трудно всегда	
58,9±4,7	20,6±3,9	14,0±3,3	6,5±2,4	
Дефицит времени				
Нет	Да иногда	Да часто	Да постоянно	
29,0±4,4	44,9±4,8	16,8±3,6	9,3±2,8	
Максимальная работоспособность				
Утро	Позднее утро (11-13 час)	День	Вечер	Поздний вечер
9,3±2,8	29,9±4,4	40,2±4,7	15,9±3,5	4,7±2,0
Характер сна				
Хороший	Удовлетворительный		Плохой иногда	
71,9±4,3	26,2±4,3		1,9±1,3	
Индивидуальная минута (ИМ)				
До 55 сек	56-70 сек		Более 70 сек	
21,5±4,0	64,5±4,6		14,0±3,3	
ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ				
Уровень здоровья				
Низкий (неудовлетв.)	Относительно низкий (удовл.)	Хороший	Выше среднего	Отличный
–	–	10,3±2,9	37,4±4,7	52,3±4,8
Состояние здоровья с момента поступления в институт				
Улучшилось	Ухудшилось		Без изменения	
43,0±4,8	35,5±4,6		21,5±4,0	
Уровень активированности				
Очень споко- ен	Относительно спокоен	Уравновешен	Напряжен	Очень напряжен
15,9±3,5	19,6±3,8	43,9±4,8	18,7±3,8	1,9±1,3
Тест Люшера				
Комфорт	Состояние психического дискомфорта	Психически напряжен	Психическая дезадаптация	
58,9±4,7	22,4±4,0	15,9±3,5	2,8±1,6	
Склонность к спазмам (по данным теппинг-теста)				
Нет	Есть		Сильно выражено	
57.9±4.8	39.3±4.7		2.8±1.6	

Легко встают по утрам – 58,9 %, у 20,6 % трудности возникают иногда, у 14,0 % – часто и у 6,5 % – постоянно. Не ощущают дефицита времени 29,0 %, иногда – 44,9 %, часто – 16,8 % и всегда – 9,3 %, 9,3 % опрошенных отнесли себя к лицам утреннего хронотипа, у 29,9 % пик работоспособности наступает в период с 11 до 13 часов, у 40,2 % – днем, у 15,9 % – вечером и у 4,7 % – поздним вечером. Как хороший свой сон оценивают 71,9 %, удовлетворительный – 26,2 и 1,9 % – как плохой. У 64,5 % длительность ИМ укладывалась в диапазон нормы (55–70 с), у 21,5 % она была короче 55 с (ускорение отсчета времени, преобладание возбуждения), а у остальных 14,0 % ее длительность превышала 70 с (замедление отсчета времени, возможная парасимпатикотония).

Высокий уровень здоровья (80–100 баллов) по данным самооценки наблюдался у 52,3 %, хороший (60–80 баллов) – у 37,4 % и удовлетворительный – у 10,3 %. У 43,0 % с момента по-

ступления здоровье улучшилось, у 35,5 % – ухудшилось и у 21,5 % осталось без изменений. Умеренное субъективное напряжение в момент тестирования ощущают 18,7 %, а 1,9 % – выраженное. По данным цветового теста М. Люшера, в состоянии психического комфорта находятся 58,9 % респондентов, психологического дискомфорта – 22,4 %, психологического напряжения – 15,9 % и дезадаптации – 2,8 %. У 39,3 % лиц имеется умеренная склонность к спастическим реакциям по данным теппинг-теста, а у 2,8 % – выраженная.

Таким образом, перед зимней экзаменационной сессией примерно у 20 % имеются признаки десинхронизации, т.е. они нуждаются в восстановительных мероприятиях.

На втором этапе работы методом случайной выборки была отобрана группа из 60 человек, из них 75 % принимали БХ. Психофизиологическая характеристика лиц этой группы представлена следующими показателями.

Так, 57,6 % отмечают, что легко встают по утрам. Остальные из опрошенных, доля которых составила 42,4 %, отметили различные трудности при подъеме. $27,1 \pm 3,3$ % не ощущают дефицита времени. В $42,4 \pm 3,7$ % случаев они ответили «да, иногда». В то же время «часто» и «постоянно» испытывали дефицит времени 30,5 %. Основная масса опрошенных указала на то, что максимальная их работоспособность отмечается поздним утром и днем – 69,5 % случаев, а характер сна хороший и удовлетворительный в 96,6 % случаев. Только 3,4 % указали на иногда плохой у них сон. Оценили уровень своего здоровья как отличный и хороший 66,1 %, остальные посчитали его выше среднего (33,9 % опрошенных). При этом в 45,8 % случаев юноши отметили, что состояние их здоровья улучшилось именно с момента поступления в институт, в основном это были представители старших курсов. Что оно осталось без изменений, посчитало 25,4 % опрошенных. В то же время 28,8 % проанкетированных указало на ухудшение состояния их здоровья в процессе обучения в институте, которые были представлены преимущественно первокурсниками.

При установлении уровня активированности посчитали, что очень спокойны, относительно спокойны и уравновешены 74,6 %. Однако часть опрошенных (23,7 %) отметила возникновение у них определенного напряжения, а некоторые указали на наличие очень напряженного состояния в процессе обучения в институте (1,7 % случаев).

Анализ результатов проведения теста Люшера свидетельствует, что основная масса опрошенных (64,4 %) находится в комфортном психоэмоциональном состоянии, остальные (35,6 %) пребывают в условиях психического дискомфорта, психической дезадаптации и психического напряжения. По данным теппинг-теста более чем у половины (52,5 % опрошенных) не обнаружено склонности к спастическим реакциям, в то время как у остальных она регистрировалась в 47,5 % случаев, при этом у 3,4 % она была резко выраженная.

Для изучения влияния учебного процесса и связанных с ним факторов на здоровье молодежи, проходящих профессиональную военную подготовку, нами взяты практически здоровые лица, которые были разделены на две группы, достоверно не отличающиеся друг от друга по возрасту. Первая группа (37,3 %) объединила в себя обучающихся по специальности «Техническое и программное обеспечение функционирования автоматизированных систем управления» (работа с компьютерами – далее Комп). Вторая группа (62,7 %) составлена из лиц, подготавливаемых к военной службе на офицерских должностях по специальности «Эксплуатация и ремонт ракетно-артиллерийского вооружения» – далее РАВ (их деятельность будет связана с конструированием, введением в действие, обслуживанием и эксплуатацией, устранением неисправностей и ремонтом имеющейся в Вооруженных Силах РФ современной боевой техники и вооружения). После окончания института курсантов первой группы направляют для прохождения службы в основном в научно-исследовательские институты, учреждения и вычислительные центры, а курсантов второй группы – в войсковое звено ракетно-артиллерийского вооружения и на ремонтные предприятия. Все исследуемые на протяжении всего периода обучения активно занимались физической культурой и спортом (циклические виды спорта).

В ходе выполнения работы нами проведен социологический опрос представителей указанных специальностей по вопросам состояния их здоровья. С этой целью использованы

психодиагностические методики, результаты исследования по которым представлены в табл. 2 и 3.

При сравнительной характеристике показателей самооценки своего здоровья представителями различных факультетов выявлено, что трудности с подъемом более «часто» и «всегда» возникают в группе РАВ (29,7 % случаев) – в 2,18 раз чаще, чем в группе Комп (13,6 %). Они же отмечают, что у них возникает больший дефицит времени («да часто» и «да постоянно» – 40,5 % случаев, то есть в 2,98 раз чаще, чем в группе Комп – 13,6 %).

Максимальная работоспособность наблюдается в группе Комп поздним утром (50,0±6,1 2% случаев). У остальных опрошенных лиц этого факультета она распределяется утром, днем и вечером практически равномерно, составляя от соответственно от 13,6 % до 18,2 %. В отличие от Комп в группе РАВ максимальная работоспособность отмечается днем – 40,5±4,6 % случаев, далее поздним утром – 29,7±4,3 % и утром – 16,2±3,5 %, Кроме того, 8,2±2,6 % представители группы РАВ указали на то, что она бывает у них поздним вечером.

Таблица 2

**Сравнительные показатели системы биоритмов представителей факультетов
Комп и РАВ по результатам их самооценки, в %**

Легкость подъема					
Факультет	Легко	Трудно иногда	Трудно часто	Трудно всегда	
Комп	68,2±5,7	18,2±4,7	9,1±3,5	4,5±2,5	
РАВ	51,4±4,7	18,9±3,7	16,2±3,5	13,5±3,2	
td	2,27			2,22	
Дефицит времени					
Факультет	Нет	Да иногда	Да часто	Да постоянно	
Комп	45,5±6,1	40,9±6,0	4,5±2,5	9,1±3,5	
РАВ	16,2±3,5	43,3±4,7	27,0±4,2	13,5±3,2	
td	4,17		4,60		
Максимальная работоспособность					
Факультет	Утро	Позднее утро (11-13 час)	День	Вечер	Поздний вечер
Комп	13,6±4,2	50,0±6,1	18,2±4,7	18,2±4,7	–
РАВ	16,2±3,5	29,7±4,3	40,5±4,6	5,4±2,1	8,2±2,6
td		2,72	3,39	2,48	
Характер сна					
Факультет	Хороший		Удовлетворительный	Плохой иногда	
Комп	77,3±5,1		18,2±4,7	4,5±2,5	
РАВ	51,4±4,7		45,9±4,7	2,7±1,5	
td	3,74		4,16		
Индивидуальная минута (ИМ)					
Факультет	До 55 сек		56-70 сек	Более 70 сек	
Комп	22,7±5,1		59,1±6,0	18,2±4,7	
РАВ	21,6±3,9		59,5±4,6	18,9±3,7	

Сравнительные показатели самооценки состояния здоровья представителей факультетов Комп и РАВ, в %

Уровень здоровья. До 100 баллов (0-20 и т.д.)					
Факультет	Низкий (неуд.)	Относительно низкий (удовл.)	Хороший	Выше среднего	Отличный
Комп	–	–	4,5±2,5	31,8±5,7	63,7±5,9
РАВ	–	–	24,3±4,1	35,1±4,5	40,6±4,7
td	–	–	4,12		3,06
Состояние здоровья с момента поступления в институт					
Факультет		Улучшилось	Ухудшилось	Без изменения	
Комп		40,9±6,0	31,8±5,7	27,3±5,5	
РАВ		48,6±4,7	21,6±3,9	29,8±4,3	
Уровень активированности. До 100 баллов (0-20 и т.д.)					
Факультет	Очень спокоен	Относительно спокоен	Уравновешен	Напряжен	Очень напряжен
Комп	18,2±4,7	9,1±3,5	59,1±6,0	13,6±4,2	–
РАВ	16,2±3,5	16,2±3,5	35,1±4,5	29,8±4,3	2,7±1,5
td			3,20	2,69	
Тест Люшера					
Факультет		Комфорт	Состояние психического дискомфорта	Психически напряжен	Психическая дезадаптация
Комп		72,7±5,5	18,2±4,7	9,1±3,5	–
РАВ		59,5±4,6	24,3±4,1	10,8±2,9	5,4±2,1
Склонность к спазмам (по данным теппинг-теста)					
Факультет		Нет	Есть	Сильно выражено	
Комп		50,0±6,1	40,9±6,0	9,1±3,5	
РАВ		54,1±4,7	45,9±4,7	–	

Проведенный анализ полученных результатов позволил выявить, что хороший характер сна у лиц 1-ой группы (Комп) отмечен в 77,3±5,1 % случаев. Он оказался в 1,5 раза лучше, чем у 2-й группы (РАВ – 51,4±4,7 %). В то же время на характер сна, как удовлетворительный, указало 45,9±4,7 % курсантов РАВ, что отмечалось в 2,52 раза чаще, чем среди опрошенных в группе Комп (18,2±4,7 %) при $P < 0,05$.

Установлено, что показатели нормы в тесте ИМ отмечаются практически на одном уровне в 1-ой (Комп) и 2-й группе (РАВ) – соответственно 59,1±6,0 % и 59,5±4,6 %. Показатели ИМ ниже (до 55 сек) и выше (более 70 сек) нормы в сравниваемых группах оказались на одинаковом уровне, составив в первом случае 22,7 и 21,6 %, а во втором 18,2 и 18,9 %.

При оценке уровня здоровья и уровня активированности по 100 бальной шкале в двух исследуемых группах выявлены несколько отличные между собой показатели. Уровень здоровья, как хороший, представители РАВ указали в 24,3±4,1 % случаев, то есть в 5,4 раза чаще проанкетированных из группы Комп (4,5±2,5 %), а как отличный (40,6±4,7 %) – в 1,57 раза меньше, чем на факультете Комп (63,7±5,9 %).

С момента поступления в институт в состоянии здоровья у обследованных в группе РАВ произошли большие изменения в сторону его улучшения (в 48,6±4,7 % случаев) – в 1,19 раз чаще по сравнению с опрошенными из группы Комп (40,9±6,0 %). В то же время в последней группе состояние здоровья с момента поступления в институт более ухудшилось (31,8±5,7 %) – в 1,47 раза чаще по сравнению, чем в группе РАВ – 21,6±3,9 % случаев ($P > 0,05$).

При оценке уровня активированности выяснено, что менее уравновешены (35,1±4,5 %) и более напряжены (29,8±4,3 %) представители группы РАВ – в 1,68 раза реже и в 2,19 раза ча-

ще, чем в группе Комп (соответственно $59,1 \pm 6,0$ % и $13,6 \pm 4,2$ % случаев). Анализ результатов оценки склонности к спазмам показал, что в группе Комп опрошенные ответили «нет» в $50,0 \pm 6,1$ % случаев, что было в 1,08 раза меньше, чем в группе РАВ ($54,1 \pm 4,7$ %). Несколько иные результаты получены в ответах «есть». Склонность к спазмам (ответ «есть») в группе РАВ отметили $45,9 \pm 4,7$ % опрошенных, что оказалось в 1,12 раз больше, чем в группе Комп ($40,9 \pm 6,0$ % случаев) при $p > 0,05$. Только в группе Комп проанкетированные указали на сильно выраженную у них склонность к спазмам ($9,1 \pm 3,5$ % случаев).

В конечном итоге следует отметить, что проведенный анализ биоритмологической и психологической адаптации не обнаружил зависимости от получаемой специальности, а также от занятия конкретными видами спорта.

1.2. Автоматизированная диагностическая система «АМСАТ»

Исследование электрической проводимости биологически активных зон кожи студентов, занимающихся физической культурой и спортом, проводилось при помощи автоматизированной диагностической системы «Амсат» (МППЦ «Коверт», 2001). Автоматизированная диагностическая система «Амсат» предназначена для клинико-физиологической диагностики функционального состояния организма человека на основе топической экспресс – оценки текущих электрических характеристик рефлексогенных биологически активных зон кожи. «Амсат» содержит систему обработки сигналов, которая автоматически проводит последовательное сканирование 11 участков биологически активных зон кожи головы, туловища и конечностей импульсами отрицательной и положительной полярности (22 отведения), с частотой следования 10 Гц. Воздействующий в процессе диагностики на студента электрический тест-сигнал является физиологическим для организма.

Полученные с помощью измерительного прибора электрические сигналы передаются на ПЭВМ, в подсистему диагностики, где на основании набора математически решающих правил, заложенных в базе знаний системы «Амсат», производится распознавание образа состояния пациента. Далее информация передается в подсистему принятия решений, где происходит анализ электропоказателей биологически активных зон кожи и степени их отклонения за допустимые физиологические границы нормы и формализуется в виде фантомов (компьютерных визуальных образов органов и систем).

1.3. Состояние органов и систем по данным диагностической системы «АМСАТ»

Средний рост обследованных ($n=60$) составил $178,6 \pm 0,8$ см, вес $74,4 \pm 1,0$ кг, студентов группы сравнения ($n=22$) – $181,6 \pm 1,5$ см и $79,9 \pm 3,3$ кг.

Интегральная оценка функционирования организма – величина степени риска в основной группе была достоверно ниже – $2,08 \pm 0,07$, чем в группе сравнения – $2,40 \pm 0,15$ ед. Электропроводность в 1–3 отведениях в основной группе была достоверно выше: $82,5 \pm 1,5$ и $66,2 \pm 4,8$ в 1-ом, $85,2 \pm 1,2$ и $68,8 \pm 4,5$ во 2-ом и $86,0 \pm 1,1$ и $76,8 \pm 2,8$ в 3-ем отведении. Сходные результаты получены при сравнении электропроводности (ЭП) в 9,10, 15,16,17 и 18 отведениях. Во всех этих отведениях ЭП определяется в верхних отведениях – в области лба. Общая сбалансированность функциональных систем в основной группе была достоверно выше ($62,4 \pm 6,7$ %) по сравнению с контрольной ($35,4 \pm 2,9$ %). Направленность сдвигов (гипер– или гиподисфункциональные отклонения) в обеих группах была одинаковой, однако в основной группе выраженность гиперфункциональных отклонений была выше – 23,8 %. Средние показатели функционирования опорно-двигательного аппарата (позвоночник) и бронхолегочной системы также были достоверно выше, превышая индивидуальный средний уровень ЭП соответственно на 17,9 и 25,4 %, чем в контроле (1,3 и 2,7 %). Повышение активности остальных органов и систем (сердечно-сосудистая система, нейрососудистые пучки, крупные суставы конечностей, орган зрения, эндокринная система, ЛОР-органы, ЖКТ, мочеполовая система и система крови) не достигло критерия достоверности.

При сравнении данных «Амсат» у обучающихся на 1–5 курсах не обнаружено различий в ЭП в отдельных отведениях, однако степень риска у обучающихся на III курсе была достоверно выше ($2,33 \pm 0,14$ ед.), чем на V ($1,91 \pm 0,08$ ед.).

1.4. Сравнительный анализ вегетативной регуляции по данным математического анализа ритма сердца у лиц молодого возраста

Анализ результатов исследования вегетативной регуляции по данным *математический анализ ритма сердца* (МАРС) показал следующее.

В *организованной группе* (курсанты, спортсмены, $n=60$) среднее *систолическое артериальное давление* (САД) составило $131,3 \pm 1,9$, ДАД – $76,4 \pm 1,5$ мм рт.ст., в ортостазе – соответственно $127,2 \pm 1,9$ и $83,7 \pm 1,4$ мм рт.ст. Уровень случайного *артериального давления* (АД) 140 мм рт. ст. и выше отмечен у 28,3 % молодых людей, у 30 % он располагался в диапазоне от 130–140 мм рт.ст., а у 83,3 % пятикурсников АД было равно или превышало 130 мм рт.ст.

Так как студенты были обследованы только в состоянии покоя, сравнение проведено с учетом данных этого исследования. При этом выяснено, что у лиц организованной группы имеются большие резервы парасимпатикотонической регуляции, связанные, по-видимому, с их интенсивной двигательной активностью и занятием спортом. Так, у них при обследовании как до, так и после сессии при отсутствии различий в средней *частоте сердечных сокращений* (ЧСС) (до – $74,9 \pm 1,3$ и после – $73,1 \pm 1,2$ уд/мин у курсантов; $77,0 \pm 2,3$ уд/мин у студентов) была выше *вариабельность сердечного ритма*: (SDNN соответственно $75,2 \pm 4,3$ мс, $68,6 \pm 3,0$ мс и $57,8 \pm 3,0$ мс; RMSSD соответственно $68,4 \pm 5,7$ мс, $57,4 \pm 3,3$ мс и $41,6 \pm 3,0$ мс). Достоверно выше были также величины *коэффициента вариативности* (CV), pNN50 %, а также *индекс напряжения* – соответственно $48,6 \pm 8,6$ ед., $44,9 \pm 5,1$ ед. и $72,6 \pm 9,0$ ед.

Общая мощность спектра, а также мощность волн разных диапазонов не различались. Если процентный вклад мощности волн медленноволновых диапазонов в общую мощность спектра был одинаковым (составляя соответственно $31,6 \pm 1,8$ %, $32,4 \pm 1,6$ % и $36,3 \pm 2,4$ % для VLF и $39,8 \pm 1,8$ %, $41,5 \pm 1,7$ % и $41,7 \pm 2,4$ %), то вклад мощности быстроволнового диапазона (HF) в основной группе был несколько выше ($28,5 \pm 2,1$ % до сессии, $26,1 \pm 1,5$ % после сессии в основной и $21,9 \pm 2,6$ % в *неорганизованной группе* (спортсмены вне военного института, $n=73$); $p < 0,05$).

Корреляционный анализ данных МАРС и средней успеваемости в неорганизованной группе за 6 лет обучения обнаружил отрицательную связь между успеваемостью и относительной мощностью волн VLF % ($r=-0,42$, $P<0,05$). В организованной группе наблюдалась отрицательная связь средней успеваемости за все предшествующие сессии и показателя стресс-индекса в ортостазе ($r=-0,30$, $P<0,05$). Это указывает на то, что у них при избыточной вегетативной реактивности на ортостаз успеваемость может быть ниже. Полученные результаты подтверждают, что занятия физической культурой и спортом способствуют самоорганизации физических процессов и улучшению успеваемости.

1.5. Результаты психофизического тестирования лиц молодого возраста в организованном и неорганизованном контингенте

Проведено психофизическое тестирование. В ходе этого исследования определялись время простой и сложной зрительно-моторной реакции, критическая частота слияния мельканий, теппинг-тест и точность движений – *координациометрия* (статическая и по профилю).

Латентный период простой зрительно-моторной реакции был одинаковым в обеих группах. Не различалось также время выполнения теста.

В обеих группах время сложной зрительно-моторной реакции (как среднее, так и при каждом из 8 предъявлений) не различалось.

При отсутствии различий в средней величине *критической частоты слияния мельканий* (КЧСМ), характеризующей лабильность нервных процессов ($36,6 \pm 0,8$ и $38,7 \pm 0,9$ Гц), ее показатель при первом предъявлении в организованной группе был достоверно ниже ($33,1 \pm 1,7$ и $37,2 \pm 1,2$ Гц), что можно объяснить возможным преобладанием парасимпатического отдела *вегетативной нервной системы* (ВНС) – удлинение периода вработывания.

Показатели точности движений (статической координации), а также динамической координации по профилю были одинаковыми в обеих группах. Так, например, у них не выявлено статистически достоверных различий в абсолютных и относительных числах и времени касаний.

Таким образом, несмотря на то, что уровень привычной двигательной активности в организованной группе был выше, чем в группе сравнения, показатели, характеризующие моторный праксис, в значительной мере зависящие от тонуса симпатической НС, не различались. Можно предположить, что резервы адаптации у лиц, занимающихся физической культурой и спортом из основной группы были выше.

1.6. Показатели психологического тестирования

Изучены показатели психологического тестирования. Результаты теста Айзенка представлены в табл. 4 и на рис. 20.

Таблица 4

Результаты теста Айзенка, $M \pm m$

Обследованный контингент	Тревожность	Фрустрированность	Агрессивность	Ригидность
Основная группа (n=40)	$4,84 \pm 0,30^{**}$	$3,92 \pm 0,31^{**}$	$9,33 \pm 0,46$	$7,07 \pm 0,33^{**}$
Контрольная группа (n=22)	$8,28 \pm 0,27$	$7,53 \pm 0,70^{**}$	$9,91 \pm 0,50$	$10,0 \pm 0,63$

Примечание: ** – $P < 0,01$.

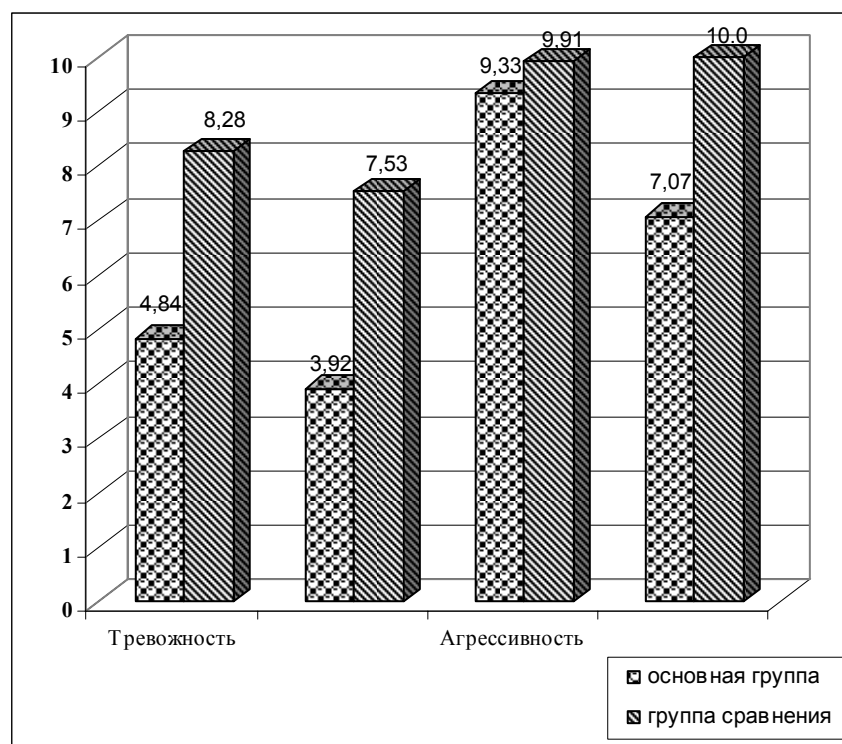


Рис. 20. Сравнительные показатели психологического тестирования по Айзенку, в баллах

Полученные материалы с использованием теста Айзенка и их оценка проведена по 4 шкалам. Уровень тревожности, фрустрированности и ригидности в основной группе был достоверно ниже, а показатели, характеризующие агрессивность, не различались.

Эти данные можно объяснить тем, что в организованной группе у лиц, сделавших свой профессиональный выбор и занимающихся физической культурой и спортом, отсутствуют многие жизненные трудности, с которыми сталкиваются студенты гражданского вуза. К ним можно отнести обеспеченность регулярным питанием, гарантию места работы после окончания учебы, определенную престижность выбранной специальности и т.д.

С целью изучения информативности психогеомерического теста для экспресс-анализа уровня адаптации проведен сравнительный анализ. Из 107 лиц основной группы зигзаг выбрали $9,3 \pm 2,8$ %, квадрат – $16,8 \pm 3,6$ %, круг – $42,1 \pm 4,8$ %, прямоугольник – $2,8 \pm 1,6$ % и треугольник – $29,0 \pm 4,4$ %. Характеристики испытуемых, относящихся к разным психогеомерическим типам, представляются следующими.

По выраженности склонности к спазмам, легкости подъема по утрам, времени наступления максимальной работоспособности, ощущению дефицита времени и качеству сна испытуемые организованной группы разных психогеомерических типов не различались. Вместе с тем, длительность ИМ была достоверно короче у «зигзагов» ($59,6 \pm 1,31$ с), чем у «прямоугольников» ($73,3 \pm 6,6$ с), что выше диапазона общепринятой нормы – (55–70 с). Считается, что лица, выбравшие прямоугольник, находятся в переходном (неустойчивом) состоянии, поэтому длительность ИМ у них также может быть длиннее.

В то же время уровень здоровья «зигзагов» на основании субъективной оценки был достоверно ниже ($77,8 \pm 3,5$), чем у «прямоугольников» ($96,6 \pm 3,3$ балла). Достоверных различий в оценке динамики уровня здоровья за время обучения не обнаружено.

По положению синего и зеленого цвета в *цветовом тесте Люшера* (ЦТЛ) группы не различались. Однако красный цвет у «зигзагов» занимал более высокую позицию, чем у «кругов» (соответственно $2,7 \pm 0,44$ и $3,75 \pm 0,30$ позицию), что может свидетельствовать о неактуальности для последних лидерских тенденций и меньшей мотивации достижения. Позиция желтого цвета (смотреть вперед и надеяться) была выше у «треугольников» и «квадратов», чем у «кругов». Позиция фиолетового и коричневого цвета не были информативны. Наименьшей агрессивностью обладают «квадраты» по сравнению с «зигзагами» (позиция черного цвета). Серый цвет у «кругов» занимает достоверно более высокую позицию (признак усталости и пассивного протеста), чем у «зигзагов». В целом индекс ЦТЛ (уровень психоэмоционального напряжения) был достоверно выше у «кругов» ($2,17 \pm 0,42$), чем у «квадратов» ($0,61 \pm 0,25$).

Частота движений кисти в первые 5 с теппинг-теста достоверно выше у «зигзагов», чем у «квадратов», а во вторые 5 с – у «зигзагов» и «прямоугольников», чем у «кругов» и «квадратов». По данным средней частоты движений кисти в ТТ, «зигзаги» обладают лучшими скоростными способностями, чем «квадраты».

По данным теста Айзенка, достоверные различия между испытуемыми разных психогеомерических тестов выявлены только по двум шкалам: тревожности и агрессивности.

Так, более тревожны «круги» и «квадраты», чем «треугольники». Агрессивность по данным этого вербального теста выше у «треугольников», «кругов» и «квадратов», чем у «зигзагов» и «прямоугольников».

Данные математического анализа ритма сердца представлены в табл. 5–7.

Таблица 5

**Показатели центральной гемодинамики сидя и в ортостазе у лиц основной группы
разных психогеометрических типов, М±m**

Показатель	«Зигзаги» (n=4)	«Квадраты» (n=8)	«Круги» (n=29)	«Треугольники» (n=12)
САД сидя, мм рт.ст.	132,0±2,0	124,3±1,2 (1-2, 2-4)*	130,7±3,1	134,0±3,5
САД стоя, мм рт.ст.	125,0±5,8	121,3±14,3	119,8±2,1	126,0±3,8
ДАД сидя, мм рт.ст.	66,0±5,0	70,0±7,2	71,1±3,2	68,4±3,4
ДАД стоя, мм рт.ст.	80,0±9,0	72,3±6,4	77,3±1,8	79,4±3,1
ЧСС сидя, уд/мин	83,5±3,5	72,3±4,4	73,5±1,7	72,8±2,4
ЧСС стоя, уд/мин	90,5±6,2	79,7±4,4	84,1±2,0	82±2,6

Примечание: * – при P<0,05

Исходное АД было выше у «треугольников» и «зигзагов», чем у «квадратов». У «кругов» отмечена самая высокая реактивность на ортостаз: достоверно снизилось САД с 130,7±3,1 до 119,8±2,1 мм рт.ст. и увеличилось ДАД с 71,1±3,2 до 77,3±1,8 мм рт.ст., при этом ЧСС возросла с 73,5±1,7 до 84,1±2,0 (P<0,01). Представляется, что у «кругов» наблюдается снижение порога реактивности на слабые воздействия, что может ассоциироваться со слабым типом НС и меланхолическим темпераментом.

Самая высокая ЧСС покоя была у «зигзагов» при низкой вариабельности (SDNN) как в покое, так и в ортостазе. Наименьшая реактивность, как АД, так и ЧСС отмечена у «квадратов», у которых не наблюдалось динамики АД и ЧСС в ортостазе. Анализ спектрального состава сердечного ритма показал, что процентный вклад волн VLF в покое у «зигзагов» был достоверно выше (35,9±0,2 %), чем у «квадратов» (26,8±2,9 %). Доля волн LF во всех группах составила от 39 до 44 %, а высокочастотных волн HF варьировала от 24 % в группе «зигзагов» до 32 % у «треугольников» (P>0,05).

Таблица 6

**Показатели вариабельности сердечного ритма в положении сидя и в ортостазе у лиц
разных психогеометрических типов, М±m**

Показатель	«Зигзаги»	«Квадраты»	«Круги»	«Треугольники»
RRNN, мс, сидя	741,0±11,5 (1-2, 1-3, 1-4)*	843,7±53,8	828,6±19,6	837,6±28,4
RRNN, мс, стоя	676,0±37,0	761,0±41,0	722,7±16,9	742,3±23,5
SDNN, мс, сидя	46,2±0,6 (1-2, 1-3, 1-4)*	73,4±4,6	76,5±5,9	83,9±9,9
SDNN, мс, стоя	37,9±10,7	63,7±7,9	60,7±5,5	66,4±7,0
CV, %, сидя	6,4±1,1 (1-2, 1-4)*	8,7±0,3	9,2±0,7	9,8±0,8
CV, %, стоя	5,5±0,9 (1-2, 1-3, 1-4)*	8,3±0,8	8,3±0,7	8,9±0,8
RMSSD, мс, сидя	39,4±11,9 (1-4)*	70,8±11,8	73,9±10,1	74,5±11,3
RMSSD, мс, стоя	16,9±4,7 (1-2, 1-3, 1-4)*	54,5±7,8	54,4±9,0	56,2±11,6
pNN50 %, сидя	5,1±0,1	30,4±4,0	26,9±5,0	30,6±6,3
pNN50 %, стоя	1,2±1,2	14,4±2,7	15,8±4,6	23,0±7,4

Примечание: * – при P < 0,05

Общая мощность спектра была выше всего у «треугольников», а ниже всего – у «зигзагов». У «кругов» было выше отношение волн LF/HF в покое – $2,8 \pm 0,5$ ед. по сравнению с «квадратами» – $1,6 \pm 0,2$ ед., что свидетельствует о преобладании тонуса симпатического отдела ВНС. Это же наблюдалось и в ортостазе.

Величина интегрального показателя активности регуляторных систем (ПАРС) по Р.М. Баевскому, отражающему напряженность адаптации, была выше всего у «зигзагов» – $8,5 \pm 0,5$ ед. и ниже всего – у «квадратов» – $2,0 \pm 0,52$ ед. Этот показатель у «кругов» составил $4,1 \pm 0,4$ ед. и $3,9 \pm 0,8$ ед. – у «треугольников».

Таким образом, представляется, что наименее адаптированы к обучению в организованных контингентах лица, выбравшие «зигзаг» или «круг», что необходимо учитывать при выборе вида спорта (табл. 7).

Таблица 7

Показатели спектрального анализа сердечного ритма в положении сидя и в ортостазе у лиц разных психогеометрических типов, в мс^2 ($M \pm m$)

Показатель	«Зигзаги»	«Квадраты»	«Круги»	«Треугольники»
VLF, сидя	$191,0 \pm 16,0$	$553 \pm 158,3$	$550,3 \pm 119,4$	$709,9 \pm 265,3$
VLF%, сидя	$35,9 \pm 0,2$ (1-2)*	$26,8 \pm 2,9$	$28,9 \pm 3,6$	$28,6 \pm 5,4$
VLF, стоя	$290,5 \pm 259,5$	$372,7 \pm 148,1$	$476,4 \pm 110,3$	$564 \pm 150,5$
VLF%, стоя	$39,0 \pm 21,7$	$25,4 \pm 6,8$	$35,5 \pm 4,8$	$28,5 \pm 3,8$
LF, сидя	$211,5 \pm 8,5$	$921,3 \pm 273,0$	$872,6 \pm 193,4$	$1356 \pm 684,7$
LF%, сидя	$40,2 \pm 5,1$	$44,7 \pm 2,7$	$43,7 \pm 4,5$	$39,4 \pm 4,6$
LF, стоя	$211,5 \pm 85,5$	$654,3 \pm 326,8$	$617,4 \pm 112,8$	$958,2 \pm 194,6$
LF%, стоя	$51,3 \pm 18,5$	$43,1 \pm 8,3$	$43,7 \pm 3,9$	$51,3 \pm 5,3$
HF, сидя	$130,0 \pm 39,0$	$627,0 \pm 209,6$	$609,3 \pm 166,4$	$1188,2 \pm 500,6$
HF%, сидя	$24,0 \pm 5,2$	$28,8 \pm 1,8$	$27,5 \pm 4,8$	$32,0 \pm 5,6$
HF, стоя	$40,5 \pm 17,5$	$323,7 \pm 3,5$	$317,8 \pm 93,0$	$491,7 \pm 161,2$
HF%, стоя	$9,8 \pm 3,3$	$31,5 \pm 11,8$	$27,8 \pm 4,8$	$20,2 \pm 3,4$
TP, сидя	532 ± 46	$2101 \pm 616,7$	$2032,1 \pm 370,6$	$3254,8 \pm 1417,1$
TP, стоя	543 ± 363	$1350,7 \pm 452,7$	$1146,5 \pm 192,5$	$2016,9 \pm 445,2$
LF/HF, сидя	$1,8 \pm 0,6$	$1,6 \pm 0,2$	$2,8 \pm 0,5$	$1,7 \pm 0,4$
LF/HF, стоя	$5,3 \pm 0,2$	$2,0 \pm 1,0$	$5,1 \pm 1,7$	$3,5 \pm 0,8$

Примечание: * – при $P < 0,05$

Резюме

При врачебном контроле за спортсменами, длительное время находящихся на сборах, необходимо учитывать эти данные и разрабатывать индивидуальные планы подготовки спортсменов, которые показали наименьшую адаптацию по результатам психофизического тестирования.

1.7. Взаимосвязь данных анкетирования и электропроводности биологически активных зон

Для изучения надежности и объективности анкетирования проведен корреляционный анализ полученных результатов с данными диагностической системы АМСАТ. Ниже приведены только достоверные корреляции при $p < 0,05$ или $p < 0,01$, установленные у 60 испытуемых-спортсменов.

С ростом склонности к спастическим реакциям по данным *теппинг-теста* (ТТ) возрастает степень риска гиперфункциональных отклонений, а также *электропроводность* (ЭП) в 5

($r=0,27$), 6 ($r=0,29$), 7 ($r=0,26$), 8 ($r=0,27$), 11 ($r=0,28$), 12 ($r=0,37$), 20 ($r=0,28$) и 21 ($r=0,26$) отведениях. Это указывает на риск гиперфункциональных отклонений следующих органов и систем: ССС ($r=0,30$), нейро-сосудистых пучков ($r=0,27$), БЛС ($r=0,29$), системы крови ($r=0,27$), крупных суставов конечностей ($r=0,27$) и позвоночника ($r=0,27$), а также общего отклонения по всем системам ($r=0,25$), т.е. разбалансированности организма как биосистемы.

Лица организованной группы, которые трудно встают по утрам, чаще ощущают дефицит времени, не удовлетворены качеством сна, у них ниже скоростные качества и скоростная выносливость по данным ТТ, высокодостоверно выше тревожность, фрустрированность и ригидность. Кроме того, снижается ЭП в 5, 6, 8, 12, 13, 19, 21 и 22 отведениях. Возрастает риск гипофункциональных отклонений нейро-сосудистых пучков, ЖКТ, МПС, системы крови, крупных суставов конечностей и позвоночника, среднего отклонения по системам, а также вариабельности отклонений по системам.

Выяснено, что испытуемые, ощущающие дефицит времени, высокодостоверно недовольны качеством сна, у них выше уровень психоэмоциональной напряженности, преимущественно связанный с разочарованностью (передвижение желтого цвета к концу ряда). Кроме того, у них установлено снижение скоростных возможностей, а также повышение тревожности, фрустрированности и ригидности. Это состояние сопровождается гипофункциональными нарушениями во многих системах организма (*сердечно-сосудистая система* (ССС), *нейро-сосудистые пучки*, *бронхо-легочная система* (БЛС), ЖКТ, ЛОР-органы, эндокринная система, система крови, крупные суставы конечностей, позвоночник). У них снижается средний уровень функционирования систем организма, при этом вариабельность не изменяется, что указывает на системность поражения.

В случае недовольства сном снижается субъективно оцениваемый уровень здоровья, хотя скоростные качества и психологические особенности не нарушаются. Вместе с тем ЭП в 1, 2, 4, 9, 10, 15, 16 отведениях уменьшается, что может сопровождаться снижением эффективности умственной деятельности, гипофункциональными нарушениями ЛОР-органов и эндокринной системы.

Лица, у которых течение внутреннего биологического времени ускорено (укорочение ИМ), высоко оценивают свой уровень здоровья. Однако черный цвет у них передвигается к началу ряда, что указывает на активные протестные реакции или риск аллергических проявлений. У лиц с повышенным уровнем активированности черный цвет также занимает высокие позиции. Так, у них выявляется более высокая как скоростная выносливость в ТТ, так и средняя частота движений кисти. Однако, возрастает риск гиперфункциональных отклонений и снижается ЭП в 13 отведении АМСАТ.

Наиболее информативным в комплексной оценке функционального состояния является позиция синего цвета в тесте М. Люшера. Так, при передвижении синего цвета к концу ряда (отсутствие реализации аффилиативной потребности) снижается агрессивность, растет ЭП в 8, 13, 14 и 21 отведениях, повышается риск гиперфункциональных отклонений со стороны нейро-сосудистых пучков, ЖКТ, МПС, системы крови и крупных суставов конечностей.

С перемещением желтого цвета к концу ряда (разочарованность) растет агрессивность и снижается ЭП в 13 отведении. При расположении фиолетового цвета на первых позициях (чувствительность, мечтательность) снижаются скоростные возможности в ТТ, возрастают тревожность и фрустрированность, а также степень риска отклонений со стороны органов и систем.

При расположении черного цвета на первых позициях (активные протестные реакции) растет частота движений кисти как в начале ($r=0,37$; $p < 0,01$), так и в конце ТТ ($r=0,36$), что обосновывает использование движений, связанных с ударом, например по мячу в игровых видах спорта, для снятия психоэмоциональной напряженности.

Следует отметить, что «ненормативный» цветовой выбор по данным ЦТЛ был только у 20 (33,9 %) испытуемых, при этом в состоянии психологического дискомфорта находились 12 (20,3 %) психологического напряжения – 6 (10,1 %) и психологической дезадаптации – 2 человека

(3,4 %). Достоверных взаимосвязей психологического статуса по данным ЦТЛ и изменений ЭП БАЗ кожи не обнаружено.

Чем выше фрустрированность по тесту Айзенка, тем ниже ЭП в 6 отведении ($r=-0,42$, $P<0,01$), 12, 21, 22 отведениях и выше риск гипофункциональных отклонений со стороны нейрососудистых пучков, БЛС, ЖКТ, МПС, системы крови, крупных суставов конечностей и ниже вариабельность ЭП по системам. ЭП в 6 отведении снижается и с увеличением уровня агрессивности ($r=-0,27$).

Взаимосвязей уровня тревожности и ЭП БАЗ не найдено, что может объясняться тем, что среди испытуемых отсутствовали лица с высокими показателями тревожности, при этом средний по группе уровень был достоверно ниже, чем в контрольной группе.

Таким образом, данные анкетирования, указывающие на наличие десинхронизации или психоэмоциональной напряженности, обусловленной определенными психологическими проблемами, сопровождаются изменениями ЭП кожи и риском развития психосоматических отклонений со стороны органов и систем. Это необходимо учитывать при планировании тренировочного процесса и соревновательной деятельности высококвалифицированных спортсменов.

1.8. Анализ взаимосвязей данных анкетирования и математического анализа ритма сердца

Для изучения влияния степени психоэмоциональной напряженности на параметры вариабельности ритма сердца проведен корреляционный анализ показателей самооценки состояния здоровья в двух группах испытуемых, занимающихся физической культурой и спортом.

В 1-ю группу было включено 29 человек. Из них признаки психоэмоционального напряжения выявлены только у $24,1 \pm 7,9$ %, при этом величина индекса ЦТЛ была небольшой и составила $0,54 \pm 0,21$ ед.

Обнаружены следующие взаимосвязи данных анкетирования и МАРС у представителей этой группы.

Анализ полученных результатов позволяет говорить о том, что чем больше склонность к спазмам по данным ТТ, тем достоверно выше вариабельность СР в ортостазе (pNN50 %) и меньше процентный вклад волн LF в общую мощность спектра в исходном состоянии. Чем труднее испытуемые встают по утрам, тем выше уровень их активированности, ближе к началу ряда располагается фиолетовый (склонность к фантазиям) и дальше от начала ряда – черный цвет (невыраженность протестных реакций), ниже частота движений кисти в ТТ, выше уровень фрустрированности, больше коэффициент риска и степень риска отклонений в программе «Амсат».

Чем больше выражен субъективно ощущаемый дефицит времени, тем хуже качество сна, дальше от начала ряда расположен желтый цвет (разочарованность), ниже частота ударов во вторые 5 с в ТТ и ниже ДАД в ортостазе. Установлено, что субъективно оцениваемое качество сна испытуемых не было связано с данными МАРС и АМСАТ. Длительность индивидуальной минуты укорачивается с увеличением агрессивности и массы тела.

Чем выше уровень здоровья, тем ниже уровень активированности и ближе красный цвет расположен к началу ряда (напористость, целеустремленность) и ниже мощность волн LF (активность вазомоторного центра) в структуре спектра.

С увеличением степени активированности возрастает коэффициент и степень риска в АМСАТ.

У лиц, для которых аффилиативная потребность (в сочувствии, понимании, ласке, любви) не является актуальной, ниже уровень тревожности, фрустрированности, агрессивности, однако выше ДАД в ортостазе.

При удалении желтого цвета от начала ряда (разочарованность) повышается уровень фрустрированности, ниже ДАД в ортостазе и выше общая и процентная мощность волн VLF и ниже – волн LF в ортостазе.

При удалении фиолетового цвета от начала ряда повышается частота движений кисти в ТТ (в начале и конце пробы), ниже степень риска в АМСАТ и исходное ДАД. Можно предположить, что лицам художественного склада (которым этот цвет нравится), учиться в организованном контингенте и заниматься спортом будет труднее.

Позиция черного цвета оказалась неинформативной. При передвижении серого цвета от конца ряда снижается ДАД как в покое, так и в ортостазе.

С повышением уровня тревожности и фрустрированности по данным теста Айзенка уменьшается частота движений кисти в первые 5 с в ТТ (реализация скоростных возможностей), однако выше ПАРС.

Число ударов за вторые 5 с в ТТ ниже у лиц с высоким уровнем тревожности, фрустрированности, агрессивности и ригидности, а также при высокой степени и коэффициенте риска отклонений в АМСАТ.

Скоростная выносливость снижается у тревожных, фрустрированных и ригидных курсантов.

С повышением уровня тревожности растет фрустрация, агрессивность и ригидность, степень риска отклонений в АМСАТ. Кроме того, снижается ЧСС и возрастает *вариабельность* (SDNN) ортостазе, и возрастает мощность волн VLF как в покое, так и ортостазе.

С повышением фрустрированности возрастает как коэффициент, так и степень риска отклонений в АМСАТ, вместе с тем снижается процентный вклад мощности волн LF (вазомоторных) в общую мощность спектра в ортостазе и ПАРС (что может свидетельствовать об относительной ваготонии).

Агрессивность высокодостоверно положительно связана с уровнем ригидности, а также массой тела, при этом уменьшается процентный вклад волн HF (высокочастотных, дыхательных) в общую мощность спектра ритма сердца в исходном состоянии.

С увеличением ригидности возрастает степень риска отклонений в АМСАТ, а также представленность волн VLF (низкочастотных) в покое. Повышение мощности этих волн наблюдается у пациентов с паническими атаками, что совпадает с мнением Н.Б. Хаспековой и А.М. Вейн по этому вопросу.

С увеличением массы тела растет как САД, так и ДАД в ортостазе.

При повышении степени риска отклонений в АМСАТ снижается индекс напряжения (т.е. выраженность симпатикотонии) и увеличивается мощность волн VLF в ортостазе.

У лиц с повышенным ДАД в покое ниже ПАРС, однако уровень ДАД в ортостазе выше при исходном укорочении RR. У этих лиц выше мощность волн LF (вазомоторных) в ортостазе.

Вторая группа состояла из 25 человек. В этой группе признаки психоэмоционального дискомфорта выявлены в $44,1 \pm 9,9$ % случаев, а средний индекс ЦТЛ составил $1,84 \pm 0,56$ ед.

У этого контингента обнаружены следующие взаимосвязи данных анкетирования и МАРС.

С увеличением склонности к спазмам по данным ТТ повышается степень риска возникновения гиперфункциональных отклонений в АМСАТ, снижается мощность волн VLF в покое и в то же время становится длиннее RR в ортостазе.

Чем труднее испытуемый встает по утрам, тем хуже качество сна, ближе к началу ряда расположен серый цвет (усталость, пассивный протест), выше выраженность симпатикотонии (величина АМо), выше ЧСС и высокодостоверно ИН как в покое, так и ортостазе.

У лиц, ощущающих дефицит времени, снижается уровень здоровья, к началу ряда передвигается коричневый цвет (тревожность), снижается скоростная выносливость в ТТ и высокодостоверно возрастает уровень тревожности, фрустрированности и ригидности по данным теста Айзенка.

Чем хуже качество сна, тем ниже уровень здоровья, к началу ряда передвигается черный цвет (активные протестные реакции), возрастает риск гиподисфункциональных нарушений в

АМСАТ. Уровень здоровья ниже у высокоответственных и исполнительных лиц, (позиция зеленого цвета), для которых значима оценка их действий окружающими. Уровень активированности повышается с ростом разочарованности (позиция желтого цвета) и выраженностью активных протестных реакций (передвижение черного цвета к началу ряда), при этом растет число ударов в ТТ за все временные отрезки.

У лиц с неактуальной аффилиативной потребностью (или при ее неудовлетворении) снижается уровень агрессивности, возрастает средняя длительность RR в покое и параметры вариабельности (SDNN, CV, pNN50 %,) общая мощность спектра (TP). Однако при этом возрастает относительная мощность волн LF (вазомоторных) и снижается – VLF. Данные вариационной пульсометрии указывают на преобладание парасимпатического тонуса (снижением АМо и ИН, увеличение Мо) как в покое, так и ортостазе.

С передвижением зеленого цвета к концу ряда (неудовлетворение потребности в признании и уважении) возрастает ДАД в ортостазе. У лиц, ощущающих препятствия и трудности на пути к достижению цели, ниже мощность волн VLF в покое и выше мощность *дыхательных волн* (HF) в ортостазе. С увеличением разочарованности снижается ДАД в покое и уменьшается длительность Мо в ортостазе (гиперреактивность).

С ростом протестных реакций растет частота движений кисти в ТТ в начале и во второй половине теста (скоростная выносливость). Позиция серого цвета и индекс психоэмоциональной напряженности не были связаны с данными функциональных исследований. Частота ударов в первые 5 с ТТ снижается при увеличении фрустрированности, во вторые 5 с – тревожности, в третьи – как тревожности, так и фрустрированности, при этом растет вариабельность RR за счет мощности волн LF (вазомоторных) как и покое, так и ортостазе на фоне снижения мощности волн VLF в ортостазе (активность гормонального звена регуляции). Средняя частота движения кисти в ТТ снижается у лиц с повышенным уровнем тревожности и фрустрированности, при этом ниже мощность вазомоторных волн в ортостазе.

С повышением тревожности по тесту Айзенка высокодостоверно растет фрустрированность и ригидность. С ростом агрессивности снижается вариабельность ритма в ортостазе (pNN50 %) на фоне повышения АМо, т.е. наблюдается гиперреактивность. Уровень ригидности не был связан с параметрами вариабельности сердечного ритма.

Степень риска отклонений в АМСАТ возрастает при увеличении мощности волн LF в покое, а также при увеличении длительности максимального RR покоя. Степень риска оказалась отрицательно связана с длительностью минимального RR в ортостазе, т.е. она выше у лиц с гиперреактивностью.

Резюме

Полученные данные целесообразно использовать в детском и юношеском спорте при определении спортивной специализации и формировании соответствующих специализированных групп в видах спорта.

2. Влияние внешних факторов на функциональное состояние лиц, занимающихся спортом, и возможность его оптимизации

2.1. Динамика уровня здоровья спортсменов под влиянием факторов внешней среды

Организм, как открытая саморегулирующая система, постоянно подвергается воздействию различных, в том числе внешних, малоуправляемых и малосознаваемых факторов. Одним из таких факторов могут являться погодные условия и время проведения обследования.

Это особо важно для спортсменов, часто меняющих климатические зоны, в течение нескольких часов оказывающихся в необычных для основного места проживания климато-географических условиях в странах, где проводятся соревнования.

Влияние магнитных бурь на организм человека служит объектом научного интереса в течение последних 20 лет, однако подобные исследования выполнены, в основном, на пациентах с различной патологией, в то время как результаты исследования здоровых лиц немно-

гочисленны. В соответствии с данными геомагнитной активности, полученными с сайта ИЗМИ РАН, проанализированы данные ВСР 54 мужчин в возрасте до 25 лет, находящихся в организованной группе и занимающихся спортом. Все исследования выполнены в течение недели в конце ноября 2006 года (табл. 8–12).

Таблица 8

Показатели центральной гемодинамики сидя и в ортостазе, М±m

Показатель	При буре 5,5	1 день до бури	Спокойные дни
САД сидя, мм рт.ст.	144,1±4,6*	128,3±5,7*	128,0±2,1*
САД стоя, мм рт.ст.	132,8±5,4*	126,3±6,3	120,8±3,0*
ДАД сидя, мм рт.ст.	85,7±7,0	78,4±4,3	77,4±3,0
ДАД стоя, мм рт.ст.	88,5±3,9	80,6±3,3	83,1±1,9
ЧСС сидя, уд/мин	75,4±3,0	76,4±4,1	73,9±1,6
ЧСС стоя, уд/мин	84,7±2,8	84,3±3,8	83,9±1,9

Примечание: * – при $p < 0,05$.

Таблица 9

Показатели вариабельности сердечного ритма сидя и в ортостазе, М±m

Показатель	При буре 5,5	1 день до бури	Спокойные дни
RRNN, мс, сидя	816,4±34,5	818,6±39,7	831,6±17,6
RRNN, мс, стоя	723±25,3	721,1±29,2	731,5±16,4
SDNN, мс, сидя	68,0±10,8	64,3±5,9	80,8±5,6
SDNN, мс, стоя	59,7±7,1	74,7±12,1	64,4±4,9
CV, %, сидя	8,1±0,9	7,9±0,8	9,5±0,5
CV, %, стоя	8,1±0,7	8,5±0,8	8,6±0,5
RMSSD, мс, сидя	55,0±13,4	57,7±8,7	75,9±7,8
RMSSD, мс, стоя	33,5±4,6	57,6±8,6	54,1±6,8
pNN50 %, сидя	21,3±6,3	22,3±4,2	31,8±3,9
pNN50 %, стоя	8,4±3,0	10,7±2,5	18,9±3,4

Таблица 10

Показатели центральной гемодинамики сидя и в ортостазе, М±m

Показатель	При буре 6,0 15.02.2007 г.	После бури	В спокойный день
САД сидя, мм рт.ст.	125,4±4,3	128,4±2,6	130,7±3,0
САД стоя, мм рт.ст.	123,5±4,4	123,7±2,4	125,7±3,9
ДАД сидя, мм рт.ст.	71,8±4,6	74,6±2,6	77,2±3,1
ДАД стоя, мм рт.ст.	76,9±3,3	81,8±1,9	81,9±2,7
ЧСС сидя, уд/мин	68,4±3,1	72,9±1,8	74,6±1,7
ЧСС стоя, уд/мин	82,5±2,2	84,7±2,0	87,5±1,7

Таблица 11

Показатели вариабельности сердечного ритма сидя и в ортостазе, $M \pm m$

Показатель	При буре 6,0 15.02.2007 г.	После бури	В спокойный день
RRNN, мс, сидя	875,7 $\pm$ 37,7	801,4 $\pm$ 23,4	796,9 $\pm$ 15,8
RRNN, мс, стоя	734,1 $\pm$ 20,7*	706,1 $\pm$ 15,9*	681,4 $\pm$ 13,3*
SDNN, мс, сидя	76,4 $\pm$ 9,9	66,5 $\pm$ 5,1	67,6 $\pm$ 3,9
SDNN, мс, стоя	60,2 $\pm$ 6,8	53,5 $\pm$ 4,5	47,8 $\pm$ 2,6
CV, %, сидя	8,6 $\pm$ 0,9	8,3 $\pm$ 0,5	8,4 $\pm$ 0,4
CV, %, стоя	8,1 $\pm$ 0,8	7,5 $\pm$ 0,6	7,0 $\pm$ 0,3
RMSSD, мс, сидя	65,8 $\pm$ 10,2	56,7 $\pm$ 6,1	55,4 $\pm$ 4,0
RMSSD, мс, стоя	44,5 $\pm$ 11,4	41,5 $\pm$ 7,6	27,2 $\pm$ 2,4
pNN50 %, сидя	34,4 $\pm$ 7,0	23,0 $\pm$ 4,2	21,5 $\pm$ 2,1
pNN50 %, стоя	13,6 $\pm$ 4,2	10,5 $\pm$ 2,9	5,1 $\pm$ 1,0

Примечание: * – при $p < 0,05$.

Таблица 12

Показатели спектрального анализа сердечного ритма сидя и в ортостазе, в ms^2 ($M \pm m$)

Показатель	При буре 6,0 15.02.2007 г.	После бури	В спокойный день
VLF, сидя	976 $\pm$ 163,2	1269,2 $\pm$ 386,0	945,8 $\pm$ 140,8
VLF%, сидя	28,3 $\pm$ 4,2	35,8 $\pm$ 2,9	31,8 $\pm$ 2,2
VLF, стоя	1055,6 $\pm$ 242,3	824,7 $\pm$ 235,9	884,5 $\pm$ 209,7
VLF%, стоя	38,8 $\pm$ 4,8	34,1 $\pm$ 3,5	36,9 $\pm$ 2,4
LF, сидя	1741,8 $\pm$ 378,3	1113,9 $\pm$ 242,8	1376,4 $\pm$ 247,6
LF%, сидя	43,0 $\pm$ 3,2	35,8 $\pm$ 2,7	44,8 $\pm$ 2,5
LF, стоя	1385 $\pm$ 339,5	1070,4 $\pm$ 221,4	968,0 $\pm$ 143,3
LF%, стоя	45,6 $\pm$ 4,8	44,3 $\pm$ 3,3	50,0 $\pm$ 2,1
HF, сидя	1232,6 $\pm$ 277,6	1041,2 $\pm$ 300,1	729,7 $\pm$ 114,3
HF%, сидя	28,7 $\pm$ 3,5	28,4 $\pm$ 3,5	23,4 $\pm$ 1,7
HF, стоя	450,9 $\pm$ 146,4	589,3 $\pm$ 187,1	249,4 $\pm$ 39,6
HF%, стоя	15,6 $\pm$ 5,7	21,7 $\pm$ 4,0	13,1 $\pm$ 1,1
TP, сидя	3950,5 $\pm$ 756,1	3420,8 $\pm$ 860,4	3051,8 $\pm$ 410,8
TP, стоя	2891,5 $\pm$ 553,6	2480,6 $\pm$ 564,8	2101,7 $\pm$ 354,1
LF/HF, сидя	1,8 $\pm$ 0,3	1,8 $\pm$ 0,4	2,5 $\pm$ 0,3
LF/HF, стоя	4,81 $\pm$ 0,9	3,7 $\pm$ 0,7	4,8 $\pm$ 0,6

Выявлено, что в день магнитной бури 24.11.2006 г. (индекс $K_p=5,5$) у испытуемых ($n=11$) было выше САД (144,1 $\pm$ 4,6 мм рт.ст.) по сравнению со спокойным днем ($n=34$; 128,0 $\pm$ 2,1 мм рт.ст.) и с днем перед бурей ($n=9$; 128,3 $\pm$ 5,7 мм рт.ст.), оказался ниже RMSSD в ортостазе (33,5 $\pm$ 4,6 мс) по сравнению со спокойным днем (54,1 $\pm$ 6,8 мс), мощность волн VLF % была выше как в покое (38,0 $\pm$ 3,8 и 27,7 $\pm$ 2,3 %), так и в ортостазе (44,1 $\pm$ 4,9 и 29,6 $\pm$ 2,3 %), при этом отмечена более низкая мощность волн HF % в ортостазе (11,6 $\pm$ 1,8 и 23,0 $\pm$ 2,6 %). Следует отметить, что повышение волн VLF % наблюдалось уже в день перед магнитной бурей на фоне снижения общей мощности спектра, хотя реактивность на ортостаз в этот период ещё не менялась.

Исходное АД было выше у «треугольников» и «зигзагов», чем у «квадратов». У «кругов» отмечена самая высокая реактивность на ортостаз: достоверно снизилось САД с 130,7 $\pm$ 3,1 до 119,8 $\pm$ 2,1 мм рт.ст. и увеличилось ДАД с 71,1 $\pm$ 3,2 до 77,3 $\pm$ 1,8 мм рт.ст., при этом ЧСС возросла с 73,5 $\pm$ 1,7 до 84,1 $\pm$ 2,0 ($P<0,01$). Представляется, что у «кругов» наблюдается снижение по-

рога реактивности на слабые воздействия, что может ассоциироваться со слабым типом НС и меланхолическим темпераментом.

Самая высокая ЧСС покоя была у «зигзагов» при низкой вариабельности (SDNN) как в покое, так и в ортостазе. Наименьшая реактивность, как АД, так и ЧСС отмечена у «квадратов», у которых не наблюдалось динамики АД и ЧСС в ортостазе. Анализ спектрального состава сердечного ритма показал, что процентный вклад волн VLF в покое у «зигзагов» был достоверно выше ($35,9 \pm 0,2$ %), чем у «квадратов» ($26,8 \pm 2,9$ %). Доля волн LF во всех группах составила от 39 до 44%, а высокочастотных волн HF варьировала от 24 % в группе «зигзагов» до 32 % у «треугольников» ($P > 0,05$).

15.02.2007 г. во время магнитной бури ($K_p=6,0$) были обследованы 10 человек. Единственной особенностью, установленной по сравнению со спокойным днем, было удлинение RRNN ($n=29$) в ортостазе на фоне отсутствия повышения САД ($125,4 \pm 4,3$ и $130,7 \pm 3,0$ мм рт.ст.).

Резюме

Выявляемые особенности изменения ВСР при изменении геомагнитной активности целесообразно принимать во внимание при проведении холтеровского мониторинга у спортсменов при медико-биологическом контроле, а также при подготовке спортсменов перед соревнованиями.

Нами проанализированы показатели динамики состояния здоровья испытуемых, обучающихся на 4 и 5 курсе (табл. 13–15). Они были обследованы исходно и повторно в одно и то же время года в конце осени с интервалом в 1 год (23.11.2006 г. и 13.11.2007 г.).

Таблица 13

Показатели центральной гемодинамики сидя и в ортостазе, $M \pm m$

Показатель	4 курс		5 курс	
	исходно	повторно	исходно	повторно
САД сидя, мм рт.ст.	$124,8 \pm 4,8$	$128,5 \pm 5,1$	$133,5 \pm 3,8$	$129,2 \pm 2,8$
САД стоя, мм рт.ст.	$120,1 \pm 4,5$	$126,7 \pm 5,7$	$126,6 \pm 4,4$	$128,9 \pm 3,7$
ДАД сидя, мм рт.ст.	$72,6 \pm 2,6$	$79,6 \pm 4,0$	$80,4 \pm 4,4$	$77,6 \pm 4,2$
ДАД стоя, мм рт.ст.	$73,1 \pm 3,1$	$82,5 \pm 3,6$	$86,3 \pm 1,7$	$84,8 \pm 4,2$
ЧСС сидя, уд/мин	$76,1 \pm 2,9$	$77,3 \pm 3,8^*$	$73,5 \pm 3,1$	$69,2 \pm 3,4^*$
ЧСС стоя, уд/мин	$87,8 \pm 3,2$	$85,1 \pm 3,5$	$81,9 \pm 3,6$	$81,5 \pm 3,8$

Примечание: * – при $P < 0,05$

При этом оказалось, что при повторном исследовании ЧСС у них была достоверно ниже ($77,3 \pm 3,8$ и $69,2 \pm 3,4$ уд/мин). В *вариабельности сердечного ритма* (ВСР) произошли изменения относительной мощности волн диапазонов VLF и HF. Так, относительная мощность волн VLF была достоверно ниже ($36,0 \pm 2,6$ и $26,4 \pm 2,6$ %), а мощность волн HF (дыхательных) – выше ($27,1 \pm 2,8$ и $41,3 \pm 4,2$ %), что указывает на лучшее функциональное состояние и относительно высокие резервы парасимпатической регуляции. Кроме того, наблюдалась тенденция к повышению мощности волн VLF в ортостазе (тенденция к гиперсимпатикотонической вегетативной реактивности, что указывает на хорошие резервы симпатического звена регуляции), однако различия не достигли критерия достоверности.

Таблица 14

Показатели вариабельности сердечного ритма сидя и в ортостазе, $M \pm m$

Показатель	4 курс		5 курс	
	исходно	повторно	исходно	повторно
RRNN, мс, сидя	781,28±27,7	807,8±37,1	841,2±37,6	864,2±37,0
RRNN, мс, стоя	672,0±18,6	715,0±26,8	752,1±34,9	740,6±33,4
SDNN, мс, сидя	70,8±4,9	66,9±5,9	83,6±12,2	76,4±9,9
SDNN, мс, стоя	51,1±4,0	74,4±10,8	68,2±12,7	63,2±5,8
CV, %, сидя	9,1±0,6	8,4±0,8	9,6±1,0	8,7±0,9
CV, %, стоя	7,6±0,5	8,8±0,7	8,7±1,4	8,5±0,7
RMSSD, мс, сидя	59,4±6,7	58,4±7,8	84,0±17,7	59,8±4,8
RMSSD, мс, стоя	39,4±11,3	55,7±8,0	61,9±17,3	37,7±6,5
pNN50 %, сидя	26,5±5,0	22,1±3,7	30,5±8,2	30,6±6,0
pNN50 %, стоя	7,2±3,3	10,9±2,2	22,6±7,6	14,4±5,3

Таблица 15

Показатели спектрального анализа сердечного ритма сидя и в ортостазе, в $мс^2$ ($M \pm m$)

Показатель	4 курс		5 курс	
	исходно	повторно	исходно	повторно
VLF, сидя	1197,4±306,8	1254,0±333,1	1179,8±387,3	1014,9±273,8
VLF%, сидя	33,1±4,7	36,0±2,6 *	28,3±4,3	26,4±2,6 *
VLF, стоя	629,9±119,8	771,5±181,7	930,0±328,9	1438,1±370,4
VLF%, стоя	32,1±3,0	29,1±4,7	26,0±3,6 *	40,7±3,7 *
LF, сидя	1388,0±290,7	1347,0±442,1	1518,0±457,7	1574,0±421,3
LF%, сидя	38,3±4,6	36,9±2,3	39,2±5,5	43,0±3,8
LF, стоя	959,4±147,9	1334,0±485,4	1562,8±529,0	1456,9±345,8
LF%, стоя	49,3±4,0	37,3±5,3	51,5±5,5	44,9±3,7
HF, сидя	930,6±129,4	910,5±254,1	3419,9±2127,0	1040,9±280,7
HF%, сидя	28,6±4,1 *	27,1±2,8 *	32,5±6,7	41,3±4,3 *
HF, стоя	311,8±70,9	786,1±229,4	2456,6±1876,0	427,1±98,4
HF%, стоя	18,6±5,0	24,6±5,3	22,5±5,7	14,4±3,1
TP, сидя	3515,9±535,9	3511,7±978,9	6118,2±2706,6	3552,4±910,6
TP, стоя	1901,0±251,3	2830,0±845,9	4949,2±2645,9	3263,0±764,4
LF/HF, сидя	1,6±0,2	2,3±0,6	2,2±0,6	1,7±0,3
LF/HF, стоя	3,9±0,7	7,9±5,2	5,7±2,1	3,8±0,7

Примечание: * – при $P < 0,05$

При сравнительном анализе данных МАРС этих же испытуемых выявлено достоверное увеличение относительного вклада мощности волн HF (высокочастотных, дыхательных) в общую мощность спектра (соответственно $28,5 \pm 4,0$ и $41,4 \pm 4,2$ %).

В то же время в результатах МАРС лиц, обучающихся на 5 курсе, параллельно обследованных в указанные выше периоды, достоверных различий не выявлено.

Таким образом, тестирование с использованием психологических образов позволяет ориентировать лиц, занимающихся физической культурой и спортом в выборе спортивной специализации.

2.2. Физиологическая оценка эффективности применения биологически активных веществ естественного происхождения («Болюсы Хуато») у лиц, занимающихся спортом

Использование фитопрепаратов, содержащих вещества стимулирующих симпатические и парасимпатические реакции обосновано тем, что функциональные системы организма способны отбирать у фитопрепаратов необходимые компоненты для оптимизации физиологических процессов.

Для установления путей и способов снижения психоэмоционального напряжения и повышения умственной и физической работоспособности испытуемых нами проведено экспериментальное исследование эффективности применения фитопрепарата «Болюсы Хуато» (БХ) в период экзаменационной сессии. В эксперименте участвовали представители всех курсов обучения (включительно с 1-го по 5-й). При этом БХ принимал 41 человек. После окончания прохождения курса приема БХ среди всех участвующих в эксперименте был проведен социологический опрос по специально разработанной нами для этой цели анкете, состоящей из 7 вопросов. Их содержание связано с выяснением эффективности действия данного фитопрепарата на организм испытуемых первого и старших курсов по результатам самооценки ими состояния своего здоровья. При этом ответы участвующих в опросе наблюдаемых лиц, были проанализированы как в целом среди всех проанкетированных лиц и по курсам обучения, так и в сравнении между группами 1-го курса и каждого старшего курса в отдельности, а также в сумме за второй – пятый курсы. Соответствующие показатели и результаты статистической обработки материалов проведенного исследования представлены в табл. 16 и на рис. 21.

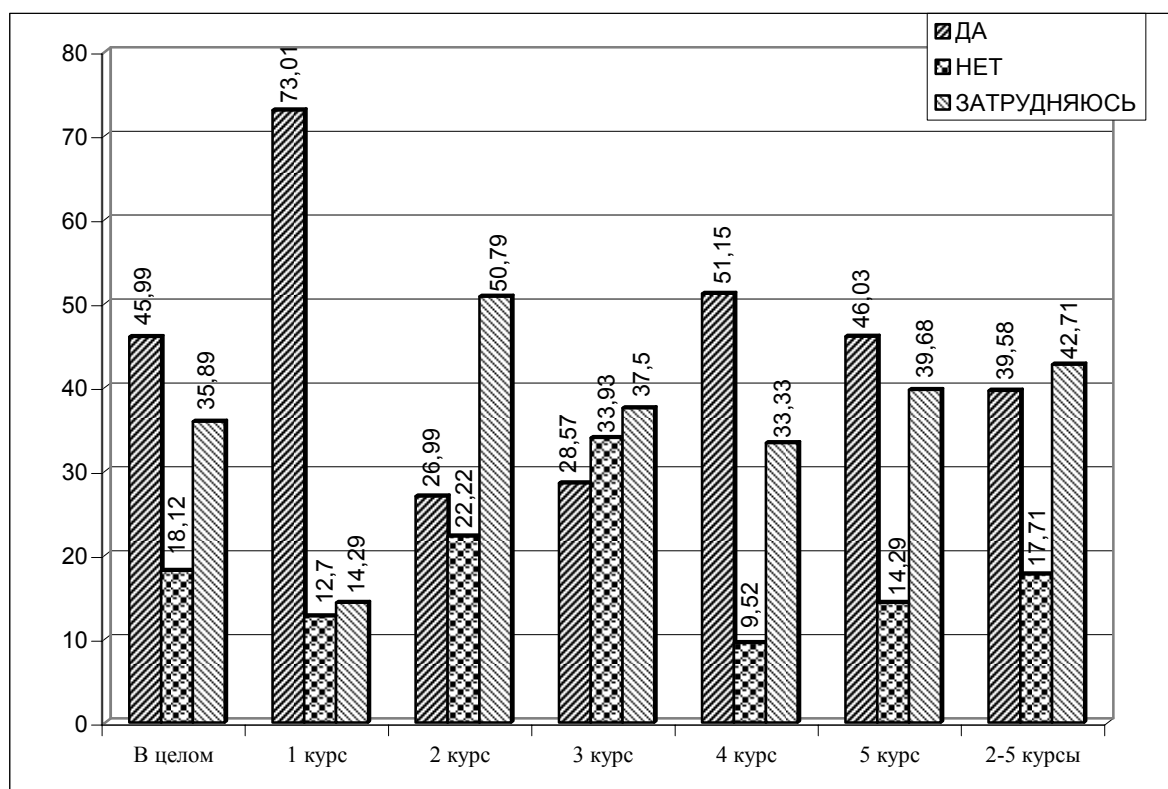


Рис. 21. Динамика показателей эффективности применения фитопрепарата «Болюсы Хуато», в %

Анализ результатов самооценки состояния здоровья молодежи, принявшей участие в проведенном анкетировании, показал, что у употреблявших фитопрепарат БХ в течение экзаменационной сессии всей организованной группы в целом число положительных ответов на все поставленные вопросы («да» – $45,99 \pm 2,94$ % случаев) оказалось в 2,54 раза больше, чем отрицательных ответов («нет» – $18,12 \pm 2,27$ %; $p < 0,001$). При этом выяснено, что у них в 29,27 % случаев повысилась способность изучать одновременно большее количество объектов (вопросов), 53,66 % испытуемых отметили, что им требуется меньше времени и усилий для изучения учебного материала. Их число было в 3,67 раза больше, чем в группе респондентов с ответом «нет» (14,63 %; $p < 0,001$).

В 36,58 % случаев повысилась способность воспроизведения изученного накануне материала, а у 34,15 % это наблюдалось и через неделю (улучшение функции долговременной памяти), что превысило показатели отрицательных ответов в 2,5 и 2,8 раза (соответственно 14,64 и 12,19 %; $p < 0,02$), 63,42 % испытуемых указали на улучшение у них координации движений и лучшую переносимость физической нагрузки, то есть в 3,25 раз больше числа ответивших «нет» (19,51 %; $p < 0,001$), а 60,97 % – на улучшение сна, для которого требовалось им меньше времени, и только 9,76 % респондентов по этому вопросу ответили «нет» (в 6,25 раз меньше; $p < 0,001$). В 43,9 % случаев у испытуемых улучшились показатели активности («вспоминаю больше дел, которые запланировал накануне и почти все их довожу до конца»), что оказалось в 1,8 раза чаще, чем в ответах «нет» (24,39 %; $p > 0,05$).

Показатели самооценки здоровья по результатам ответов первокурсников на вопросы проведенного анкетирования указывают на более эффективное действие фитопрепарата БХ на их организм. Об этом свидетельствуют результаты положительных и отрицательных их ответов – соответственно $73,01 \pm 5,59$ % и $12,7 \pm 4,19$ %. Как видим, ответов «да» оказалось в 5,75 раз больше, чем «нет» ($p < 0,001$). Результаты их положительных ответов «да» на второй – седьмой вопросы значительно превосходили подобные средние показатели среди лиц экспериментальной группы в целом. Так, на 2-й, 3-й, 4-й, 5-й, 6-й и 7-й вопросы положительные ответы у испытуемых 1-го курса регистрировались в пределах от 66,7 до 88,9 % случаев.

Следует отметить, что процент их положительных ответов на первый вопрос оказался ниже среднего уровня и составил всего 22,2 % случаев. В то же время среди пятикурсников этот показатель был значительно выше – 55,6 %, то есть в 2,5 раз чаще они отмечали «да». Это, на наш взгляд, говорит о том, что после применения фитопрепарата БХ на организм испытуемых старшей возрастной группы последних лет обучения оказывается более эффективное его действие, проявляющееся возрастанием их способности к одновременному изучению большего объема информации, чем у первокурсников.

Что касается результатов ответов на остальные вопросы, то их сравнительная оценка между группами первокурсников и курсантов 2-5 курсов в целом позволила выявить следующее. Так, представители 2-5 курсов в целом по всем вопросам дали положительные ответы в $39,58 \pm 3,53$ % случаев, что в среднем оказалось в 1,84 раза меньше, чем среди респондентов 1-го курса. При этом старшекурсники положительно ответили «да» на 2-й вопрос в 43,76 %, на 3-й – 28,12 %, на 4-й – 18,75 %, на 5-й – 59,37 %, на 6-й – 53,12 %, на 7-й – 34,38 % случаев, что было соответственно в 2,03; 2,37; 4,74; 1,31; 1,67 и 2,26 раз меньше, чем в группе первокурсников, принимавших во время экзаменационной сессии фитопрепарат БХ.

Резюме

Анализ результатов проведенного опроса по самооценке состояния здоровья студентов свидетельствует о том, что после применения фитопрепарата БХ наиболее значительные положительные изменения происходят в организме первокурсников. Следовательно, этот фитопрепарат целесообразно использовать именно в процессе адаптации молодежи к условиям

первого года пребывания в организованном контингенте (спортивные сборы) и учебному процессу.

Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии БХ, мобилизующем умственную и физическую активность, особенно на начальных этапах тренировочного процесса занятий физической культурой и спортом.

Таблица 16

Сравнительные показатели самооценки здоровья по результатам опроса испытуемых (41 чел.) об эффективности применения или фитонепарата «Болюсы Хуато», в %

Вопросы	В целом	1-ый курс	2-й курс	3-й курс	4-й курс	5-й курс	2-5 курсы
1. Возросла ли у Вас способность изучать одновременно больше количество объектов?							
- Да (+)	29,27±7,11	22,2	11,1	25,0	33,3	55,6	31,25
- Нет (-)	31,71±7,27	11,1	77,8	50,0	0,0	11,1	37,50
- Затрудняюсь с ответом (0)	39,02±7,62	66,7	11,1	25,0	66,7	33,3	31,25
2. Требуется ли Вам меньше времени и усилий для изучения учебного материала?							
- Да (+)	53,66±7,79*	88,9	88,9	0,0	50,0	33,3	43,76
- Нет (-)	14,63±5,47	11,1	0,0	50,0	0,0	11,1	15,62
- Затрудняюсь с ответом (0)	31,71±7,27	0,0	11,1	50,0	50,0	55,6	40,62
3. Через день я могу воспроизвести больший % изученной мною накануне информации и мне требуется для этого меньше времени:							
- Да (+)	36,58±7,52*	66,7	22,2	0,0	83,3	22,2	28,12
- Нет (-)	14,64±5,52	22,2	0,0	25,0	0,0	22,2	12,50
- Затрудняюсь с ответом (0)	48,78±7,81	11,1	77,8	75,0	16,7	55,6	59,38
4. Через неделю я могу воспроизвести больший % изученной мною накануне информации и мне требуется для этого меньше времени:							
- Да (+)	34,15±7,40*	88,9	11,1	12,5	16,7	33,3	18,75
- Нет (-)	12,19±5,11	11,1	0,0	25,0	16,7	11,1	12,50
- Затрудняюсь с ответом (0)	53,66±7,79	0,0	88,9	62,5	66,7	55,6	68,75
5. Улучшилась ли у Вас координация движений и лучше ли Вы справляетесь с физической нагрузкой?							
- Да (+)	63,42±7,52*	77,8	11,1	87,5	83,3	66,7	59,37
- Нет (-)	19,51±6,19	0,0	77,8	0,0	0,0	11,1	25,00
- Затрудняюсь с ответом (0)	17,07±5,87	22,2	11,1	12,5	16,7	22,2	15,63
6. Улучшилась ли у Вас сон и чувствуете себя «свежим» и отдохнувшим?							
- Да (+)	60,97±7,62*	88,9	22,2	50,0	66,7	77,8	53,12
- Нет (-)	9,76±4,63	0,0	0,0	37,5	16,7	0,0	12,50
- Затрудняюсь с ответом (0)	29,27±7,11	11,1	77,8	12,5	16,7	22,2	34,38
7. Вспоминаете ли Вы больше дел, которые запланировали накануне, и практически все их доводите до завершения?							
- Да (+)	43,90±7,75	77,8	22,2	25,0	66,7	33,3	34,38
- Нет (-)	24,39±6,71	11,1	0,0	50,0	33,3	33,3	28,12
- Затрудняюсь с ответом (0)	31,71±7,23	11,1	77,8	25,0	0,0	33,3	37,50
Итого, в %:	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
- Да (+)	45,99±2,94*	73,01±5,59*	26,99±5,59	28,57±6,04	51,15±7,71*	46,03±6,28*	39,58±3,53*
- Нет (-)	18,12±2,27	12,70±4,19	22,22±5,24	33,93±6,33	9,52±4,53	14,29±4,41	17,71±2,75
- Затрудняюсь с ответом (0)	35,89±2,83	14,29±4,41	50,79±6,30	37,50±6,47	33,33±7,27	39,68±6,16	42,71±3,57

2.3. Динамика электропроводности биологически активных зон по данным АМСАТ после приема препарата Болюсы Хуато при занятиях спортом

По данным диагностической системы АМСАТ, в начале исследования группы не различались: коэффициент риска отклонений по системам в группе испытуемых, принимавших фитопрепарат БХ (1 группа), составил $31,5 \pm 1,8$ ед., а в контрольной (2 группа) – $34,1 \pm 2,2$ ед. После курса реабилитации коэффициент риска в обеих группах не изменился и составил соответственно $31,7 \pm 2,2$ и $31,7 \pm 2,0$ ед.

После приема препарата не было обнаружено различий в величинах ЭП как внутри групп, так и между ними во всех отведениях, кроме 17 (рука слева – лоб справа), где ЭП в 1 группе была достоверно ниже ($81,4 \pm 2,02$), чем во 2 ($86,7 \pm 1,7$). Это отведение информирует о состоянии правого глаза, уха, правой части верхней челюсти, а также шейного отдела позвоночника (C1-C7). Это может указывать на уменьшение выраженности гиперфункциональных отклонений этих органов и систем.

2.4. Динамика показателей математического анализа ритма сердца спортсменов

Для изучения влияния фитопрепарата БХ на параметры математического анализа ритма сердца методом случайной выборки были выделены 2 группы испытуемых (основная «экспериментальная» и контрольная). Параметры МАРС по этим группам со средними результатами исследования, проведенного в ноябре 2006 г. и после курса приема БХ в феврале 2007 г., представлены в табл. 17–19.

Таблица 17

Сравнительные показатели центральной гемодинамики в положении сидя и в ортостазе у испытуемых двух групп до и после проведения курса приема фитопрепарата «Болюсы Хуато» ($M \pm m$)

Показатель	Контрольная группа		Экспериментальная группа	
	ноябрь 2006 г. (n=20)	февраль 2007 г. (n=21)	ноябрь 2006 г. (n=34)	февраль 2007 г. (n=36)
САД сидя, мм	$128,6 \pm 4,2$	$128,5 \pm 3,3$	$132,9 \pm 2,2$	$129,1 \pm 2,3$
САД стоя, мм	$128,6 \pm 5,0$	$125,0 \pm 4,4$	$121,6 \pm 2,6$	$124,4 \pm 2,5$
ДАД сидя, мм	$81,2 \pm 2,9$	$74,8 \pm 3,0$	$78,2 \pm 3,5$	$76 \pm 2,5$
ДАД стоя, мм	$87,5 \pm 2,4$	$80,6 \pm 2,8$	$81,7 \pm 1,9$	$81,2 \pm 1,9$
ЧСС сидя,	$74,9 \pm 1,9$	$76,0 \pm 2,1$	$74,4 \pm 1,8$	$71,4 \pm 1,4$
ЧСС стоя,	$85,2 \pm 2,3$	$88,5 \pm 1,7$	$83,5 \pm 1,8$	$84,4 \pm 1,5$

Как следует из табл. 18, в контрольной группе после сессии параметры variability сердечного ритма в ортостазе достоверно уменьшились (т.е. отмечалась гиперреактивность), в то время как у лиц, принимавших БХ, характер реактивности не изменился. Достоверных различий в показателях САД, ДАД и ЧСС в среднем по группам как до, так и после экзаменационной сессии не обнаружено.

Сравнительные показатели вариабельности сердечного ритма в положении сидя и в ортостазе у испытуемых двух групп ($M \pm m$)

Показатель	Контрольная группа		Экспериментальная группа	
	ноябрь 2006 г. (n=20)	февраль 2007 г. (n=21)	ноябрь 2006 г. (n=34)	февраль 2007 г. (n=36)
RRNN, мс, сидя	818,4±22,5	778,5±18,7	831,0±18,9	830,9±16,6
RRNN, мс, стоя	715,1±18,3	672,4±13,2	735,7±16,5	711,5±12,1
SDNN, мс, сидя	75,6±6,2	64,3±4,7	75,4±5,9	71,1±3,9
SDNN, мс, стоя	66,6±6,8	47,1±3,5 (1-2) *	64,3±4,9	53,9±3,0
CV, %, сидя	9,2±0,6	8,2±0,5	8,8±0,5	8,5±0,4
CV, %, стоя	8,4±0,6	6,9±0,5 (1-2) *	10,9±2,5	7,5±0,3
RMSSD, мс, сидя	66,6±8,0	53,9±4,9	69,8±8,1	59,5±4,3
RNSSD, мс, стоя	49,5±5,4	26,7±3,8 (1-2) *	51,1±6,9	38,7±4,7
pNN50 %, сидя	27,5±4,0	19,7±3,4	28,5±4,0	26,8±2,9
pNN50 %, стоя	12,6±2,5	5,4±1,3 (1-2) *	17,0±3,4	9,8±1,9

Примечание: * – при $P < 0,05$

Представленные в табл. 19 данные спектрального анализа также свидетельствуют о протекторном действии БХ: в группе, не принимавшей препарат, наблюдается изменение характера реакции на ортостаз за счет более выраженной активации гормональной регуляции ритма сердца (возросла относительная мощность волн VLF и снизилась – HF), в то время как в сравниваемой группе достоверных различий не обнаружено.

Сравнительные показатели спектрального анализа сердечного ритма в положении сидя и в ортостазе у испытуемых двух групп, в $мс^2$ ($M \pm m$)

Показатель	Контрольная группа		Экспериментальная группа	
	ноябрь 2006 г. (n=20)	февраль 2007 г. (n=21)	ноябрь 2006 г. (n=34)	февраль 2007 г. (n=36)
VLF, сидя	1408,7±248,5	1087,2±292,9	1 058,7±1 80,3	1030,9±138,5
VLF%, сидя	31,0±2,6	33,7±2,5	31,1±2,4	31,6±2,1
VLF, стоя	1074,0±333,4	900,2±252,1	1088,1±202,6	888,4±153,9
VLF%, стоя	28,9±3,0	37,6±2,8 (1-2) *	34,8±2,8	35,9±2,3
LF, сидя	2064,1±452,0	1343,6±259,3	1573,8±313,6	1364,1±205,1
LF%, сидя	41,5±2,3	42,5±2,5	39,5±2,5	40,9±2,2
LF, стоя	1511,7±301,6	1038,0±135,2	1425,8±235,8	1081,9±164,6
LF%, стоя	46,4±3,3	50,5±2,5	43,5±2,7	45,7±2,14
HF, сидя	1668,0±513,5	929,6±232,1	1902,2±719,4	919,5±132,0
HF%, сидя	27,5±2,5	23,8±2,2	29,4±3,1	27,4±2,02
HF, стоя	808,4±190,6	249,0±39,5	1260,9±615,2	462,1±100,9
HF%, стоя	20,3±2,3	11,9±1,0 (1-2) *	21,7±2,9	18,4±2,5
TP, сидя	5140,7±1 152,1	3360,6±727,9	4534,7±1040,6	3312,7±371,2
TP, стоя	3313,2±742,6	2187,7±399,7	3695,7±927,3	2430,7±349,8
LF/HF, сидя	1,9±0,2	2,3±0,4	2,3±0,3	2,0±0,3
LF/HF, стоя	5,7±2,6	5,2±0,7	4,3±0,8	4,1±0,5

Примечание: * – при $P < 0,05$

Для изучения влияния препарата на параметры ВРС в зависимости от особенностей психологического статуса были выделены 2 подгруппы.

1 подгруппа. На первом этапе исследования до приема БХ все показатели ВРС не имели существенных различий в опытной и контрольной группах, кроме ПАРС по Р.М. Баевскому, который в группе испытуемых, принимавших препарат, был достоверно выше.

По окончании экзаменационной сессии среднегрупповые параметры ВРС у лиц, принимавших БХ, не изменились, в то время как в контрольной подгруппе наблюдалась отрицательная динамика. Так, стала ниже общая мощность спектра и мощность высокочастотных дыхательных волн HF в покое. Реакция на ортостаз стала более выраженной (гиперреактивной): наблюдалось укорочение RRNN с $710,2 \pm 20,2$ до $654,6 \pm 16,0$ мс и снижение вариабельности – показатель pNN50 % снизился с $25,3 \pm 3,15$ до $15,4 \pm 3,7$ %. Кроме того, если в группе курсантов, принимавших БХ, интегральный показатель (ПАРС по Р.М. Баевскому) не изменился, составив $4,6 \pm 0,5$ и $4,0 \pm 0,5$, то в контрольной группе – достоверно вырос с $2,5 \pm 0,6$ до $5,0 \pm 0,8$.

2 подгруппа. Во 2-й подгруппе, также как и в 1-й, у испытуемых, принимавших БХ, отрицательная динамика функционального состояния, вызванная экзаменационной сессией, отсутствовала. В контрольной группе этой подгруппы, как и в 1-й подгруппе, наблюдалась гиперреактивность на ортостаз (достоверное снижение параметров вариабельности – SDNN с $65,3 \pm 6,6$ до $44,6 \pm 4,2$ мс и pNN50 % с $14,4 \pm 4,7$ до $3,8 \pm 1,5$ %, а также коэффициента вариативности с $8,7 \pm 0,7$ до $6,4 \pm 0,5$ %). Повысилась мощность волн LF (вазомоторных) в ортостазе на фоне снижения мощности волн HF (дыхательных), увеличилось отношение LF/HF (симпатовагальный баланс). Кроме того, ИН по Р.М. Баевскому в ортостазе также достоверно вырос по сравнению с первым обследованием.

Резюме

Прием фитопрепарата БХ сопровождается протекторным действием в период психоэмоционального стресса, способствуя сохранению функциональных (вагусных) резервов и адекватной реактивности организма. Этот фитопрепарат может использоваться у спортсменов в тренировочном процессе и при подготовке к соревнованиям.

2.5. Эффективность приема БХ по данным психотестирования спортсменов

Для оценки влияния курса БХ, проведенного в период экзаменационной сессии, использовали комплекс тестов «Психотест» (Нейрософт, Иваново) с определением помехоустойчивости (времени реакции и числа ошибок), КЧСМ, ТТ, статического и динамического тремора, а также времени простой двигательной реакции по 10 предъявлениям. Данный тест был проведен 42 испытуемым, из которых 28 принимали (1 группа) и 15 – не принимали БХ (2 группа). Все исследования выполнены в феврале 2007 года.

Оказалось, что у лиц 1-ой группы среднее время сложной зрительно-моторной реакции (тест «Помехоустойчивость») было недостоверно длиннее ($377,9 \pm 34,3$ и $315,2 \pm 21,0$ мс), при этом коэффициент вариативности был достоверно больше, соответственно $32,7 \pm 6,4$ и $17,2 \pm 3,5$ %.

На более низкий уровень симпатической активации в 1 группе может указывать меньшая величина КЧСМ ($35,5 \pm 0,91$ и $38,5 \pm 1,28$, $P < 0,05$), при этом вариативность этого показателя при шести предъявлениях не различалась. Не обнаружено различий в показателях теппинг-теста (подвижность нервных процессов).

Вместе с тем число касаний в тесте «Статический тремор» в 1-ой группе было достоверно ниже, соответственно $5,51 \pm 0,7$ и $7,33 \pm 1,7$ касаний.

Аналогичная тенденция наблюдалась и при исследовании динамической точности движений (движение по профилю): среднее число касаний в первой группе составило $8,15 \pm 0,52$, а во второй – $9,66 \pm 0,8$, однако их различия были недостоверны.

Время простой зрительно-моторной реакции при первом ($233,8 \pm 10,1$ и $332,4 \pm 33,8$ мс) предъявлении, а также среднее время реакции ($221,3 \pm 9,3$ и $253,3 \pm 14,3$ мс) в группе испытуемых, принимавших БХ, оказалось короче – соответственно в 1,42 и 1,14 раза. Кроме того, в этой группе вариабельность времени реакции была достоверно меньше (СКО $33,8 \pm 3,8$ и $59,4 \pm 10,8$ мс), как и коэффициент вариативности ($10,6 \pm 0,73$ и $16,8 \pm 2,13$ %). Это свидетельствует не только о более быстрой реакции, но и о лучшей скоростной выносливости.

Найдено подтверждение тому факту, что прием БХ обладает выраженным протекторным эффектом, сохраняя вегетативный баланс и вагусные резервы (эутонация вегетативного тонуса). Данный феномен необходимо учитывать при планировке тренировочного процесса и соревновательной деятельности спортсменов.

2.6. Особенности адаптации юношей, занимающихся спортом, при разной эффективности курса БХ

Для более детального анализа все испытуемые, принимавшие БХ, были разделены на 3 подгруппы в зависимости от субъективно оцениваемой эффективности: с высокой ($n=12$), средней ($n=10$) и низкой ($n=6$) эффективностью.

Оказалось, что в группе с высокой эффективностью время реакции в тесте «Помехоустойчивость» при шестом из восьми предъявлений достоверно короче, чем в группе со средней эффективностью, что указывает на лучшие показатели скоростной выносливости.

В группе лиц с низким эффектом время реакции было еще длиннее, однако из-за большой вариабельности полученных данных достоверность различий между ними не достигла уровня значимости.

Показатели КЧСМ и теппинг-теста в выделенных группах были одинаковы. В тесте «Статический тремор» число касаний в группе без эффекта было достоверно больше, чем в двух остальных группах.

Время простой зрительно-моторной реакции в группе с высокой эффективностью было достоверно короче при 5 и 6 из 10 предъявлений (т.е. в середине тестирования), как и среднее время реакции ($198,6 \pm 5,4$ мс), чем в группе со средней эффективностью ($245,5 \pm 21,3$ мс). Время реакции в группе с низкой эффективностью также было достоверно длиннее ($218,7 \pm 7,4$ мс), чем у испытуемых, отмечавших положительный эффект.

Следовательно, полученные результаты наглядно показывают *положительное влияние комплексного фитопрепарата БХ на показатели двигательного праксиса*, при этом лучшая субъективная оценка эффективности полностью подтверждается данными психотестирования.

Корреляционный анализ эффективности БХ с результатами психофизического тестирования, проведенного после курса препарата, показал, что увеличение способности одновременного изучения большого количества объектов сопровождается снижением вариабельности средней величины КЧСМ за 8 предъявлений ($r=-0,44$).

Чем меньше требуется времени и усилий для изучения учебного материала (т.е. выше эффективность умственной деятельности), тем ниже величина КЧСМ при первом ($r=-0,44$) и третьем ($r=-0,50$) предъявлении, выше вариабельность этих показателей ($r=-0,50$), ниже частота движений кисти в теппинг-тесте за второй ($r=-0,42$) и пятый отрезок времени ($r=-0,44$).

Значительное улучшение координации движений и физической выносливости сопровождалось повышением КЧСМ при первом и третьем предъявлении ($r=0,57$) и снижением – при пятом предъявлении ($r=-0,41$) на фоне низкой вариабельности показателей КЧСМ.

Кроме того, у этих испытуемых короче время простой зрительно-моторной реакции при девятом предъявлении (в конце тестирования), т.е. *лучше скоростная выносливость*, ($r=-0,39$) и короче время выполнения этого теста ($r=-0,42$).

Полученные результаты открывают дополнительную возможность в управлении тренировочным процессом и соревновательной деятельностью спортсменов высшей квалификации.

2.7. Динамика математического анализа ритма сердца и артериального давления у спортсменов в зависимости от субъективно оцениваемой эффективности препарата «Болюсы Хуато»

До приема препарата исходный уровень САД в группе с субъективно оцениваемой положительной динамикой был достоверно выше ($135,8 \pm 4,1$ мм рт.ст.), чем в группе с низкой эффективностью ($122,1 \pm 4,0$ мм рт.ст.).

В группе с выраженной положительной динамикой существенных изменений параметров МАРС не выявлено. Наблюдалась только тенденция к снижению отношения LF/HF как в фоне (с $2,56 \pm 0,75$ до $1,5 \pm 0,45$), так и в ортостазе ($3,25 \pm 0,98$ и $2,67 \pm 0,91$), что может являться отражением нормализации вегетативного тонуса.

В группе с умеренной положительной динамикой после приема препарата средняя длительность кардиоинтервалов в ортопробе снизилась с $753,3 \pm 21,0$ до $705,3 \pm 10,4$ мс ($P < 0,05$), что указывает на гиперреактивность.

В группе с низкой эффективностью наблюдалась тенденция к повышению мощности вазомоторных волн (LF) в фоне. В отличие от первой группы, динамика отношения LF/HF характеризовалась тенденцией не к снижению, а к повышению как в фоне, так и ортостазе (с $1,2 \pm 0,45$ до $2,38 \pm 0,75$), что можно расценить как проявление симпатикотонии и гиперреактивности. Вместе с тем необходимо отметить, что во всех группах курсантов, принимавших БХ, интегральный показатель ПАРС, отражающий напряженность адаптации, недостоверно снизился: с $5,37 \pm 0,80$ до $4,25 \pm 0,70$ в первой, с $4,0 \pm 0,73$ до $3,65 \pm 0,88$ во второй и с $5,0 \pm 1,48$ до $4,25 \pm 1,25$ в третьей группе.

Анализ процентного вклада волн разных периодов в общую мощность спектра показал, что в фоне в *группе с высокой эффективностью* наблюдалась достаточная представленность волн короткого диапазона (HF, дыхательных), при этом волны всех диапазонов составляли по 32–37 % общей мощности спектра. Это соотношение сохранилось и в ортостазе, что указывает на адекватную реактивность и отсутствие выявления динамики в величинах изучаемых показателей.

В *группе со средней эффективностью* выявлено незначительное преобладание волн VLF, указывающих по активацию гормональной регуляции как в покое, так и в ортостазе. Мощность волн HF была снижена. После проведения курса приема фитопрепарата в этой группе реактивность на ортостаз изменилась с симпатикотонической на избыточную – гиперсимпатикотоническую.

В *группе с низкой эффективностью* до приема препарата наблюдалось нечеткое преобладание волн LF (вазомоторных), а реактивность на ортостаз была избыточной. После курса препарата существенной динамики не произошло. Следует отметить, что мощность волн HF (дыхательных, которые связывают с тонусом парасимпатического отдела ВНС) в этой группе была самой низкой как в покое, так и ортостазе.

Сведения о величине АМо (показатель активации симпатического тонуса) в покое и ортостазе до и после приема препарата представлены в табл. 20. Можно видеть, что во второй и третьей группах наблюдалась тенденция к повышению активности симпатического тонуса на фоне приема БХ, что может быть связано с активирующим действием применяемых препаратов растительного происхождения.

По данным системы АМСАТ, в группах с высокой и низкой эффективностью препарата наблюдалась разнонаправленная динамика ЭП в 1,2,3,4,9,10,16 и 17 отведениях, определяющих электропроводность тестирующего тока между головой (лоб) и рукой.

Так, если в группе с высокой эффективностью ЭП во всех этих отведениях снизилась на 9,2 %, то в группе с отсутствием эффекта – на такую же величину возросла, при этом при первом измерении различий между группами не было. Это может указывать на снижение выраженности гиперфункциональных отклонений в первом случае и ее повышение – во втором.

**Сравнительные показатели АМо у испытуемых с разной эффективностью приема
фитопрепарата «Болюсы Хуато», в % (M±m)**

Группа	АМо в фоне до курса	АМо в ортостазе до курса	АМо в фоне после курса	АМо в ортостазе после курса
Хорошая эффективность (n=20)	32,5±6,7	37,7±5,3	32,1±2,4	41,1±4,3
Средняя эффективность (n=13)	45,5±3,2	50,3±8,5	35,7±6,7	49,3±5,8
Низкая эффективность (n=8)	40,6±6,2	45,3±7,6	42,6±5,3	45,8±5,6

Проведен статистический анализ данных самооценки циркадианного хронотипа, легкости подъема по утрам и психологического статуса в группах с разной эффективностью курса применения фитопрепарата БХ.

Оказалось, что испытуемые группы высокой эффективности вставали по утрам достоверно труднее, чем представители группы незначительного эффекта, частота движений кисти в теппинг-тесте в середине тестирования у них была достоверно ниже (снижение скоростных возможностей), а фиолетовый цвет располагался достоверно ближе к началу ряда (внушаемость, склонность к фантазиям). Средний уровень психоэмоциональной напряженности по тесту М. Люшера был одинаков, как и выраженность тревожности, фрустрированности, агрессивности и ригидности в тесте Айзенка.

Резюме

Назначение фитопрепарата БХ в качестве стрессопротекторного средства может быть показано лицам с пограничным показателем уровня АД, у которых сохранены парасимпатические резервы регуляции. У лиц с исходно повышенным уровнем гормональной (симпато-адреналовой) регуляции и тонуса симпатического отдела ВНС (ациклические виды спорта) прием БХ в период стресса сопровождается дальнейшей активацией этих механизмов регуляции сопровождается повышением двигательных функций. Это, по-видимому, может быть связано с тем, что БХ обладают умеренным стимулирующим эффектом (в первую очередь, за счет достаточно хорошо изученных механизмов действия биологически активных веществ растительного происхождения).

Выявленные особенности вегетативного статуса и регуляции по данным МАРС полностью совпадают с психологическими характеристиками лиц, выбирающих разные геометрические фигуры. Это указывает на возможность использования психогеометрического теста при массовых осмотрах спортсменов в качестве экспресс-методики для выявления склонности к функциональным изменениям в деятельности сердечно-сосудистой системы и при профотборах при занятиях спортом.

ГЛАВА III

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПСИХОФИЗИЧЕСКОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ

1. Обследованный контингент

Для решения поставленных задач было обследовано 224 студента I-II курсов Тульского государственного университета. Исследование проводилось специалистами медицинского института в течение четырех лет на базе кафедры физического воспитания и спорта Тульского государственного университета (табл. 21).

Таблица 21

Характеристика объема проведенного исследования

Методы исследования						
Анкетирование	Комплексное исследование	Тренд-анализ	Двигательные тесты	Allonic	Амсат	РЭГ
224 чел.	145 чел.	145 чел.	145 чел.	42 чел.	42 чел.	42 чел.

На начальном этапе исследования было проведено анкетирование с использованием анкеты для валеологического мониторинга. В анкетировании приняло участие 224 человека.

По результатам тестирования были сформированы основная (64 юноши) и контрольная (81 юноша) группы. Занятия физической культурой и спортом в обеих группах проводились в одинаковых условиях в объеме 4 часа в неделю. Для студентов основной группы применялись индивидуальные физические нагрузки с учетом уровня социально-психофизической адаптации студентов. Занятия в контрольной группе проводились в соответствии с требованиями примерной государственной программы физического воспитания. Обследованные студенты были отнесены, по данным медицинского осмотра, в основную медицинскую группу (Данилин Д.А., 2005).

Для оценки оздоровительной эффективности и своевременной коррекции физических нагрузок в начале и конце учебного года проводилось комплексное исследование физического развития, двигательной подготовленности и уровня социально-психофизической адаптации студентов. Всего в основной группе проведено 2 комплексных обследования студентов и 2 контрольной группы. У студентов основной группы 4 раза в течение учебного года оценивалась индивидуальная переносимость физической нагрузки в процессе занятий по физическому воспитанию.

Общий объем выполненных измерений и расчетов составил 5899 показателей уровня социально-психофизической адаптации и физического развития студентов (табл. 22.).

На завершающем этапе исследования 22 студента основной группы и 20 студентов контрольной группы прошли комплексное обследование на базе Центра здоровья ТулГУ при кафедре пропедевтики внутренних болезней с использованием компьютерной программы «Alopic.NET.4.3.», автоматизированной диагностической системы «Амсат» и реоэнцефалографии («Реан-Поли», НПКФ «Медиком МТД», г. Таганрог).

Общий объем проведенных исследований

№ п/п	Измеряемые качества и показатели	Количество измерений	
		На одном испытуемом	Всего
1	Валеологический мониторинг (анкета)	1	244
2	ЧСС	2	290
3	АД	2	290
4	Проба Руфье	2	290
5	Проба Штанге	2	290
6	Проба Генча	2	290
7	Теппинг-тест	2	290
8	Тест Остберга	1	145
9	Длительность индивидуальной минуты	2	290
10	Уровень тревожности по Тейлору	2	290
11	Цветовой тест М.Люшера	2	290
12	Рост	2	290
13	Вес	2	290
14	Гибкость в суставах позвоночника	2	290
15	Силовая выносливость брюшного пресса	2	290
16	Вис на перекладине	2	290
17	Бег 100 м.	2	290
18	Бег 1000 м.	2	290
19	Бег 3000 м.	2	290
20	Тренд-анализ воздействия нагрузки	4	580
	ВСЕГО:		5899

2. Методы исследования

Для решения поставленных задач были использованы следующие методы: *общеклинические, анкетирование, функциональные, биоритмологические, психологические*, также использовалась программа *психофизического тестирования «Alonic.NET.4.3»*, *автоматизированная диагностическая система «Амса»* (МПЦ «Коверт», 2001), *оценка гемодинамических показателей с помощью реографии*.

Использовались такие *общеклинические методы исследования* как анамнез, физикальное обследование.

Рост студентов измерялся антропометром от верхушечной точки головы до пола, стоя на горизонтальной ровной платформе, прямо соединив пятки. Измерение веса производилось десятичными весами (медицинскими) рычажной системы.

Для исследования деятельности сердечно-сосудистой системы использовали оценку частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД). ЧСС определяли на лучевой артерии. АД измеряли с помощью сфигмоманометра по Н.Н. Короткову (1905).

В процессе исследования использовалась анкета для валеологического мониторинга. Анкета включала 50 вопросов, для выяснения факторов, влияющих на уровень физического развития и здоровья студентов.

Для оценки *функциональных возможностей* студентов применялись следующие методы исследования: пробы Штанге и Генча, теппинг-тест; динамика ЧСС и АД во время занятий по физическому воспитанию; проба Руфье; тренд-анализ воздействия нагрузки по Т.Э. Кару (1975).

Для оценки дыхательной системы и гипоксической устойчивости использовались пробы с задержкой дыхания – проба Штанге (задержка дыхания после максимального вдоха) и про-

ба Генча (задержка дыхания после максимального выдоха). Пробу Штанге выполняли следующим образом. Испытуемый в положении стоя делал пробный вдох, затем полностью выдыхал воздух и после полного вдоха задерживал дыхание. В момент начала задержки дыхания включался секундомер, это первая фиксация времени. Вторая фиксация времени происходила при невозможности дольше задерживать дыхание.

Пробу Генча выполняли также после пробного вдоха и выдоха. Сделав вдох, испытуемый делал спокойный глубокий выдох и задерживал дыхание. С момента задержки дыхания включался секундомер, который останавливался при первом вдохе.

Для определения состояния нервной системы использовался графический вариант ТТ. Для этого на листе бумаги вычерчивались шесть расположенных в два ряда квадратов, в каждом из которых испытуемый должен был за 5 секунд карандашом или ручкой поставить как можно больше точек. Переход из одного квадрата в другой производился последовательно, в направлении часовой стрелки, не прерывая работы. *Теппинг-тест* (ТТ) отражает функцию нервно-мышечного анализатора и информативен при обследовании пациентов неврологического профиля и практически здоровых лиц (Мельников А.Х., 1997), а также для спортсменов, деятельность которых сопряжена с четко дифференцированными мышечными движениями.

Оценка состояния сердечно-сосудистой системы проводилась с помощью пробы Руфье. Метод основан на учете величины пульса, зафиксированной на различных этапах восстановления после относительно небольших нагрузок. С этой целью использовалось 30 приседаний за 30 секунд. Пульс определялся на этапе восстановления после 5 минут отдыха в положении лежа. Индекс Руфье определялся по формуле:

$$\text{Индекс Руфье} = \frac{(P_1 + P_2 + P_3) - 200}{10},$$

где P_1 – исходная ЧСС; P_2 – ЧСС сразу после нагрузки; P_3 – ЧСС в конце первой минуты восстановления.

Для определения степени воздействия физической нагрузки на вегетативные показатели использовался тренд-анализ воздействия нагрузки по Т.Э. Кару (1975). До и после занятия производилась простая функциональная проба. Измеряли исходные показатели ЧСС (за 10 секунд) и АД. Затем испытуемый выполнял бег на месте в течение 15 секунд. Далее ЧСС и АД измерялись на 1 минуте и на 3 минуте восстановления. Показатели тренда ЧСС и тренда АД получали по следующим формулам:

$$\text{тренд ЧСС} = (\text{ЧСС}_{\text{исх}} + \text{ЧСС}_1 + \text{ЧСС}_3) / 3,$$

где $\text{ЧСС}_{\text{исх}}$ – исходные показатели ЧСС (за 10 секунд); ЧСС_1 – ЧСС на 1 минуте восстановления; ЧСС_3 – ЧСС на 3 минуте восстановления;

$$\text{тренд АД} = (\text{АД}_{\text{исх}} + \text{АД}_1 + \text{АД}_3) / 3,$$

где $\text{АД}_{\text{исх}}$ – исходные показатели; АД_1 – АД на 1 минуте восстановления; АД_3 – АД на 3 минуте восстановления.

Разница между соотношениями тренд АД / тренд ЧСС, измеряемыми до тренировки и таким же соотношением измеряемым после тренировки, определяет силу воздействия нагрузки. Если эта разница меньше 1 – наблюдается слабое воздействие нагрузки, от 1 до 2 – среднее воздействие нагрузки, больше 2 – сильное воздействие нагрузки.

Для определения типа работоспособности использовался *биоритмологический тест* Хорна-Остберга в модификации С.И. Степановой (1989), основанный на выявлении временных функциональных возможностей организма и их соответствии режиму трудовой деятельности. Тип работоспособности оценивается в баллах: свыше 92 – четко выраженный утренний тип, 77–91 – слабо выраженный утренний тип, 58–76 – аритмичный тип, 42–57 – слабо выраженный вечерний тип, ниже 41 – четко выраженный вечерний тип.

Для оценки чувства времени использовался метод определения длительности ИМ по

Н.И. Моисеевой (1985). В состоянии оптимальной работоспособности испытуемых фиксировалось фактически прошедшее время при счете до 1 минуты.

Для определения *уровня тревожности* у наблюдаемых лиц использовалась *личностная шкала проявлений тревоги* J. Teylor (1953). Опросник состоял из 50 утверждений, на которые следовало дать ответ «да» или «нет».

В качестве *психологического метода исследования* использовался также *цветовой тест М. Люшера в модификации Л.Н. Собчик* (1990) с оценкой позиций 8 цветов по А.Х. Мельникову (1997). *Тест Люшера* основан на предположении о том, что выбор цвета отражает направленность испытуемого на определенную деятельность, настроение, функциональное состояние и наиболее устойчивые черты личности. Испытуемому было предложено восемь карточек в соответствии с восьмью цветами *теста Люшера* (темно-синий, зеленый, оранжево-красный, светло-желтый, фиолетовый, коричневый, черный, серый под соответствующими номерами – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 0). Испытуемый должен был выделить наиболее приятный цвет из восьми, затем из оставшихся семи цветов и так далее.

Данный тест продемонстрировал свою информативность как с психологической точки зрения, так и для оценки функционального состояния вегетативной нервной системы, адаптивных способностей и пациентов с бронхиальной астмой.

Двигательная подготовленность и выносливость оценивалась по результатам контрольных упражнений – бег 100 м, 1000 м, 3000 м и подтягивания в висе на перекладине.

Беговые упражнения проводились на стадионе с высокого старта, в спортивной форме. В забегах на 100 м стартовало по 2 человека, а в беге на 1000 м и 3000 м – по 10–15 человек.

Уровень статической силовой выносливости оценивался при помощи виса на перекладине хватом сверху на согнутых руках шире плеч. Результатом являлось количество времени проведенное в висе.

Гибкость оценивалась посредством наклона туловища вперед из положения сидя.

Уровень динамической силовой выносливости определялся подниманием туловища из положения лежа на спине за 30 с.

Исследование *психофизических характеристик* студентов проводилось при помощи программы «*Alonic.NET.4.3.*», которая включала в себя корректурную пробу, тест «Исключение понятий», тест «Последовательность образов».

Данный комплекс тестов оценивает следующие параметры:

1. Скорость и качество переработки зрительно-буквенной информации. Норма – 5 ошибок и менее.
2. Логика мышления оценивается при помощи методики «Исключение понятий». Данная методика изучает способность к классификации и анализу.
3. Образная память (методика «Последовательность образов»). Норма 6 правильных ответов и более.

Оценка гемодинамических показателей проводилась с помощью *реографии*. Реографическое исследование проводилось на реографе-полианализаторе («Реан-Поли», НПКиФ «Медиком МТД», г. Таганрог). Церебральный кровоток оценивался по данным реоэнцефалографии (стандартная, по 6-ти электродам). Осуществлялась запись объемной и первой производной реографической волны *фронтально-мастоидальных* (FM) и *окципитально-мастоидальных* (ОМ) отведений с правого и левого полушарий по 20–30 кардиоциклов для каждой пробы. Синхронно с регистрацией реографической волны проводилась запись ЭКГ (I стандартное отведение).

3. Анализ анкет валеологического мониторинга студентов, отнесенных по состоянию здоровья к разным медицинским группам занятия физической культурой

Анализ анкет *валеологического мониторинга* позволил выделить некоторые факторы, влияющие на социально-психофизическую адаптацию, и уровень двигательной активности студентов. Выяснилось, что студенты имели низкий уровень заинтересованности к занятиям физической культурой (табл. 23, табл. 24). Лишь небольшая часть опрошенных студентов сис-

тематически выполняли утреннюю зарядку и занимались физической культурой и спортом. Среди юношей самый высокий процент на специальном отделении факультета *механики и систем управления* (МиСУ) – $3,33 \pm 3,27$ %. Среди обследованных девушек регулярно выполняют утреннюю зарядку только представительницы специальной группы факультета МиСУ – $8,33 \pm 7,97$ %. Самый высокий процент регулярных самостоятельных занятий физкультурой отмечен в контрольной группе – $11,11 \pm 3,49$ %, самый низкий у представителей МиСУ специального отделения – $6,67 \pm 4,55$ %. Девушки в группе *технологического факультета* (ТФ) специального отделения самостоятельно вообще не занимаются. Однако в женских группах факультета МиСУ специального отделения ($25 \pm 12,5$ %) и факультета МиСУ основного отделения ($27,27 \pm 13,42$ %) процент студентов самостоятельно занимающихся физкультурой выше, чем в мужских группах.

Отмечен низкий уровень участия в спортивной деятельности. Всего $16,67 \pm 6,8$ % студентов группы факультета МиСУ специального отделения, $8,75 \pm 3,53$ % студентов основной группы и $13,58 \pm 3,81$ % студентов контрольной группы занимаются в спортивных секциях. В женских группах эти показатели были также низкими и составили – $25 \pm 12,5$ % для группы факультета МиСУ специального отделения, $19,23 \pm 7,72$ % для группы факультета ТФ специального отделения и $9,09 \pm 8,66$ % для группы факультета МиСУ основного отделения.

Вызывает опасение отношение студентов к курению и алкогольным напиткам. В женских группах факультета МиСУ специального отделения ($41,67 \pm 14,23$ %) и факультета ТФ специального отделения ($46,15 \pm 9,78$ %) меньше половины опрошенных отрицательно относятся к курению. В мужских группах процент отрицательно относящихся к курению не превышает $57,81 \pm 6,17$ %. Только $16,67 \pm 10,76$ % женской группы МиСУ специального отделения, $18,18 \pm 11,62$ % женской группы МиСУ основного отделения и $42,3 \pm 9,69$ % женской группы ТФ специального отделения отрицательно относятся к употреблению алкоголя. В мужских группах этот показатель составляет $33,33 \pm 8,61$ % для группы МиСУ специального отделения, $40,62 \pm 6,14$ % для основной группы и $39,51 \pm 5,43$ % для контрольной группы. Согласно проведенному исследованию курят $16,67 \pm 10,76$ % женской группы МиСУ специального отделения, $19,23 \pm 7,73$ % женской группы ТФ специального отделения. В мужских группах курят $40 \pm 8,94$ % студентов группы МиСУ специального отделения, $21,88 \pm 5,17$ % основной группы, $37,4 \pm 5,38$ % контрольной группы.

Употребляют алкогольные напитки $58,33 \pm 14,23$ % студенток женской группы МиСУ специального отделения, $80,77 \pm 7,73$ % студенток женской группы ТФ специального отделения и $81,82 \pm 11,63$ % студенток женской группы МиСУ основного отделения. В мужских группах алкогольные напитки употребляют $60 \pm 8,94$ % студентов группы МиСУ специального отделения, $64,06 \pm 6$ % студентов основной группы и $80,25 \pm 4,42$ % студентов контрольной группы. $10 \pm 5,48$ % мужской группы МиСУ специального отделения считают, что регулярно употребляют алкогольные напитки.

Более полное представление об адаптации студентов давали вопросы, отражающие социально-психическое состояние (табл. 25, табл. 26). Выяснилось, что в женских группах $16,67 \pm 10,76$ % группы МиСУ специального отделения, $26,92 \pm 8,7$ % группы ТФ специального отделения и $45,45 \pm 15,01$ % группы МиСУ основного отделения не удовлетворены условиями проживания и быта. В мужских группах этот показатель составил для группы МиСУ специального отделения – $16,67 \pm 6,8$ %, основной группы – $20,31 \pm 5,03$ %, для контрольной группы – $39,51 \pm 5,43$ %.

В женских группах $15,38 \pm 7,07$ % группы ТФ специального отделения и $9,09 \pm 8,67$ % группы МиСУ основного отделения не удовлетворены отношениями со сверстниками. В мужских группах неудовлетворенность отношениями со сверстниками высказывают $16,67 \pm 6,8$ % группы МиСУ специального отделения, $9,38 \pm 3,64$ % основной группы.

Недовольны отношениями с преподавателями $56,69 \pm 9,71$ % студенток женской группы ТФ специального отделения, $36,36 \pm 14,5$ % студенток женской группы МиСУ основного отделения, $33,33 \pm 8,61$ % студентов мужской группы МиСУ специального отделения, $21,88 \pm 5,17$ % студентов основной группы и $32,1 \pm 5,19$ % студентов контрольной группы.

Таблица 23

Процентное распределение результатов анкетирования в женских группах, $M \pm m$

№	Содержание	МиСУ 2 (спец.)	ТФ 2 (спец.)	МиСУ 1 (осн.)
		n = 12	n = 26	n = 11
1	Удовлетворенность здоровьем	33,33±13,61	23,08±8,26	27,27±13,42
2	Отношение к курению:			
	- отрицательно	41,67±14,23	46,15±9,78	63,64±14,5
	- нейтрально	58,33±14,23	53,85±9,78	36,36±14,5
	- положительно	-	-	-
	- неопределенно	-	-	-
3	Отношение к алкоголю:			
	- отрицательно	16,67±10,76	42,3±9,69	18,18±11,62
	- нейтрально	83,33±10,76	53,85±9,78	72,73±13,42
	- положительно	-	3,85±3,77	-
	- неопределенно	-	-	9,09±8,66
4	Занятия в спортсекциях	25±12,5	19,23±7,72	9,09±8,66
5	Самостоятельные занятия физкультурой:			
	- регулярные	25±12,5	-	27,27±13,42
	- нерегулярные	50±14,43	61,54±9,54	54,55±15,01
	- не занимаются	25±12,5	38,46±9,54	18,18±11,62
6	Утренняя зарядка:			
	- делается регулярно	8,33±7,97	-	-
	- делается нерегулярно	25±12,5	11,54±6,26	45,45±15,01
	- не делается	66,67±13,61	88,46±6,26	54,55±15,01

Таблица 24

Процентное распределение результатов анкетирования в мужских группах, $M \pm m$

№ п/п	Содержание	МиСУ 2 (спец.)	Осн. гр.	Контр. гр.
		n = 30	n = 64	n = 81
1	Удовлетворенность здоровьем	40±8,94	68,75±5,79	67,9±5,19
2	Отношение к курению:			
	- отрицательно	53,33±9,11	57,81±6,17	49,38±5,55
	- нейтрально	43,33±9,05	35,93±6	45,68±5,53
	- положительно	-	3,13±2,18	3,7±2,1
	- неопределенно	3,34±3,28	3,13±2,18	1,23±1,22
3	Отношение к алкоголю:			
	- отрицательно	33,33±8,61	40,62±6,14	39,51±5,43
	- нейтрально	40±8,94	50,13±6,25	51,85±5,55
	- положительно	20±7,3	6,25±3,03	8,64±3,12
	- неопределенно	6,67±4,55	-	-
4	Занятия в спортсекциях	16,67±6,8	8,75±3,53	13,58±3,81
5	Самостоятельные занятия физкультурой:			
	- регулярные	6,67±4,55	8,75±3,53	11,11±3,49
	- нерегулярные	56,67±9,05	64,06±6	54,32±5,53
	- не занимаются	36,66±8,8	17,19±4,72	34,57±5,28
6	Утренняя зарядка:			
	- делается регулярно	3,33±3,27	3,13±2,18	2,47±1,72
	- делается нерегулярно	36,67±8,8	50±6,25	30,86±5,13
	- не делается	60±8,94	46,87±6,24	66,67±5,24

Таблица 25

Процентное распределение результатов анкетирования в женских группах, $M \pm m$

№	Содержание	МиСУ 2 (спец.)	ТФ 2 (спец.)	МиСУ 1 (осн.)
		n = 12	n = 26	n = 11
1	Удовлетворенность условиями проживания и быта	83,33±10,76	73,08±8,7	54,55±15,01
2	Удовлетворенность отношениями со сверстниками	100	84,62±7,08	90,91±8,67
3	Удовлетворенность отношениями с преподавателями	100	42,31±9,7	63,64±14,5
4	Интерес к получаемой специальности	75±12,5	57,69±9,7	45,46±15,01
5	Удовлетворенность успеваемостью	58,33±14,23	26,92±8,7	36,36±14,5

Таблица 26

Процентное распределение результатов анкетирования в мужских группах, $M \pm m$

№	Содержание	МиСУ 2 (спец.)	Осн-я гр.	Контр-я гр.
		n = 30	n = 64	n = 81
1	Удовлетворенность условиями проживания и быта	83,33±6,8	79,69±5,03	60,49±5,43
2	Удовлетворенность отношениями со сверстниками	83,33±6,8	90,62±3,64	97,53±1,72
3	Удовлетворенность отношениями с преподавателями	66,67±8,61	78,12±5,17	67,9±5,19
4	Интерес к получаемой специальности	53,33±9,11	82,81±4,72	71,6±5,01
5	Удовлетворенность успеваемостью	33,33±8,61	51,56±6,25	32,1±5,19

В женских группах 25±12,5 % студенток группы МиСУ специального отделения, 30,77±9,05 % студенток группы ТФ специального отделения и 36,36±14,5 % студенток группы МиСУ основного отделения затруднились ответить на вопрос об интересе к получаемой специальности. В мужских группах на этот вопрос затруднились ответить 26,67±8,07 % студентов группы МиСУ специального отделения, 17,19±4,72 % студентов основной группы и 23,46±4,71 % студентов контрольной группы. В женской группе ТФ специального отделения 11,54±6,27 % студенток не интересуется получаемая специальность. В женской группе МиСУ основного отделения получаемая специальность не интересуется 18,18±11,63 % студенток. В мужских группах получаемая специальность не интересна 20±7,3 % студентов в группе МиСУ специального отделения и 4,94±2,71 % студентов контрольной группы.

Анкетирование показало, что 25±12,5 % женской группы МиСУ специального отделения, 46,16±9,78 % женской группы ТФ специального отделения, 45,46±15,01 % женской группы МиСУ основного отделения неудовлетворены своей успеваемостью. В мужских группах успеваемость не удовлетворяет 40±8,94 % студентов группы МиСУ специального отделения, 34,38±5,94 % студентов основной группы, 37,04±5,37 % студентов контрольной группы.

Для получения полной информации о двигательной активности проведен анализ психографических характеристик всех обследованных студентов (табл. 27). Выяснилось, что основные виды деятельности студентов связанные с сидячим образом жизни занимали 39±3,26 % суточного времени.

Исследования данных показали, что по анкетным характеристикам социально-психофизической адаптации и уровня двигательной активности студентов существенных различий между основной и контрольной группами не обнаружено. Установлен низкий уровень двигательной активности, и нерациональное использование свободного времени.

Суточный режим двигательной активности студентов, $M \pm m$, $n = 224$

№	Содержание	Процентное соотношение в течении суток
1	Посещение лекций	20,4±2,69
2	Лабораторные занятия	9,6±1,97
3	Самостоятельные занятия	8,8±1,89
4	Свободное время	29,1±3,03
5	Занятия спортом во внеучебное время	2,1±0,96
6	Сон	30±3,06

4. Параметры психофизической адаптации студентов основной медицинской группы

Для анализа все студенты, занимавшиеся физкультурой в основной медицинской группе, были разделены на 3 группы: 2 курс ТФ (15 человек, 1 группа), 2 курс МиСУ (22 человека, 2 группа) и 1 курс ТФ (19 человек, 3 группа). Антропометрические показатели не различались во всех группах. Средний рост составил соответственно $178,46 \pm 1,1$, $178,5 \pm 1,3$ и $179,7 \pm 1,3$ см, вес – $71,5 \pm 2,6$, $68,0 \pm 1,9$ и $71,0 \pm 2,0$ кг. Одинаковой была и гибкость в суставах позвоночника, соответственно $11,1 \pm 1,5$, $9,7 \pm 1,8$ и $8,6 \pm 1,0$ см.

Не найдено различий в показателях ДАД ($73,4 \pm 1,7$, $71,3 \pm 1,3$ и $74,7 \pm 1,6$ мм рт.ст.) и реактивности сердечно-сосудистой системы на ортопробу (разность ЧСС сидя и стоя $9,2 \pm 1,7$, $9,3 \pm 2,4$ и $8,6 \pm 2,0$ уд/мин). Длительность задержки дыхания на вдохе также была одинаковой (проба Штанге – $53,6 \pm 3,8$, $48,2 \pm 4,0$ и $56,3 \pm 3,6$ с), как и средняя частота ударов в ТТ ($31,5 \pm 0,6$, $32,2 \pm 0,7$ и $33,1 \pm 0,5/5$ с), а также динамика числа ударов по 5-секундным интервалам.

Не выявлено различий в уровне тревожности по тесту Тейлора ($12,0 \pm 0,6$, $14,5 \pm 0,7$ и $13,1 \pm 1,6$ ед) и длительности ИМ – $61,3 \pm 2,1$, $65,0 \pm 3,2$ и $61,6 \pm 2,8$ с.

Вместе с тем функциональное состояние студентов 2 курса, обучающихся на разных факультетах, не было одинаковым. Так, у студентов факультета МиСУ было ниже САД ($112,7 \pm 2,5$ мм рт.ст.), чем у студентов ТФ ($119,1 \pm 1,7$ мм рт.ст.), больше индекс Руфье ($12,2 \pm 7,9$ и $8,9 \pm 0,7$ ед., что указывает на повышенную реактивность) и короче время задержки дыхания на выдохе ($27,8 \pm 1,9$ и $37,2 \pm 3,9$ с). Это может указывать на преобладание тонуса симпатического отдела ВНС и относительное снижение качества выносливости.

Достоверно различались и некоторые показатели психофизического статуса. Так, индекс ЦТЛ у студентов факультета МиСУ был достоверно ниже ($0,60 \pm 0,27$ и $1,27 \pm 0,28$ ед). Зеленый цвет располагался достоверно ближе к началу ряда (точность, аккуратность, исполнительность, соответственно $2,3 \pm 0,3$ и $3,6 \pm 0,4$ позиция), а черный цвет – достоверно дальше от начала ряда ($6,9 \pm 0,3$ и $5,5 \pm 0,4$ позиции), что указывает на меньшую выраженность протестных реакций. У студентов МиСУ была выше статическая выносливость мышц спины ($31,2 \pm 2,0$ и $26,4 \pm 1,1$ с).

Обнаружены различия в уровне функционального состояния студентов разных курсов технологического факультета, однако, только в психофизических параметрах адаптации. Так, уровень психоэмоциональной напряженности был достоверно выше у студентов 2 курса, чем 1 (индекс ЦТЛ $1,27 \pm 0,28$ и $0,47 \pm 0,19$ ед.), при этом серый цвет передвигался ближе к началу ряда – соответственно занимая $5,54 \pm 0,46$ и $6,74 \pm 0,27$ позицию ($P < 0,05$). Это указывает на состояние стресса, сопровождающегося пассивностью, неучастием. На фоне недостоверного повышения среднего числа ударов в ТТ у студентов 1 курса была ниже психологическая устойчивость – вариабельность теппинг-теста составила $10,68 \pm 0,67$ и $8,50 \pm 0,86$ уд./5 с и ниже динамическая выносливость мышц брюшного пресса – $17,1 \pm 1,2$ и $22,7 \pm 0,9$ с.

Время работы на компьютере было недостоверно больше у студентов 2 курса ТФ, $15,88 \pm 3,82$ часа в неделю, чем у студентов 1 курса ТФ – $12,0 \pm 3,4$ часа и студентов 2 курса факультета МиСУ – $9,78 \pm 2,08$ часа, т.е. по мере перехода на старшие курсы студенты больше

времени проводят за компьютером.

Проведен анализ числа студентов со снижением уровня адаптации с использованием следующих критериев: САД свыше 130 и ДАД – свыше 85 мм рт.ст., прирост ЧСС в положении стоя свыше 25 и менее 6 в минуту, индекс Руфье свыше 14 ед, показатель гибкости в суставах позвоночника 3 см и менее, время задержки дыхания на выдохе менее 25 с, индекс ЦТЛ 1–3! – состояние психологического дискомфорта, 4–7! – психологического напряжения, уровень тревожности в тесте Тейлора свыше 20 баллов, средняя частота движений кисти в теппинг-тесте менее 30 уд., вариабельность количества точек по квадратам свыше 7.

Данные табл. 28 свидетельствуют, у 57,8 % студентов 1 курса было повышено систолическое (что можно объяснить гиперреактивностью) и у 36,8 % – диастолическое АД. Среди студентов 2 курса преобладает повышение ДАД (в 20–36,7 %) при уменьшении числа студентов с повышенным САД. На 1 курсе больше всего студентов с неадекватной реактивностью в ортотесте.

Таблица 28

Количество студентов основной медицинской группы с неудовлетворительными параметрами психофизической адаптации, абс/%

Критерии дизадаптации	1 курс ТФ (n=19)	2 курс МнСУ (n=22)	2 курс ТФ (n=15)	Всего (n=56)
САД 130 мм рт. ст. и выше	11/57,8	5/22,7	1/6,7	17/30,3
ДАД 85 мм рт.ст. и выше	7/36,8	8/36,7	3/20,0	18/32,1
Повышение реактивности в ортотесте	2/10,5	1/4,5	2/13,3	5/3,2
Снижение реактивности в ортотесте	7/36,8	6/27,3	4/26,7	17/30,3
Неудовлетворительные данные индекса Руфье	3/15,8	2/9,1	3/20,0	8/14,3
Снижение гибкости	2/10,5	2/9,1	3/20,0	7/12,5
Снижение результатов пробы Генча	4/21,0	1/4,5	4/26,7	9/16,1
Состояние психологического дискомфорта по данным ЦТЛ	6/31,6	12/59,1	5/33,3	23/41,1
Состояние психологического напряжения по данным ЦТЛ	-	2/9,1	-	2/3,6
Повышенный уровень тревоги по тесту Тейлора (свыше 20 б.)	5/26,3	3/13,6	4/26,7	12/21,4
Снижение подвижности нервных процессов по данным теппинг-теста	1/5,2	6/27,3	3/20,0	10/17,9
Снижение уравновешенности нервных процессов	6/31,6	11/57,6	6/40,0	23/41,4

В целом уровень по группам уровень САД 130 мм рт.ст. и выше наблюдается у 30,3 %, уровень ДАД 80 мм рт.ст. и выше – у 32,1 % студентов 17–19 лет. Повышена реактивность в ортотесте – у 3,2 %; снижена – в 30,3 % случаев. Неудовлетворительные данные индекса Руфье наблюдались у 14,3 % студентов, снижение гибкости – у 12,5 %. Низкая устойчивость к гиперкапнии по данным пробы Генча выявлена у 16,1 % студентов. В состоянии психологического дискомфорта находились 41,1 %, психологического напряжения – 3,6 %, повышенный уровень тревожности выявлен у 21,4 % студентов. Снижение подвижности и уравновешенности нервных процессов по данным теппинг-теста – у 17,9 % и 41,4 % студентов.

Корреляционный анализ выявил отрицательные взаимосвязи между длительностью работы на компьютере и статической выносливостью мышц спины ($r = -0,82$, $p < 0,01$), а также с позицией красного цвета ($r = -0,71$), т.е. со снижением активности время, проводимое за компьютером, уменьшается.

Укорочение времени ИМ указывает на нарушение хода внутренних биологических часов и часто сопутствует стрессовому состоянию. Было показано, что укорочение ИМ ниже 52 с на первом курсе указывает на риск повышения САД на старших курсах (Венкина И.В., 1999).

Для изучения особенностей функционального состояния студентов с укороченной ИМ

(короче 55 с, 15 человек) и удлиненной (свыше 70 с, 14 человек) проведено сравнение с группой студентов, имеющих ее «нормативные» показатели (30 человек).

В группе с короткой ИМ отмечается достоверное уменьшение времени задержки дыхания на выдохе ($28,7 \pm 0,26$ и $36,4 \pm 2,9$ с). Уровень психоэмоциональной напряженности в этой группе был достоверно ниже (индекс ЦТЛ $0,33 \pm 0,13$ и $1,06 \pm 0,2$ с), а красный и зеленый цвета расположены ближе к началу ряда, что символизирует напористость, целеустремленность, вспыльчивость в конфликтных ситуациях. Это характерно для повышения симпатического тонуса.

Удлинение времени ИМ не сказывается на функциональном состоянии студентов, в то время как между группами с короткой и длинной ИМ выявлены различия. Так, желтый цвет в ЦТЛ у студентов с короткой ИМ передвигается к концу ряда ($4,73 \pm 0,56$ и $3,0 \pm 0,47$ позиция), что трактуется как разочарованность, завистливость. Снижается число ударов во вторые 5 с ТТ ($30,9 \pm 0,94$ и $34,8 \pm 0,96$ уд/5 с), что указывает на неустойчивость процесса возбуждения в ЦНС.

Корреляционный анализ, проведенный в группе всех обследованных студентов (59 человек) показал, что с увеличением веса высокодостоверно возрастает САД ($r=0,42$). Чем выше САД, тем ближе к началу ряда располагается фиолетовый цвет ($r=-0,34$) и ниже число ударов за четвертые 5 с в ТТ ($r=-0,36$), т.е. ниже скоростная выносливость нервной системы. Реактивность в ортотесте тем выше, чем дальше от начала ряда расположен синий цвет ($r=0,34$) и больше вариабельность ТТ ($r=0,27$).

Длительность задержки дыхания на вдохе положительно связана с вариабельностью ТТ ($r=0,28$) и числом ударов в первые 5 с ($r=0,29$), т.е. наблюдается быстрая мобилизация, однако и быстрая истощаемость. Статическая выносливость мышц спины тем больше, чем выше среднее число ударов в ТТ ($r=0,38$).

Проанализированы корреляционные связи социально-психологического статуса с показателями физиологической адаптации. У студентов, имеющих братьев и сестер, короче длительность ИМ ($r=-0,4$), выше реактивность ССС в ортотесте и ниже уровень САД ($r=-0,3$), т.е. они представляются более адаптированными. Удовлетворенность своим здоровьем тем выше, чем выше рост ($r=0,35$), ниже уровень тревоги по тесту Тейлора ($r=0,38$) и меньше вариабельность ТТ ($r=0,4$). Студенты низкого роста не удовлетворены условиями проживания ($r=-0,35$), у них низкое САД ($r=-0,37$) (рис. 22).

Чем хуже отношения в родительской семье ($r=0,31$) и с преподавателями ($r=0,34$), тем выше гибкость. Чем хуже отношения в собственной семье и неудовлетворенность положением в академической группе, тем выше уровень тревоги ($r=0,34$). Неудовлетворенность отношениями со сверстниками ведет к росту уровня тревоги ($r=0,31$) и реактивности ССС в ортотесте ($r=0,33$).

Студенты, положительно относящиеся к курению, имеют более низкую скоростную выносливость в ТТ ($r=-0,32$). Положительно относящиеся к употреблению алкоголя имеют трудности и препятствия на пути к достижению цели ($r=0,47$) (позиция красного цвета, $P<0,01$).

Неблагоприятные условия питания по месту проживания ведут к увеличению уровня тревоги ($r=0,31$), особенно у студентов низкого роста ($r=-0,42$). Чем хуже условия питания в течение дня, тем выше динамическая выносливость мышц брюшного пресса ($r=0,41$). У студентов, употребляющих неочищенную воду в месте проживания, хуже гибкость ($r=-0,35$). Студенты, пьющие неочищенную воду в течение учебного дня, имеют меньший вес ($r=-0,32$), более низкое САД ($r=-0,32$) и более низкую скоростную выносливость в ТТ ($r=-0,3$). У несоблюдающих режим дня выше динамическая выносливость мышц брюшного пресса ($r=0,4$).

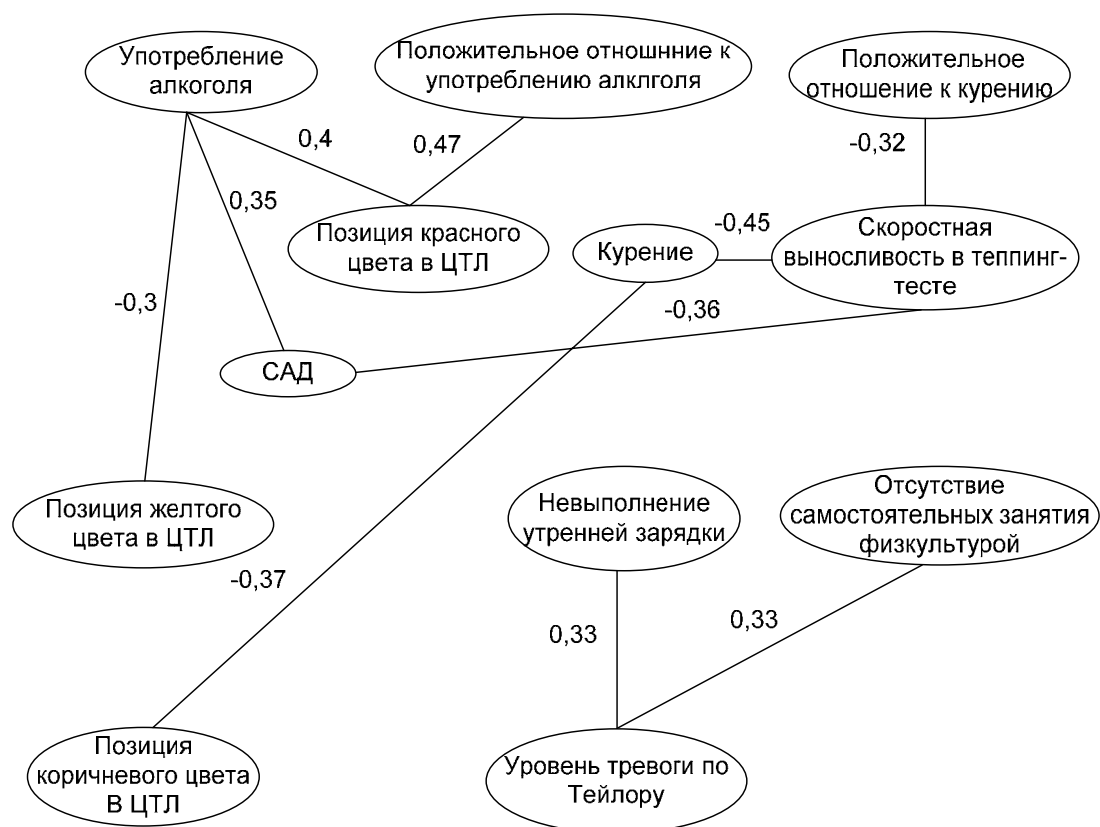


Рис. 22. Граф корреляции показателей социально-психологической адаптации студентов

Несоблюдающие режим сна имеют более высокую гибкость ($r = 0,32$), однако у них ниже число среднее число ударов и скоростная выносливость в ТТ ($r = -0,42$), что указывает на худшее функциональное состояние нервной системы. Кроме того, коричневый цвет (тревожность) в ЦТЛ расположен ближе к началу ряда ($r = -0,39$). Чем хуже сон, тем выше уровень тревоги по тесту Тейлора ($r = 0,52$). У студентов, которые самостоятельно не занимаются физкультурой, также выше уровень тревоги ($r = 0,33$). У студентов, не делающих утреннюю зарядку, ниже скоростная выносливость в ТТ ($r = 0,34$). У студентов, не делающих закаливающих процедуры, выше САД ($r = 0,34$). У несоблюдающих режим питания больше динамическая выносливость мышц брюшного пресса ($r = 0,39$). Студенты, знающие, что их питание не соответствует рекомендациям специалистов, имеют укороченную ИМ ($r = -0,41$).

У курящих студентов коричневый цвет располагается ближе к началу ряда (тревожность) ($r = -0,37$) и ниже скоростная выносливость в ТТ ($r = -0,45$). У употребляющих алкогольные напитки выше САД ($r = 0,35$), красный цвет передвигается к концу (трудности и препятствия в делах) ($r = 0,4$), а желтый – к началу ряда (надежды, игровые элементы в деятельности) ($r = -0,3$). У студентов с недостаточным отдыхом в течение дня ниже САД ($r = -0,38$) и выше сила мышц брюшного пресса ($r = 0,33$). Чем больше пропущено дней по болезни за учебный год, тем выше уровень тревоги ($r = 0,39$) и ниже скоростная выносливость в ТТ ($r = -0,49$).

Таким образом, обнаружена не только тесная взаимосвязь между параметрами социальной и психофизической адаптации студентов младших курсов, но и отрицательное влияние гипокинезии, курения и употребления алкоголя.

5. Анализ амбулаторных карт студентов

На основании медицинской документации университета был проведен анализ заболеваемости студентов. Установлено, что по структуре заболеваемости между студентами контрольной и основной групп существенных различий не обнаружено. Наибольшая доля забо-

леваний приходилась на нарушения опорно-двигательного аппарата и зрения. В основной группе эти заболевания составили около 20 ± 5 %, в контрольной группе – $25 \pm 4,81$ %. Основными причинами трудопотерь были простудные заболевания (грипп, ангина, острые респираторные вирусные инфекции). В основной группе эти заболевания составили в среднем $40 \pm 6,12$ %, в контрольной группе – $41 \pm 5,46$ %.

Для оценки *состояния сердечно-сосудистой системы* использовался метод Руфье, основанный на учете величины пульса, зафиксированной на различных этапах восстановления после нагрузки.

Результаты предварительного исследования основанного на применении пробы Руфье не показали достоверных различий в исходных состояниях студентов контрольной и основной групп. Средние результаты пробы Руфье составили для основной группы – $9,91 \pm 0,39$ и для контрольной группы – $10,34 \pm 0,39$

Показатели пульса у студентов различных групп брались приблизительно в одно время и при одинаковых условиях. В основной группе средний показатель пульса составил $80,22 \pm 1,65$ уд./мин. Брадикардия отмечалась у $3,13 \pm 2,18$ % основной группы, а тахикардия у $37,5 \pm 6,05$ %. В контрольной группе средний показатель пульса оказался равен $81,38 \pm 1,5$ уд./мин. У $2,47 \pm 1,72$ % контрольной группы была обнаружена брадикардия и $32,1 \pm 5,19$ % были подвержены тахикардии (табл. 29).

Таблица 29

Процентное распределение результатов пробы Руфье, $M \pm m$

Качественная оценка	Контрольная группа	Основная группа
Высокая	$2,47 \pm 1,72$	0
Хорошая	$11,11 \pm 3,49$	$17,19 \pm 4,72$
Посредственная	$44,44 \pm 5,52$	$43,75 \pm 6,2$
Удовлетворительная	$34,57 \pm 5,28$	$32,81 \pm 5,87$
Плохая	$7,41 \pm 2,91$	$6,25 \pm 3,03$

Средние показатели САД в основной группе составили $122,84 \pm 1,58$ мм. рт. ст., ДАД $71,16 \pm 1,01$ мм. рт. ст.. В контрольной группе данные систолического и диастолического давления составили соответственно $124,27 \pm 1,34$ и $73,14 \pm 0,82$ мм. рт. ст.

Анализ предварительного тестирования показал, что по результатам пробы Руфье достоверных различий в исходных состояниях студентов основной и контрольной групп не обнаружено. Данные исследования АД также значительно не различались и соответствовали средним нормативам для данного возраста. По показателям измерения пульса обе группы находились на одинаковом уровне. Однако обращает внимание относительно высокий процент студентов с частотой сердечных сокращений более 90 уд./мин. (тахикардия), $37,5 \pm 6,05$ % в основной группе и $32,1 \pm 5,19$ % в контрольной.

Исследование возможностей *дыхательной системы* осуществлялось с использованием проб с задержкой дыхания – проба Штанге и проба Генча.

Средний показатель пробы Штанге у студентов контрольной и основной групп составил, соответственно, $56,31 \pm 2,27$ с и $54,92 \pm 2,54$ с. Показатели этой пробы достоверно не различались в обеих группах (табл. 30, рис. 23).

Проба Генча (задержка дыхания на выдохе) косвенно характеризует устойчивость организма к гипоксии и гиперкапнии в крови, последнее является наследственно обусловленным. Средний показатель этой пробы достоверно не различался в обеих группах и составил в контрольной группе $32,06 \pm 1,45$ с, в основной группе $35,78 \pm 1,69$ с. Отличные результаты чаще встречались в основной группе. У представителей контрольной группы преобладали удовлетворительные показатели (табл. 31, рис. 24).

Процентное распределение результатов пробы с задержкой дыхания на вдохе (проба Штанге), $M \pm m$

Результат пробы	Контрольная группа	Основная группа
Отличный	55,56 $\pm$ 5,21	56,25 $\pm$ 6,2
Хороший	27,16 $\pm$ 4,94	25 $\pm$ 5,41
Удовлетворительный	17,28 $\pm$ 4,2	12,5 $\pm$ 4,13
Неудовлетворительный	0	6,25 $\pm$ 3,03

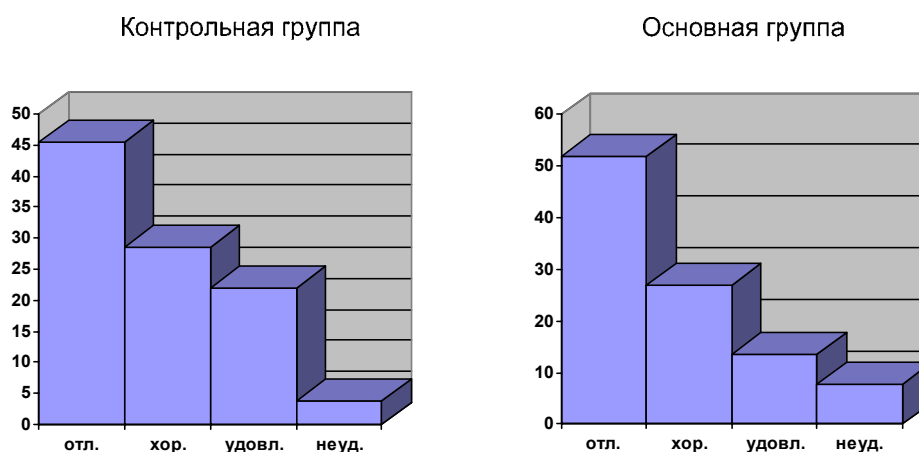


Рис. 23. Процентные показатели оценок пробы Штанге контрольной и основной групп.

Процентное распределение результатов пробы с задержкой дыхания на выдохе (проба Генча), $M \pm m$

Результат пробы	Контрольная группа	Основная группа
Отличный	23,46 $\pm$ 4,71	35,94 $\pm$ 5,99
Хороший	24,69 $\pm$ 4,79	26,56 $\pm$ 5,52
Удовлетворительный	43,21 $\pm$ 5,5	28,13 $\pm$ 5,62
Неудовлетворительный	8,64 $\pm$ 3,12	9,37 $\pm$ 3,64

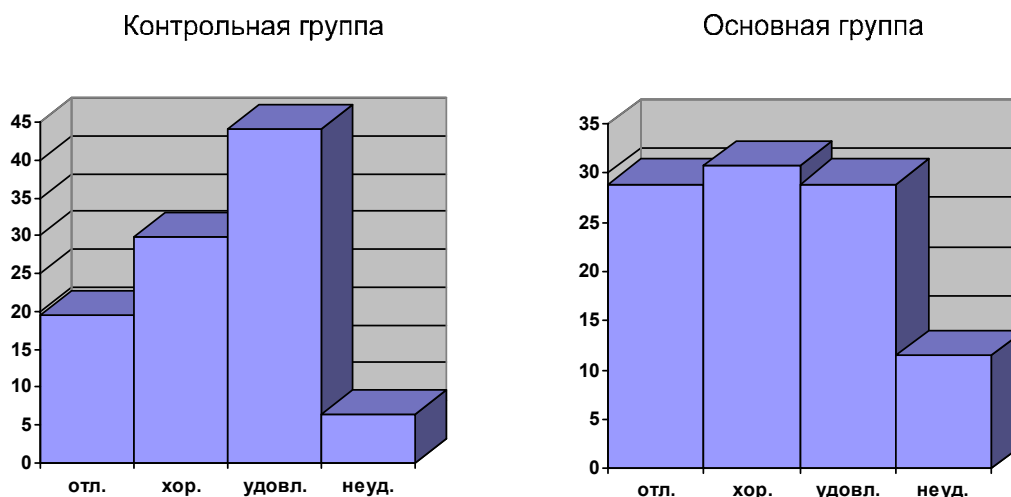


Рис. 24. Процентное распределение данных пробы Генча в контрольной и основной группах.

Исследования проб с задержкой дыхания показали, что по показателям проб Штанге и Генча между основной и контрольной группами достоверных различий не обнаружено.

Для определения *резервов нервной системы* исследуемых студентов через ее выносливость использовался теппинг-тест, основанный на изменении максимального темпа движений кистью руки в определенном промежутке времени.

Из рисунка видно, что графики работоспособности нервной системы основной и контрольной групп отличаются незначительно. Оба графика характерны для лица с нервной системой средней силы (рис. 25).

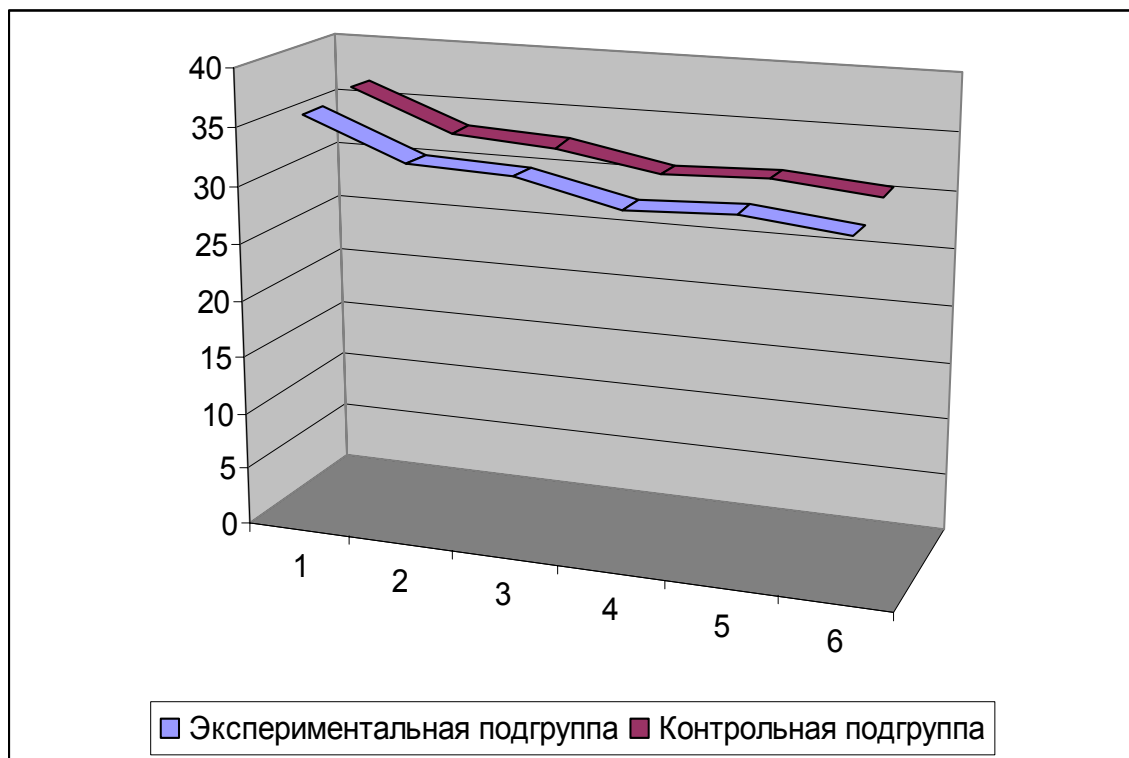


Рис. 25. Графики работоспособности средних показателей основной и контрольной групп.

Средние показатели частоты движений за каждые 5 секунд теста значительных различий между студентами основной и контрольной групп не обнаружили (табл. 32).

Таблица 32

Средняя частота движений студентов основной и контрольной группы, $M \pm m$

Время, с	Контрольная группа	Основная группа
0-5	36,58±0,49	35,97±0,49
5-10	33,15±0,49	32,41±0,51
10-15	32,57±0,42	32,03±0,41
15-20	31±0,41	29,97±0,35
20-25	31,27±0,39	30,53±0,46
25-30	30,59±0,42	29,59±0,41

Теппинг-тест показал, что по показателям выносливости нервной системы в начале исследования контрольная и основная группы находились на одинаковом уровне.

Жизнедеятельность человека происходит в условиях непрерывно меняющегося пространственно временного континуума вследствие равновесия с окружающей средой. *Ритмические*

изменения параметров физиологических функций являются общим биологическим законом и отражают как взаимодействия синхронизирующих систем, так и состояние организма в целом. Это позволяет использовать биологические ритмы в качестве критерия нормы и адаптационных возможностей организма. Выработанная в ходе эволюции временная последовательность взаимодействия функциональных систем организма обеспечивает нормальную жизнедеятельность, то есть адаптацию. По современным данным циркадианные ритмы представляются информативными в адаптационном аспекте. Характер циркадианных ритмов физиологических функций может определять ритм дневной активности и сна.

Выраженность утреннего, слабо выраженного утреннего, аритмического, слабо выраженного вечернего и вечернего типов работоспособности определялась на основании суммы баллов *опросника Хорна – Остберга* в модификации С.И. Степановой (табл. 33) с оценкой результатов по И.В. Венкиной (1999).

Таблица 33

Процентное распределение циркадианных типов работоспособности по данным опросника Хорна-Остберга, $M \pm m$

Хронотип	Основная группа	Контрольная группа
Утренний	0	1,24±1,23
Слабо выраженный утренний	6,25±3,03	6,17±2,67
Аритмический	79,69±5,03	74,07±4,87
Слабо выраженный вечерний	14,06±4,35	17,28±4,2
Вечерний	0	1,24±1,23

Результаты исследования показали, что в обеих группах преобладали лица с недифференцированным хронотипом (с дневным типом работоспособности или способные эффективно выполнять нагрузку умственного или физического характера в любое время дня). Среднее количество баллов в *тесте Хорна-Остберга* составило для контрольной группы – 61,9±1,05 баллов, для основной группы – 63,27±0,92 баллов. Достоверных различий в распределении хронотипов не наблюдалось.

Показатели ИМ при тестировании достоверно не различались. У студентов контрольной группы ИМ составила 59,67±1,3 с., основная группы 56,61±1,78 с.

Полученные результаты показали, что контрольная и основная группы существенно не отличались по биоритмологическим показателям.

Для изучения цветового предпочтения и *психологических особенностей* студентов использовался *тест М. Люшера* с вычислением позиций цветов по А.Х. Мельникову (1996) и тест Тейлора (1953).

Цветовой портрет студентов представлен в табл. 34, которая показывает, что индекс *теста Люшера*, определяющий степень выраженности психоэмоциональной напряженности, был достоверно выше в контрольной группе.

Показатели *теста Тейлора* и позиции цветов в обеих группах достоверно не различались.

Исследования по *тесту Тейлора* (табл. 35) показали, что между студентами контрольной и основной группы значительных различий не обнаружено. Большинство исследуемых относились к среднему уровню тревоги. Среднее значение показателей *теста Тейлора* составили в контрольной группе 11,67±0,72 и в основной группе 12,17±0,71 балла.

Таблица 34

Позиции цветов в тесте М. Люшера, $M \pm m$

Показатель / группа	Основная группа	Контрольная группа
Индекс ЦТЛ	0,93±0,14	1,53±0,17*
1 цвет	3,36±0,27	3,83±0,26
2 цвет	3,25±0,24	3,46±0,22
3 цвет	3,83±0,26	3,96±0,27
4 цвет	3,36±0,26	3,77±0,23
5 цвет	4,16±0,27	4,28±0,23
6 цвет	5,75±0,27	5,06±0,24
7 цвет	6,17±0,19	5,8±0,22
8 цвет	6,12±0,19	5,8±0,21
Баллы теста Тейлора	12,17±0,71	11,67±0,72

Примечание: * – при $P < 0,05$

Таблица 35

Процентное соотношение показателей теста Тейлора, $M \pm m$

Уровень тревоги	Основная группа	Контрольная группа
Низкий	7,81±3,35	13,58±3,81
Средний с тенденцией к низкому	68,75±5,79	58,02±5,48
Средний с тенденцией к высокому	21,88±5,17	25,93±4,87
Высокий	1,56±1,54	2,47±1,72

В связи с необходимостью найти различия в *исходном физическом состоянии* контрольной и основной группы, было проведено обследование студентов. Исходные характеристики оценивались по антропометрическим показателям и показателям двигательной подготовленности.

Антропометрические характеристики оценивались по показателям роста и веса. Статистически обработанные показатели представлены в табл. 36.

Таблица 36

Антропометрические показатели студентов, $M \pm m$

Антропометрические показатели	Основная группа	Контрольная группа
Рост	179,44±0,68	178,57±0,56
Вес	70,59±1,45	67,88±0,98

Полученные данные свидетельствуют о том, что уровень антропометрических показателей основной и контрольной групп достоверно не различался и соответствовал средним величинам.

Уровень двигательной подготовленности оценивался по результатам контрольных упражнений – бег 100 м, бег 1000 м, вис на перекладине. Гибкость оценивалась посредством наклона туловища вперед из положения сидя. Уровень динамической силовой выносливости определялся подниманием туловища из положения лежа на спине за 30 с. Средние показатели тестирования двигательной подготовленности представлены в табл. 37.

**Показатели тестирования двигательной подготовленности
студентов, $M \pm m$**

Упражнение	Основная группа	Контрольная группа
Бег 100 м	14,08 $\pm$ 0,07	13,97 $\pm$ 0,07
Бег 1000 м	233,2 $\pm$ 3,04	227,16 $\pm$ 3,28
Вис	39,97 $\pm$ 2,32	43,35 $\pm$ 1,51
Гибкость	10,48 $\pm$ 0,96	12,48 $\pm$ 0,93
Подъемы корпуса	23,29 $\pm$ 0,56	24,69 $\pm$ 0,51

Результаты свидетельствовали, что исходный уровень двигательных качеств, как в основной, так и контрольной группе достоверно не различался и характеризовался одинаково низким уровнем.

Проведенное обследование антропометрических показателей и показателей двигательной подготовленности позволило выявить некоторые общие особенности студентов обеих групп. У обследованного контингента выявлены последствия недостатка двигательной активности, проявившиеся в низких результатах контрольных упражнений. У студентов первого курса низкие показатели двигательной подготовленности, вероятно, могли быть связаны с недостаточной оздоровительной эффективностью школьных программ физической подготовки.

Резюме

Физическое совершенствование и воспитание студентов в период вузовского образования формируется на фоне развития физкультурных и спортивных интересов.

Относительно студенческой молодежи проблема физкультурных и спортивных интересов выступает в двух аспектах: *социологическом*, поскольку относится к общему процессу всестороннего развития личности и *медико-биологическом*, т.к. занятия физической культурой и спортом требует объективного контроля за состоянием здоровья занимающихся и планирования тренировочного процесса в видах спорта.

Изучение психофизического состояния студентов ВУЗов, являющихся основным поставщиком высококвалифицированных спортсменов для спорта высших достижений, показало необходимость коренного пересмотра школьных и вузовских программ физической подготовки молодежи. Вместе с тем, в результате проведенных многолетних исследований установлена тесная взаимосвязь и стойкая взаимозависимость между умственной и физической работоспособностью, подтверждающая весьма положительное влияние физических упражнений и занятий спортом на умственную работоспособность студентов.

Резервы большого спорта напрямую зависят от масштабных мероприятий по массовому внедрению физической культуры, созданию стойкой мотивации к этому, введению регламентов тестирования физической активности в период школьного и вузовского образования.

ГЕНЕТИКА И СПОРТ.
ПЕРСПЕКТИВЫ И РЕАЛИИ

При спортивном отборе определяются характеристики соревновательной деятельности спортсменов и необходимые качества, специфические для данного вида спорта, а затем производится поиск людей с соответствующими врожденными или приобретёнными особенностями.

При этом используются генетические и морфофункциональные методы, позволяющие описать как врожденные особенности, так и развитые в течение жизни комплексы его индивидуальных особенностей, определяющих его способности к определенному виду спортивной деятельности. Эти характеристики должны быть различными на разных этапах подготовки спортсмена, так как спортивный отбор – многоступенчатый процесс с изменяющимися требованиями к организму человека в ходе многолетней тренировки, учитывающий исходные показатели и динамику индивидуальных реакций спортсмена на предъявляемые нагрузки, скорость и мощность мобилизации функциональных резервов организма, выраженность и темпы проявления срочной и долговременной адаптации ко всему комплексу спортивной деятельности (Морозова Е.Б., Тараскина А.Е., Кострюкова Е.С., Генерозов Э.В., Кулемин Н.А., Ахметов И.И., Говорун В.М., 2014; Ахметов И.И., Габдрахманова Л.Д., Егорова Э.С., Мартыканова Д.С., 2015; Хакимуллина Д.Р., Хафизова Г.Н., Габдрахманова Л.Д., Ахметов И.И., 2015).

При спортивном отборе, и в организации тренировочного процесса важен учет наследственных факторов. Известно, что в наибольшей степени от генетических факторов зависят морфологические показатели организма человека, в меньшей степени – физиологические параметры, и в наименьшей – психологические признаки. Все физические качества генетически детерминируются более чем на 70 %.

Генетическому контролю подвержены преимущественно быстрые движения, требующие высоких скоростных свойств нервной системы: лабильности (скорости протекания возбуждения) и подвижности нервных процессов (смены возбуждения на торможение и наоборот). Высокая генетическая обусловленность выявлена также для качества гибкости.

Для показателей абсолютной мышечной силы генетические влияния выражены в меньшей степени. В наименьшей степени наследуемость влияет на показатели выносливости, длительную циклическую работу и ловкость (координационные возможности и способность формировать новые двигательные акты в процессе тренировки в необычных условиях).

Таким образом, наиболее тренируемые физические качества – ловкость и общая выносливость, а наименее тренируемые – быстрота и гибкость. Наследственные влияния на морфофункциональные особенности и физические качества человека зависят от периодов его развития. Различают критические и сенситивные периоды. *Критические периоды* характеризуются повышенной активностью генов, контролирующих развитие каких-либо признаков организма. В эти периоды происходит качественный и количественный скачок в развитии отдельных органов и систем. В результате появляется возможность адаптации к новому уровню существования организма и его взаимодействия со средой. *Сенситивные периоды* – это периоды снижения генетического контроля и повышенной чувствительности отдельных признаков организма к средовым влияниям, в том числе педагогическим и тренерским.

И.И.Ахметовым были пересмотрены некоторые положения догеномного периода для молекулярной генетики спорта. В программе «Психогенетика спорта» эти изменения учтены, а также, исходя из психологических знаний, уже в новую классификацию внесены дополнения (в структуру системных маркеров), видоизменены некоторые термины, определена прогностическая значимость психогенетического уровня тестирования в спорте. В ходе дальнейшего изложения нововведения конкретизированы, обоснована их целесообразность (Ра-

вич-Щербо И.В., Марютина Т.М., Григоренко Е.Л., 1999; Родионов А.В., 2002; Никонова Е.А., Родионов А.В., 2005).

На основе достижений молекулярной генетики спорта считается, что индивидуальные различия в степени развития тех или иных физических и психических качеств человека во многом обусловлены ДНК-полиморфизмами, то есть одни и те же гены у разных людей в зависимости от аллельного разнообразия могут «работать» по-разному. В соответствии с этим разработана новая классификация маркеров.

Фенотип, как генетическое понятие, в спорте означает особенности (признаки) организма. Существуют качественные (цвет глаз, группы крови) и количественные признаки. Физические и психические качества спортивной одаренности, относятся к количественным признакам. Для характеристики количественных признаков выделены два вида фенотипов:

- *конечные или завершённые фенотипы* в терминах молекулярной генетики спорта (Ахметов И.И., 2009), обозначают элитного стайера, элитного спринтера, рекордсмена мира, олимпийского чемпиона и др. В «Психогенетике спорта» он заменен на термин «совершенный фенотип» (Никонова Е.А., Родионов А.В., 2005), ибо спортивный талант – это событие, связанное с генетической одаренностью.

- *промежуточные фенотипы* разного уровня (плотность митохондрий, ударный объем сердца, максимальное потребление кислорода, темперамент и др.), которые формируют конечный фенотип. Все маркеры, располагающиеся по уровню выше, чем вариации в структуре ДНК (молекулярно-генетические) и крупные цитологические маркеры – относят к фенотипическим. *Фенотипические маркеры* (в догенотипический период именуемые «генетическими» в связи с высокой степенью наследуемости) представляют собой фенотипические признаки, в той или иной степени изменяющиеся под воздействием среды и проявляющиеся в полной мере в разные периоды онтогенеза. Аналогичный эффект можно наблюдать в период тренировочной и соревновательной деятельности у высококвалифицированных спортсменов.

Промежуточные фенотипические морфофункциональные маркеры в классификации И.И.Ахметова подразделены по уровню иерархии (ядерный, клеточный, тканевой, органный, системный), а маркеры системного уровня представляют единый перечень от индивидуальных до психологических характеристик (Ахметов И.И., 2009). Они могут быть подразделяться с учетом иерархии маркеров:

- *индивидуальные характеристики* (функциональные показатели, соматотип);
- *психофизиологический уровень* (предиктор психомоторной и интеллектуальной одаренности в спорте – особенности электроэнцефалограммы, вызванных потенциалов, функциональной асимметрии и др.);
- *психодинамический уровень* (свойства нервной системы, особенности темперамента);
- *психологический уровень* (сложные виды произвольных двигательных действий, интеллект, креативность, личностный профиль и др.).

Такая классификация системных маркеров отражает, как при возрастании иерархического уровня маркера в структуре человеческой индивидуальности – уменьшается степень его генетической детерминированности. Она может способствовать оптимальному выбору наиболее значимых фенотипических маркеров для разработки диагностических комплексов на основе ДНК-технологий, что зависит от цели исследования: выявление наследственных задатков или значения тренировочного процесса (влияние среды) для прогноза развития признака, и от специфики самого исследуемого признака (Родионов А.В., 2002; Ворошин И.Н., Ахметов И.И., Астратенкова И.В., 2007; Хакимуллина Д.Р., Кашеваров Г.С., Хафизова Г.Н., Габдрахманова Л.Д., Ахметов И.И., 2015).

«Генетическое тестирование» включает в себя:

- выявление генов, отвечающих за развитие признака;
- идентификацию в этих генах значимых полиморфизмов, которые определяют индивидуальные различия в развитии признака;
- разработку диагностического комплекса на основе ДНК-технологий для прогноза развития признака.

Комплексный подход терминологически характеризуется как необходимый объем тестирования разных уровней человеческой индивидуальности: от молекулярно-генетического до психологического, как «психогенетическое тестирование». Это позволяет формировать более объективную оценку значимости молекулярно-генетических методов.

Необходимо проводить два взаимодополняющих вида отбора (Сологуб Е.Б., Таймазов В.А., 2000):

- адекватный генетическим особенностям выбор спортивной специализации, структура соревновательной деятельности;
- многоступенчатое фенотипическое прогнозирование с пошаговой коррекцией и последовательным отбором на каждом этапе многолетней тренировки.

Сочетание этих двух видов отбора (*генетического* и *фенотипического*), умение специалиста реализовать тренировочную программу, в должной мере учитывающую индивидуальные способности, функциональные резервы и адаптационные возможности спортсмена – может обеспечить высокие результаты на уровне спорта высших достижений (Ахметов И.И., 2009).

Специалисты Всероссийского научно-исследовательского института физической культуры и спорта, изучающие генетические основы агрессивного поведения, оценили соотношение агрессивности спортсменов и их спортивные достижения. У спортсменов и в контрольной группе добровольцев в венозной крови определяли ДНК, применяя генетические маркеры, исследовали вариации нескольких генов, имеющих отношение к агрессивному поведению человека.

Роль серотонинового транспорта состоит в удалении *гена переносчика серотонина (5HTT)* из синаптической щели после передачи нервного импульса с одной нервной клетки на другую. Ключевой участок гена *5HTT* бывает «коротким» и «длинным», в зависимости от чего меняется активность белка. Было установлено, что носители двух «длинных» вариантов гена более агрессивны, чем носители двух «коротких», причем последние – более тревожны. Носителей двух «длинных» генов оказалось больше, чем в контрольной группе. Сделан вывод, что носители «длинных» вариантов гена *5HTT* – более успешны в занятиях спортом, чем носители «коротких». Они также были более психо-эмоционально устойчивыми. При этом зоны коры головного мозга, связанные с эмоциональностью, у носителей «длинных» и «коротких» генов работают по-разному.

Оказалось, что ген фермента деградации *дофамина* при точечной мутации снижает проявления агрессивности. Носители двух таких мутантных генов менее агрессивны, чем носители двух нормальных, они были более тревожны, застенчивы и чувствительны к боли. Определено, что агрессивность женщин-спортсменок связана с вариациями этого гена.

Мотивация и психоэмоциональный спортивный стресс становится мобилизирующим двигателем спортивных результатов, позволяя, при правильном балансировании стрессорных и антистрессовых механизмов, формировать элиту спорта высших достижений (Адайкин В.И., Брагинский М.Я., Еськов В.М., Русак С.Н., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., 2006; Хадарцев А.А., Морозов В.Н., Карасева Ю.В., Хадарцева К.А., Фудин Н.А., 2012; Хадарцев А.А., Фудин Н.А., 2015).

Возможности воспитания и тренировок в спорте – не беспредельны, их границы определены наследственной конституцией (генотипом) данного индивидуума. Роль генетической информации в оптимизации спортивных способностей начала изучаться недавно. Была установлена наследственная обусловленность роста по сравнению с массой тела. Определена наследственная предрасположенность в латентном периоде двигательной реакции, в скоростно-силовых тестах, в относительной силе мышц и максимальной частоте сердечных сокращений. Генетически обусловлены также анаэробные процессы. Анкетирование спортсменов высокого класса показало, что дети, достигшие успехов в видах спорта, требующих выносливости, родились в многодетных семьях, в которых дети рано становятся самостоятельными. Они настойчивы, целеустремленны, умеют организовывать свободное время. Факторы

среды играют важную роль во всех видах спорта, где необходимы настойчивость, трудолюбие, умение преодолевать трудности.

Изучены результаты исследования молекулярно-генетических маркеров, ассоциированных с предрасположенностью к занятиям различными видами спорта у 1423 спортсменов более чем по 35 видам спорта. Установлено, что анализ полиморфизма ряда генов можно использовать, как дополнение к существующей системе отбора спортсменов. Была расшифрована структура генома человека, из-за чего появилась возможность определения генетических маркеров развития физических качеств – совокупно с антропометрическими, физиологическими и биохимическими показателями, значимыми в условиях занятий спортом. Эти генетические маркеры являются вариантами генов, обеспечивающих индивидуальные различия в развитии фенотипических признаков. В России молекулярная генетика физической активности системно изучается в Казанском государственном медицинском университете, Санкт-Петербургском НИИ физической культуры, Всероссийском НИИ физической культуры и спорта, Уральском государственном университете. Ученые этих учреждений выявили более 20 маркеров физической успешности. Наиболее изучен полиморфизм генов *ACE*, *ACTN3*, *AMPD1*, *BDKRB2*, *HIF1A*, *MYF6*, *NFATC4*, *PPARA*, *PPARG*, *PPARD*, *PPARGC1A*, *PPARGC1B*, *PPP3R1*, *TFAM*, *UCP2*, *UCP3*, *VEGFA*, *VEGFR2*. Определены генетические маркеры быстроты, силы и выносливости в разных видах спорта (Ахметов И.И., 2009, 2010; Ahmetov I.I., Hakimullina A.M., Rogozkin V.A., Lyubaeva E.V., Vinogradova O.L., 2008; Maciejewska A., Sawczuk M., Cieszczyk P., Mozhayskaya I.A., Ahmetov I.I., 2012; Nasibulina E.S., Mustafina L.D., Akhmetova I.I., 2012; Wang G., Deason M., Lee R., Pitsiladis Y.P., et al., 2013). Вероятность достижения высоких результатов в видах спорта, требующих развития выносливости, силы, быстроты – повышается при увеличении количества аллелей, определяющих то или иное качество. Так, при наличии у спортсмена девяти и более аллелей выносливости из: *NFATC4 Gly160*, *PPARA rs4253778 G*, *PPARD rs2016520 C*, *PPARGC1A Gly482*, *PPARGC1B 203Pro*, *PPP3R1 51*, *TFAM 12Thr*, *UCP2 55Val*, *UCP3 rs1800849 T* и *VEGFA rs2010963 C* аллелей – он может стать стайером высокого уровня с вероятностью в три раза большей, чем при наличии меньшего числа аллелей. При наличии 3 и более аллелей быстроты и силы (каких либо из *HIF1A 5825er*, *PPARA rs4253778*, *PPARG 12Ala*, *PPARGC1B 203Pro* аллелей) вероятность добиться выдающихся успехов в видах спорта, требующих развитие силы и быстроты – в 2,4 раза большая, чем у лиц, имеющих меньшее число таких аллелей (Ахметов И.И., Хакимуллина А.М., Любаева Е.В., Виноградова О.Л., Rogozkin V.A., 2008; Ахметов И.И., Хакимуллина А.М., Попов Д.В., Миссина С.С., Виноградова О.Л., Rogozkin V.A., 2008; Shikhova J.V., Ahmetov I.I., Lyubaeva E.V., Astratenkova I.V., Vinogradova O.L., Rogozkin V.A., 2007; Ahmetov I.I., Mozhayskaya I.A., Rogozkin V.A., Lyubaeva E.V., Vinogradova O.L., 2008; Ahmetov I.I., Gavrilov D.N., Astratenkova I.V., Druzhevskaya A.M., Malinin A.V., Romanova E.E., Rogozkin V.A., 2013).

Резкое увеличение уровня гемоглобина у спортсмена на фоне обычных для него показателей – это может свидетельствовать о приеме запрещенного эритропоэтина. Выявление гипергемоглобинемии сопряжено с повторными исследованиями крови и мочи. По мнению И.И. Ахметова перспективно исследование всего 5 генов, уникально изменяющихся при приеме экзогенного эритропоэтина. Имеются отличия от эндогенного эритропоэтина, вырабатывающегося при высокогорных тренировках, или проживании на высокогорье. Такая методика получила название *транскриптомной*. Она доступная, что позволяет определить и гормон роста, и другие вещества. При этом составляются их молекулярные портреты. Биологический паспорт спортсмена скоро будет включать, кроме гематологического, эндокринологического, стероидного профилей, – также геномный, метаболомный и транскриптомный профили.

В работе по повышению выносливости и скоростно-силовых качеств в спорте важное внимание должно также уделяться антропометрическим показателям (антропологии), физиологии, психофизиологии, психологии, биохимии, кинезиологии (биомеханике).

Установлено в частности, что в практике подготовки спортсменов-единоборцев прогнозирование индивидуальных результатов осуществляется на основе морфофункциональных показателей, индивидуально-топологических параметров и результативности соревновательной деятельности. На основе теоретического осмысления даны практические рекомендации по прогнозированию индивидуальных достижений единоборцев (тхэквондистов, боксеров, кикбоксеров) на основе генетических критериев, генеалогических параметров, дерматоглифики, группы крови АВ0. На выборке более чем 2000 человек показано, что достижение определенного уровня мастерства связано с двумя типами спортсменов в единоборствах – быстро и медленно тренируемых. В период тренировок для достижения высокого уровня спортивных результатов имеет существенные индивидуальные различия генетически детерминированных признаков. Единоборцы с медленной тренируемостью на 4-6 лет позднее, чем быстро тренируемые, достигают высоты уровня квалификации, поэтому они считаются не перспективными. Тот или иной тип тренируемости обусловлен наследственными признаками, оцениваемыми с помощью генетических маркеров. К генеалогическим признакам, имеющим прогностическую ценность, относятся: преобладание лиц мужского пола среди родственников, количество спортсменов среди родственников, количество родственников-единоборцев или родственников занимающихся массовыми видами спорта. Информативные признаки для боксеров – I(0) группа крови, для тхэквондистов – III (B) группа крови. Проба Штанге и Генча дают большую устойчивость к гипоксии и гиперкапнии с быстрой тренированностью. Для быстро тренируемых тхэквондистов характерно явление функциональной асимметрии (доминирование правой руки, правой ноги и правого глаза). Для быстро тренируемых кикбоксеров одностороннее доминирование не характерно. Им же даны рекомендации по практическому использованию генетических критериев:

- быструю тренируемость боксеров можно прогнозировать у первенцев по рождению, с I (0) группой крови, имеющих большинство мужчин среди родственников 2-3 поколений; боксеры с медленной тренированностью более вероятны среди младших детей, имеющих больше сестер, чем братьев, из семей, в которых занимаются массовой физической культурой и общефизическими упражнениями.

- для тхэквондистов – также характерна быстрая тренируемость первенцев по рождению, с хорошими показателями проб Штанге и Генча; с односторонним правым типом доминирования моторных и сенсорных функций, с квалифицированными спортсменами – родственниками; медленно тренируемые тхэквондисты вероятнее всего находятся среди лиц со II (A) группой крови, родившиеся 2-3 –им ребенком в семьях, где родственники занимались тяжелым физическим трудом.

- быстрая тренируемость кикбоксеров прогнозируется при наличии ведущей правой ноги, преобладании мужчин во 2—3 ем поколении и наличии родственников, занимавшихся спортом в режиме единоборств. Медленная их тренируемость при одностороннем типе доминирования сенсорных и моторных функций и наличии ведущей левой ноги.

Показано, в частности, что в практике подготовки спортсменов-единоборцев прогнозирование индивидуальных результатов осуществляется на основе морфофункциональных показателей, индивидуально-топологических параметров и результативности соревновательной деятельности. Сделано теоретическое обоснование и даны практические рекомендации по прогнозированию индивидуальной успешности боксеров, кикбоксеров, тхэквондистов на основе генетических критериев генеалогических параметров, дерматоглифов, группы крови системы АВО. Экспериментальное исследование репрезентативных выборок показало, что достижение спортсменами определенного уровня мастерства связано с существованием 2-х типов спортсменов в ударных единоборствах – быстро и медленно тренируемых спортсменов.

Информативным признаком для выявления быстроты тренируемости являются: принадлежность к I(0) группе крови – для боксеров, II(A) – для тхэквондистов (с отрицательным знаком). При выборе специализации в спортивных единоборствах прогностически эффективным является групповая принадлежность крови по системе АВ0. Среди обследованных

боксеров преобладают лица с I(0) группой крови, среди кикбоксеров – с II(A) группой крови, среди тхэквондистов – с III(B) группой.

Измерение времени задержки дыхания на вдохе и на выдохе позволило установить то, что спортсмены с быстрой тренируемостью обладают значительно большей устойчивостью организма к гипоксии и гиперкапнии. Для подавляющего большинства тхэквондистов, обладающих быстрой тренируемостью, характерно проявление функциональной асимметрии в виде доминирования правой руки, правой ноги и правого глаза. Для кикбоксеров с быстрой тренируемостью характерным является отсутствие одностороннего доминирования.

Эти закономерности положены в основу разработанной и внедренной в практику системы информативных показателей – генетических факторов тренируемости.

При прогнозировании роста спортивного мастерства спортсменов-единоборцев, важно учитывать генетически обоснованные критерии:

- для спортсменов-боксеров можно прогнозировать быструю тренируемость в отношении первенцев по рождению, с I(0) группой крови. Предпочтительны лица, имеющие большинство мужчин в составе родственников 2-3 поколений.

Боксеров с медленной тренируемостью вероятнее всего искать среди младших детей, родившихся вторыми-четвертыми, имеющих больше сестер, чем братьев. Характерным для них также является наличие в составе семьи родственников, занимавшихся массовой физической культурой и стандартными видами спорта, преимущественно развивающих выносливость.

- для спортсменов специализации тхэквондо можно прогнозировать быструю тренируемость у первенцев по рождению. Спортивно-важными показателями для них являются генетически детерминированные хорошие анаэробные возможности, которые легко выявляются в тесте с задержкой дыхания на вдохе и на выдохе. Признаком быстрой тренируемости можно считать односторонний правый тип доминирования сенсорных и моторных функций - наличие ведущих правой руки, правой ноги и правого глаза. Быстро тренируемых тхэквондистов можно выявлять в семьях, в которых многие родственники являлись квалифицированными спортсменами, особенно в том случае, если они занимались спортивными единоборствами. Медленно тренируемых тхэквондистов вероятнее всего обнаружить среди спортсменов со II(A) группой крови, родившихся вторыми-третьими и др., а также при наличии у них родственников, занимавшихся тяжелым физическим трудом.

- для спортсменов кикбоксеров быструю тренируемость можно прогнозировать при наличии у них ведущей правой ноги и парциального типа доминирования в индивидуальном профиле асимметрии. Положительным прогностическим признаком также является преобладание мужчин в 2-3 поколениях семьи и занятия родственников массовой физической культурой. Особенно важно наличие в семье родственников-единоборцев. Медленную тренируемость кикбоксеров можно полагать в случае одностороннего типа доминирования сенсорных и моторных функций и наличия ведущей левой ноги.

Интегральной характеристикой двигательных возможностей являются двигательные качества, формирующие «подготовленность» спортсмена, как целостный эффект спортивной тренировки. При этом двигательные качества определяются по наличному уровню проявлению какой-либо стороны двигательных возможностей человека, независимо от обусловленности: природных задатков, их развития или знаний, умений, навыков. Это – причинная двойственность, заложенная в любом двигательном качестве, как природными задатками, так и тренировкой (Матвеев Л.П., 1991).

Понятие способности может быть основой прогнозирования достижения спортивных результатов новичками или спортсменами низших разрядов на будущее. Главным при отборе становится выявление потенциальных способностей, а не выявление двигательных качеств, что согласуется с принципами эффективного спортивного отбора. Таким образом, обосновывается положение, что спортивные способности, основанные на генетически обусловленных задатках, являются основой спортивной одаренности. Взаимоотношения морфофункциональных особенностей и двигательных способностей определяют спортивную одаренность и являются критериями при отборе спортсменов. Спортивная генетика, имеющая главную на-

правленность на решение задач спортивного отбора, накапливает эмпирические данные, использование которых дает понимание механизмов формирования спортивной одаренности и обуславливает выбор эффективных критериев перспективности спортсменов (Ахметов И.И., 2010).

Резюме

Перспектива использования молекулярно-генетических маркеров физических возможностей связана с целесообразностью их совместного использования с генетическими маркерами агрессивного поведения человека. Тем самым подтверждается важность психофизиологического компонента личности спортсмена. Физические и психические кондиции, основанные на генетической предрасположенности – являются базовыми в подготовке высококвалифицированных спортсменов, особенно рекордсменов.

УЛЬТРАФИОЛЕТОВАЯ СПЕКТРОФОМЕТРИЯ, КАК МЕТОД КОНТРОЛЯ, И ЛАЗЕРОФОРЕЗ, КАК СПОСОБ ДОСТАВКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ К ТКАНЯМ, ПРИ ЗАНЯТИЯХ СПОРТОМ

1. Ультрафиолетовая спектрофотометрия аутофлуоресценции тканей при метаболических и физических нагрузках

Способ УФ-спектрофотометрии аутофлуоресценции тканей оказался эффективным для оценки нарушений клеточного дыхания при физических и метаболических нагрузках. Для описания свечения биологических объектов используют ряд установившихся терминов и научных понятий. Так *под люминесценцией понимается излучение света атомами и молекулами вещества, предварительно переведенными в стационарное возбужденное состояние достаточной продолжительности (обычно 10^{-9} – 10^{-8} /с)*. Считается, что излучение света происходит порциями – квантами, при этом атомы или молекулы «скачком» переходят из одного состояния в другое, отдавая энергию возбужденному кванту. Каждому электронному состоянию соответствует своя форма электронного облака, своя электронная орбиталь. Молекулы стремятся находиться в состоянии с наименьшей энергией и электроны в основном состоянии распределены по орбиталям с наименьшей энергией. По принципу Паули на каждой орбитали находятся два электрона, которые имеют противоположно направленные (или спаренные) спины. При передаче молекуле энергии, один из спаренных электронов может перейти на энергетически более высокую молекулярную орбиталь, но через определенное время (период жизни) он возвращается на прежнюю обычную орбиталь. Такой переход в основное состояние сопровождается излучением кванта света, уносящим избыточную энергию и мы наблюдаем *люминесценцию* (Самойлов В.О., 2001).

Люминесценцию исследуют в спектре длин волн оптического излучения – от 1 нм до 1 мм. Глаз воспринимает длины волн от 0,38 до 0,78 мкм. Максимум дневного зрения приходится на 555 нм (колбочковое зрение), а на длинах 0,51 и 0,61 мкм чувствительность глаза уменьшается в 2 раза. Существуют методы анализа длин волн от 100 нм до 40000 нм. Сюда входят *ультрафиолетовая* (УФ), *видимая* и *инфракрасная* (ИК) области спектра.

Широкое распространение при исследовании живых систем получил метод собственной *ультрафиолетовой флуоресценции* (УФ) (*аутофлуоресценции*), живых клеток для оценки изменения их функционального состояния, разрабатывается с начала 60-х годов XX века для исследования клеток в живом состоянии.

В научной литературе часто используется термин *биoluminesценция* (БЛ), под которой понимается результат ряда биохимических реакций, механизм которых у разных видов одноклеточных и многоклеточных организмов включает в себя химическое превращение люциферина, катализируемое ферментом люциферазой. Полагают, что *биoluminesцентные системы* не закреплялись в филогенезе (т.е. эволюционно), и их возникновение у разных животных было независимым, чем обусловлены различия в характеристиках их свечения. И хотя каждая из *биoluminesцентных систем* формируется самостоятельно, исследователи нередко обнаруживают примеры сходства между ними. Такое положение объясняется общностью факторов питания, латеральным переносом генов или конвергенцией (совпадением) независимо развившихся признаков (Кидалов В.Н., Хадарцев А.А. и соавт., 2005).

В отличие от БЛ слабая *аутофлуоресценция*, возбуждаемая ультрафиолетовыми или световыми лучами, может быть исследована с помощью микроскопов-фотометров Е.М. Брумберга – И.Я. Барского. В этих приборах использованы решения квантомеханических уравнений Шредингера, по которым описываются волновые функции взаимодействий электронов и атомов испускающих свет молекул. Учтены также отличия *фосфоресценции* от *флуоресценции* (при *фосфоресценции* значительно больше время жизни возбужденного состояния (от 10^{-3} до 10 с), спектр более длинноволновый, а интенсивность свечения меньше), а также то, что при комнатной температуре большинство органических молекул не способны к *фосфо-*

ресценции, т.е. они *люминесцируют (флуоресцируют)*. Это свечение изучается методом счета фотонов с использованием *фотоэлектронного умножителя (ФЭУ)*, импульсного усилителя, счетчика импульсов и системы обработки информации. ФЭУ ловит фотоны и переводит их в электрические импульсы. Малые потоки порядка 10^{-4} – 10^{-10} лм обрабатываются с помощью градуированных ФЭУ и фотометров. В приборах нормированы основные условия измерений, так как любые материалы, в том числе и биологические, отличаются по коэффициентам пропускания, отражения, поглощения и рассеяния.

Основной вклад в УФ живых тканей вносят белки. Организм человека насыщен **белками первого класса**, содержащими *флуоресцирующие аминокислоты*: альбумин, пепсин, трипсин, хемотрипсин, лизоцим, глобулин, папаин, *мышечные белки* – актин, миозин, тропанин, ферменты – дегидрогеназы, фосфатазы, оксидазы, *гормоны* – АКТГ, гормон роста, тиреоглобулин, паратиреоидный гормон и другие флуоресцируют с преобладанием триптофановой компоненты. В меньших по числу **белках второго класса** (без триптофана), флуоресцируют в основном остатки тирозина. В сравнительно небольшом числе **белков третьего класса** (кальций связывающие миогены – парваальбумины, гепатокупреин) флуоресценция обеспечивается только фенилаланином.

Установлено, что интенсивной УФ обладают эпителиальные клетки всех типов, ядра которых флуоресцируют слабее, чем органеллы. Характер *флуоресценции* меняется в период эмбрионального и постэмбрионального развития. Нарушения обмена ионов кальция и магния в тканях организма способны приводить к изменению параметров *флуоресценции* клеток.

В животном организме существуют сильно флуоресцирующие, слабо и практически не флуоресцирующие клетки соединительной ткани. Среди клеток гемоиммунной системы в костном мозге наиболее интенсивно флуоресцируют мегакарициты и незрелые предшественники миелоидного ряда. Опухолевая трансформация приводит к заметным отличиям по ряду параметров *флуоресценции* от нормальных клеток. Слабо флуоресцирующими считаются зрелые клетки красного ростка крови (Краюхин А.В., 2005).

Отмечена тесная связь между параметрами естественной *флуоресценции* тканей с изменениями местного и системного иммунитета при заболеваниях с различной степенью морфологических изменений, как в органах, так и в гемоиммунной системе. Разнородные методы лечения могут влиять на параметры *флуоресценции*. Так, в практическую медицину внедряются методы лечения, использующие электромагнитные излучения, которые, наряду с изменением ряда функциональных показателей облучаемого объекта, вызывают также изменение собственной *флуоресценции* тканей. Миллиметровый диапазон *электромагнитного излучения (ЭМИ) крайне высоких частот (КВЧ)* отличается высокой эффективностью взаимодействия с различными структурами живого организма. Этот диапазон используется в КВЧ-терапии для лечения заболеваний пищеварительной, эндокринной, гемодинамической систем, а также дыхательной системы. Имеется ряд работ, показывающих чувствительность различных параметров *флуоресценции* к подобным и иным природным воздействиям. Несмотря на многочисленные литературные сведения до настоящего времени нет общепринятых практических рекомендаций по контролю за ответными реакциями организма на мышечно-нагрузочные и лечебные мероприятия. Многие существующие методики мониторинга состояния организма в настоящее время нуждаются в усовершенствовании, сокращении времени проведения тестирования без потери эффективности.

Определяющими в оценке функционального состояния организма и его реактивности могут стать ткани и системы, обеспечивающие такие проявления его жизнедеятельности, как защитные функции (покровные ткани) и *клеточное дыхание – биологическое окисление* (самые разнообразные ткани, особенно система крови и ее самая многочисленная клеточная компонента – *эритроциты*).

Даже прием пищи вызывает усиления свечения у разных лиц. При этом изменение интенсивности *флуоресценции* является равномерным и пропорциональным на всех длинах волн, поэтому не наблюдалось изменения параметра « ζ », отношения флавопротеидов к пиридиннуклеотидам.

Прием более обильной пищи в области *биологически активной точки* (БАТ) Лаогун при данной нагрузке по сравнению с пробным завтраком вызывает заметное (более чем на 7 %) усиление свечения. Однако и при этом сдвига максимума интенсивности свечения в сторону флавопротеидов, либо пиридиннуклеотидов, не отмечалось.

В одном случае пищевая нагрузка вела к некоторому снижению интенсивности флуоресценции кожи в зоне анатомической табакерки, то есть зафиксирован факт разнонаправленного изменения спектров *флуоресценции*: в зоне БАТ Лаогун эта нагрузка приводила к возрастанию интенсивности свечения, а в зоне анатомической табакерки – данный показатель снижался. В период последствия (через 10 минут после приема пищи) отмечена тенденция к снижению интенсивности *флуоресценции*, однако, полное восстановление этого показателя наблюдалось только через 30–40 мин.

При проведении исследований больных и здоровых людей, которые были участниками исследований с нагрузочными пробами Штанге, а также пробами с задержкой (гипоксический стимул) и форсированным дыханием, установлено следующее: легкая функциональная нагрузка, которая используется для определения жизненной емкости легких (максимальный вдох с последующим полным и глубоким выдохом) вызывала кратковременное изменение интенсивности *флуоресценции* покровных тканей (рис. 26).

Особый интерес в данной работе представляли параллельные исследования крови и *аутофлуоресценции* покровных тканей при значительных физических нагрузках, характерных для спорта высших достижений.

Проведено исследование спектров *аутофлуоресценции* покровных тканей и клеток крови до и после функциональной велоэргометрической пробы PWC-170 в течение 5 минут до наступления состояния анаэробного порога у испытуемого К. Одновременно регистрировались изменения конфигурации эритроцитов (табл. 38).

Таблица 38

Изменение спектра флуоресценции эритроцитов-дискоцитов у К. в период проведения велоэргометрической пробы

Контролируемый параметр	Перед пробой (фон)	Сразу после пробы
Интенсивность свечения и спектр свечения клеток с гармоничными пропорциями – дискоцитов (Д)	1,9 е.с. (100%)	2,2 е.с.(115,8%)
Интенсивность свечения стоматоцитов (СТ)	1,7 е.с. (100%)	1,4 е.с.(82,35%)
Интенсивность свечения эхиноцитов (ЭХ)	1,4 е.с. (100%)	1,4 е.с. (100%)
Интенсивность свечения пойкилоцитов и шизоцитов (П)	0,7 е.с. (100%)	0,6 е.с.85,70%)
Интенсивность свечения гемолизирующихся форм (сфероциты, клеточные тени) – ГФ	0,2 е.с. (100%)	0,2 е.с.(100%)
Форма клеток (по признакам количественной эритрограммы)	Д–62%, СТ–19%; ЭХ–5%, П–13%, ГФ–1%	Д–57%, СТ–15%, ЭХ –10%, П–15%, ГФ–3%

Как видно из приведенных данных эритроциты различных конфигураций отвечали на данную физическую нагрузку и УФ-возбуждение неодинаково.

Примененный в наших исследованиях подход позволял оценивать изменения *клеточного дыхания* после самых разнообразных функциональных проб. Это заключение сделано после нескольких серий исследований, при проведении проб Штанге, пробы с задержкой и форсированным дыханием. Установлено, что даже проба, которая используется для определения жизненной емкости легких (максимальный вдох с последующим полным и глубоким выдохом), способна изменять интенсивность *аутофлуоресценции* покровных тканей.

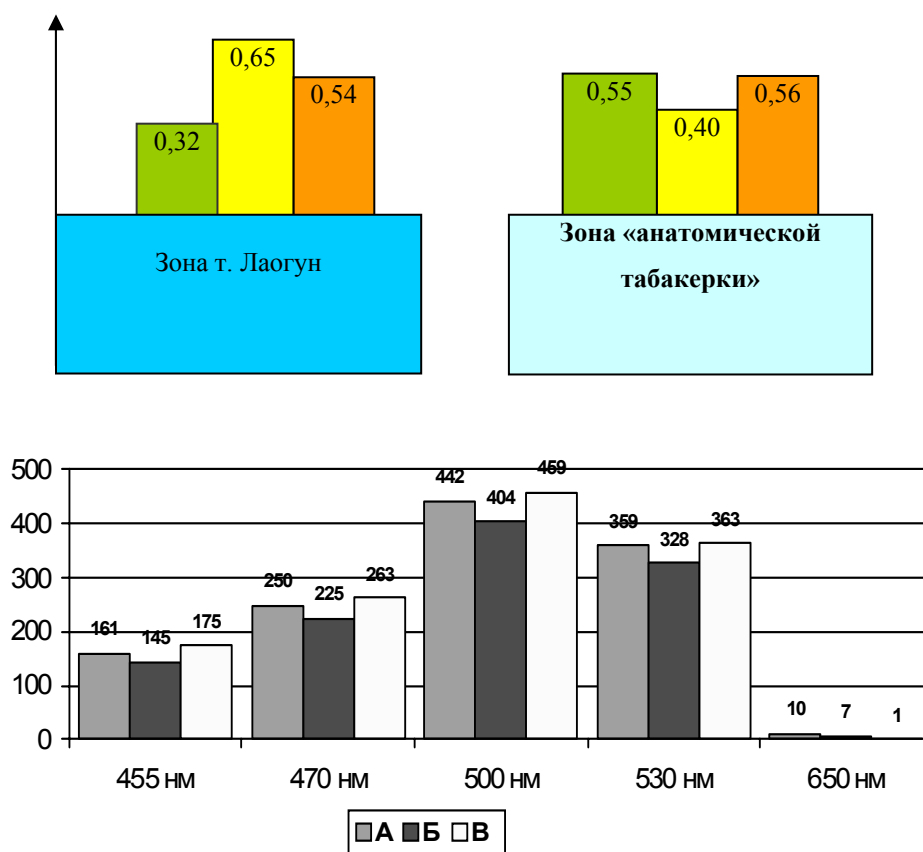


Рис. 26. Изменение спектров флуоресценции под влиянием форсированного вдоха и выдоха у Ку-ва В.Е.: А – фоновый спектр, Б – сразу после пробы, В – через 1 минуту

Другим видом функциональной нагрузки, которая существенно отражается на процессах дыхания вообще и *клеточного дыхания*, в частности, является дыхание газовой дыхательной смесью с составом газов, отличным от естественного воздуха.

При оценке изменений спектров *УФ-аутофлуоресценции* при проведении проб с дыханием измененными газовыми смесями ставилась задача оценки активности биологического окисления в тканях по В. Chance (1955). Регистрировали абсолютные интенсивности *флуоресценции* и отношение интенсивности *флуоресценции* НАДН (i 470 нм) к максимальному уровню *флуоресценции* для данного спектра, окисленных ФП (i 520–530 нм) при дыхании гипоксическими смесями.

Известно, что в условиях обычного ритма дыхания в выдыхаемом воздухе (смесь атмосферного и альвеолярного воздуха) содержится около 5,5 % CO_2 и 14,5 % O_2 и около 80 % азота при общем давлении в 1 атм. При этом парциальное давление кислорода 100–110 мм рт.ст. Парциальное давление этого газа в притекающей в легкие венозной крови меньше – 60–75 мм рт.ст. Эта разность давлений достаточна для диффузии в кровь 5–6 л кислорода в минуту даже при тяжелой физической работе. В покое в кровь поступает около 300 мл O_2 в минуту и этого количества вполне достаточно для обеспечения «запроса» организма к клеточному дыханию.

Биологически полезной энергией при этом считают энергию потока электронов, идущих с более высоких энергетических уровней на более низкие. Именно в этой ситуации под действием ферментов от молекул питательного вещества отнимаются протоны, а вместе с ними и электроны (дегидрирование). Электроны передаются на вещество-акцептор. Активация последующих в дыхательной цепи ферментов вновь ведет к отщеплению электронов и передаче их на следующее вещество-метаболит. Так происходит до тех пор, пока энергия электрона не израсходуется, либо она не окажется запасенной в виде химических связей АТФ. В любом случае, на последнем этапе кислород реагирует с ионами водорода и отдавшими энергию

электронами и превращается в воду, которая выводится из организма. Высвобождение энергии идет одновременно с этим процессом за счет распада сложных веществ до простых.

Расчеты Э. Болла показали, что при потреблении в состоянии покоя человеком $264 \text{ см}^3/\text{мин}$ O_2 каждому атому кислорода для образования воды требуется два атома водорода и два электрона. Поскольку каждую минуту в теле с окисляемых молекул веществ на кислород переходит около $2,86 \cdot 10^{22}$ электронов, то примерная сила тока на выходе «дыхательного конвейера» составляет около 76 А.

В представленной ниже серии экспериментов при дыхании испытуемых гипоксическими смесями, кроме наблюдений изменения клеточного дыхания по флуоресценции кожных покровов, исследовались показатели агрегации, регистрировались изменения конфигурации эритроцитов.

Изменения клеточного дыхания оценивались при 5-кратном (по 3 мин) проведении пробы с вдыханием обедненной кислородом смеси (10–11 % O_2) в покое и при проведении стандартизованных физических нагрузок. Регистрировали изменение *аутофлуоресценции* в участках локализации БАТ кисти и головы.

Проба проводилась по следующей схеме: вначале регистрировали *аутофлуоресценцию* (*клеточное дыхание*) без дополнительной физической нагрузки, а затем этот же процесс оценивался после дополнительной стандартной велоэргометрической нагрузки, используемой для определения анаэробного порога конкретного индивида.

В период проведения стандартной гипоксической пробы фоновый спектр был обычным для спектров свечения кожи. Спектр *аутофлуоресценции* после проведения данной пробы претерпевал равномерное снижение интенсивности *флуоресценции* на всех длинах волн на протяжении 1-ой, 3-ей и 5-ой минут исследования.

Параметры изменения флавопротеидов и пиридиннуклеотидов в этом опыте представлены в табл. 39.

В данном опыте отмечалось равномерное снижение интенсивности флуоресценции в течение всех 5 минут проведения пробы и неполное восстановление этих показателей через пять – десять минут после ее проведения (последствие).

Таблица 39

Динамика изменения флуоресценции кожи кисти в процессе проведения гипоксической пробы (I , у.е.)

Фон	1 мин.	3 мин.	5 мин.	6 мин.
$I_{465 \text{ нм}}$				
258	239	216	196	200
$I_{530 \text{ нм}}$				
218	212	183	175	173

В следующем эксперименте клеточное дыхание регистрировалось в течение 6 минут, проба проводилась через 15 мин. после велоэргометрической нагрузки, рассчитанной для регистрации анаэробного порога (табл. 40).

При этом отмечено выраженное снижение параметров клеточного дыхания на 1 минуте проведения гипоксической пробы: на второй минуте эти показатели несколько выросли, но оставались ниже на 15–20 %, чем при фоновом исследовании, на 3 минуте вновь зарегистрирована фаза снижения флуоресценции с последующей тенденцией к росту на 6 минуте.

Таблица 40

Динамика изменения флуоресценции кожи кисти в процессе проведения гипоксической пробы (I , у.е.)

Фон	1 мин.	2 мин.	3 мин.	4 мин.	5 мин.	6 мин.
$I_{465 \text{ нм}}$						
299	240	267	242	245	255	255
$I_{530 \text{ нм}}$						
267	206	222	207	208	210	212

Время проведения следующей гипоксической пробы было увеличено до 10 мин.

Результаты этого исследования также подтвердили неравномерность снижения клеточного дыхания в период проведения пробы (табл. 41).

Таблица 41

Динамика изменения флуоресценции кожи кисти в процессе проведения гипоксической пробы (I , у.е.)

Фон	2 мин.	4 мин.	6 мин.	8 мин.	10 мин.	Последствие
$I_{465 \text{ нм}}$						
280	246	266	237	233	250	276
$I_{530 \text{ нм}}$						
266	228	246	199	207	221	260

Непосредственно перед проведением гипоксической пробы осуществлялось воздействие максимальной физической нагрузкой на велоэргометре, вплоть до достижения анаэробного порога и оценивалась **разница** в интенсивности *флуоресценции* кожи кисти на длинах волн, характеризующих активность участия в дыхательной цепи НАД.Н и ФП (табл. 42).

Таблица 42

Динамика изменения разницы в интенсивности флуоресценции (ΔI) кожи на длинах волн 465 и 530 нм

Фон	1 мин.	2 мин.	4 мин.	5 мин.	6 мин.	7 мин.	8 мин.	10 мин.
ΔI								
57	48	52	59	44	58	53	93	47

Полученные данные показали, что параметры свечения кожных покровов, связанные с клеточным дыханием и обусловленные балансом окисления и восстановления пиридиннуклеотидов и флавопротеидов колеблются при проведении гипоксической пробы, удерживаясь примерно на одном уровне в течение до 7 минут. На восьмой минуте дыхания гипоксической газовой смесью наступает существенная разбалансировка в переносе электронов по дыхательной цепи, сопровождающаяся изменениями в интенсивности свечения кожи. Наблюдение за этими параметрами через 10 минут после процедуры показало, что полного восстановления их не произошло (ΔI колебалась в пределах 47–53 у.е.).

Анализ изменения клеточного дыхания кожных покровов кисти в трехфазном дыхательном цикле проведен в условиях, каждая фаза цикла состояла из 3 минутного дыхания газовой смесью с пониженным до 10 % O_2 с последующим перерывом в 1 минуту.

В результате на первом этапе (*первая фаза*) происходило снижение активности ферментов дыхательной цепи (интенсивность флуоресценции снизилась с 306 до 154 у.е. на длине волны 465 нм и со 288 до 143 у.е. на длине волны 530 нм. Во *второй фазе* – возникла тенденция к нормализации (повышение интенсивности флуоресценции до 260 и 250 нм на тех же длинах волн), однако и после третьего цикла полного восстановления показателей не наступало ($I_{\lambda-464\text{нм}} = 163$ у.е., $I_{\lambda-530\text{ нм}} = 159$ у.е.). В период последействия через 5 мин. после окончания всего цикла исследуемые показатели флуоресценции заметно возросли и превысили исходные на 5–8 %.

В ранний период последействия не наблюдалось полного восстановления исходных показателей свечения.

Результаты исследований показали, что дыхание газовой средой с пониженной концентрацией кислорода оказывает, как правило, угнетающее дыхание на процессы клеточного дыхания в периферических тканях (коже кистей рук). Восстановление этих процессов начинается сразу после прекращения гипоксической пробы и продолжается в течение 5–10 мин. Установлены индивидуальные особенности снижения клеточного дыхания. Они заключаются в разной скорости снижения интенсивности *аутофлуоресценции*, зависимой от процессов клеточного дыхания в период проведения гипоксической пробы.

В части проведенных опытов, одновременно с оценкой *аутофлуоресценции* покровных тканей была проведена оценка *реакции эритрона на проведение гипоксической пробы*.

Интерес данных наблюдений обусловлен тем, что эритроциты периферической крови активно участвуют в метаболизме аденозинтрифосфата, обеспечении процессов *клеточного дыхания* различных тканей и органов.

В пробном аутоэксперименте за 1 час до проведения этой пробы и сразу после неё (в течение 10 мин) производился забор периферической крови. При этом установлено, что после гипоксической пробы в *квантитативной эритрограмме* (КЭ) увеличилось число *эхиноцитов* на 10 %, за счет снижения преимущественно числа *дискоцитов*. Это наблюдения подтверждают данные других авторов об усилении трансформации дискоцитов в клетки иной конфигурации при гипоксии, развившейся в результате повреждений или заболеваний.

В следующем эксперименте проведена оценка изменений клеточного дыхания (*аутофлуоресценции*) и конфигурации эритроцитов при *гиперкапнии*.

Гиперкапния – может быть одним из важных факторов, приводящих к изменению функциональной активности дыхательной и других систем организма, его тканевого дыхания.

В наше время ее возникновение нередко является последствием изменения экологических условий, распространения курения («концентрированной» формы загрязнения атмосферного воздуха.). Так, во время затяжки температура тлеющего табака достигает 900–1100°. В результате горения и возгонки летучих веществ табака образуется около 4000 различных химических соединений, причем к главным газовым компонентам относятся двуокись и окись углерода.

Гиперкапния регистрируется у спортсменов циклических видов спорта при выполнении тяжелой физической работы, функциональные изменения больных с заболеваниями дыхательной системы в виде умеренной гиперкапнии выявляются в стационарах при велоэргометрии.

Вначале нами ставилась задача определить изменяется ли клеточное дыхание у людей при нахождении их в обычных условиях жизнедеятельности и при проведении в это время проб с задержкой дыхания, позволяющих вызывать кратковременное повышение CO_2 во внутренней среде организма.

Проведена простая гипервентиляционная проба с трехкратным глубоким вдохом и последующей задержкой дыхания на 1с после нее.

Проба вызывала увеличение стимулированной ультрафиолетовым излучением *флуоресценции* кожи ладони с 321 у.е. до 377 у.е. на длинах волн максимальной *флуоресценции* (494–

495 нм). Спектр *флуоресценции* оставался равномерным, т.е. после данной пробы не отмечалось неравномерного повышения активности какого либо одного (ФП или ПН) компонента в ДЦ.

При отсутствии предварительной гипервентиляции, при пробе Штанге получены иные результаты. Так при анализе флуоресценции зоны в центре «анатомической табакерки» левой кисти после 30 секундной задержки дыхания в одном случае отмечены не только сильное снижение интенсивности максимальной *флуоресценции* (с 419 у.е. до 360 у.е.), но и неравномерность снижения этого показателя на длинах волн 470 и 530 нм, характеризующих вклад в биоокисление в клетках НАДН и флавопротеидов. Так, снижение интенсивности свечения на длине волны 470 нм составило 97 у.е., а на длине волны – 530 нм – только 29 у.е. Через 2 минуты после пробы не происходило не только полного восстановления исходного уровня *флуоресценции*, но и асимметрии спектра.

Подобные, хотя и менее выраженные изменения после пробы Штанге получены при анализе флуоресценции центральной зоны ладони (т. Лаогун). При этом, восстановления спектра флуоресценции, следовательно, и процессов клеточного дыхания не наблюдалось и через 15 минут после данной пробы.

Воздействие гиперкапнии после велоэргометрической пробы (педалирования с нагрузкой до достижения не менее 2/3 анаэробного порога) оценивалось по данным автоматического анализа выдыхаемых газов и регистрации функциональных данных сердечно-сосудистой системы.

По достижению этой величины испытуемым предлагалось продолжить педалирование, но дышать уже не атмосферным воздухом, а возвратной газовой смесью из резинового мешка куда производился выдох и откуда поступал воздух в легкие при вдохе. Максимальная концентрация CO_2 в мешке достигала 8,5%, а содержание кислорода снижалось до 15 %.

При наблюдении за мужчинами, которым проводилась данная проба установлено, что возвратное дыхание обогащенной CO_2 смесью после велоэргометрической нагрузки вызывает умеренное снижение флуоресценции кожи на всех контролируемых длинах волн.

На рис. 27 представлены результаты изменения интенсивности *флуоресценции* в процессе гиперкапнической пробы у одного из пациентов.

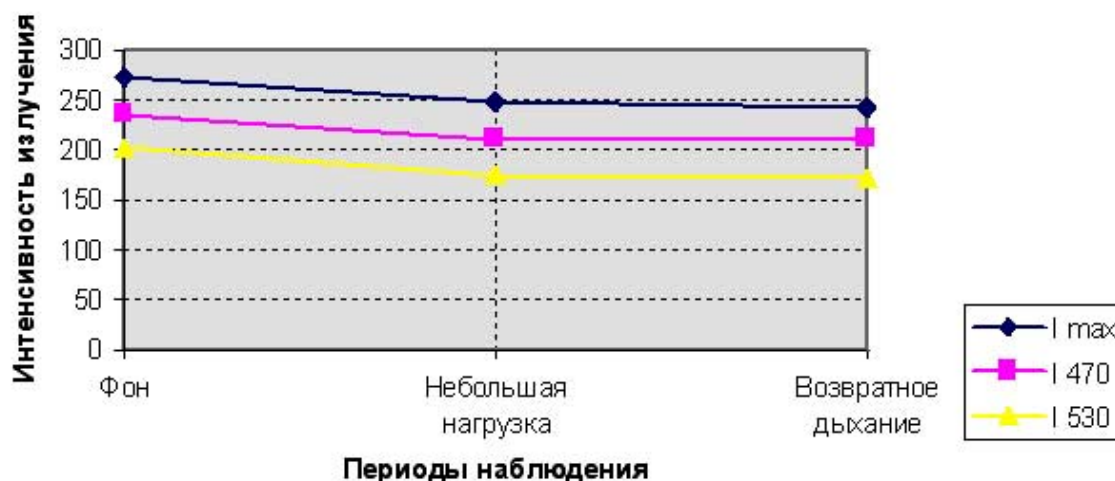


Рис. 27. Изменение флуоресценции в т. Лаогун в процессе гиперкапнической пробы

Изменение параметров флуоресценции в течение всей подобной велоэргометрической пробы с возвратным дыханием у испытуемого представлено в табл. 43.

Изменение тканевого дыхания у мужчины среднего возраста в процессе проведения велоэргометрической пробы совместно с возвратным дыханием из резинового мешка (*I*, у.е.)

λ , нм	В покое	Нагрузка – 2/3 анаэробного порога	Нагрузка совместно с возвратным дыханием (начало)	1-я мин. гиперкапнии	2-я мин. гиперкапнии	3-я мин. гиперкапнии
490	317	315	474	371	356	344
465	263	259	435	329	286	276
470	284	274	448	355	310	302
505	302	296	399	350	333	316
530	223	225	283	260	253	240

Как следует из таблицы, начало возвратного дыхания у испытуемого характеризовалось заметным усилением биоокисления в клетках, которое по мере продолжения гиперкапнического воздействия заметно снижалось.

На третьей минуте наиболее выраженным оно оказалось на $\lambda = 470$ нм (на 144 у.е. ниже, по сравнению с началом пробы). Наоборот, на $\lambda = 530$ нм оно оказалось наименьшим (43 у.е.), что отражает разную степень участия в адаптации к гиперкапнии пиридиннуклеотидов и флавопротеидов.

Несколько иная реакция *аутофлуоресценции* в аналогичной гиперкапнической нагрузке наблюдалась у женщин. Так при достижении анаэробного порога при велоэргометрической пробе у них имело место снижение на 20–30 % интенсивности свечения и возрастание асимметрии спектра по сравнению с мужчинами. Максимум *флуоресценции* при этом сдвигался к 470 нм. После возвратного дыхания из мешка при концентрации CO_2 во вдыхаемой газовой смеси – 2,5 % отмечалось равномерное снижение интенсивности *флуоресценции* на всех контролируемых длинах волн, что может свидетельствовать о снижении потокового транспорта электронов и протонов на всех этапах «дыхательного конвейера» в контролируемом участке покровной ткани.

Параллельно у всех испытуемых была проведена оценка реакции эритроцитов периферической крови на проведение вышеуказанной пробы. В доступных нам источниках подобных исследований не обнаружено.

Установлено, что в КЭ заметно увеличилось число *эхиноцитов* (на 14 %) и *стоматоцитов* (на 45 %), за счет трансформации в них *диско-тороидальных* клеток. Это наблюдение позволяет высказать предположение, что повышение концентрации в крови углекислоты является фактором, заметно усиливающим процессы обратимой трансформации эритроцитов. Установление взаимосвязей между насыщением крови кислородом и углекислым газом, клеточным дыханием, трансформацией и ультраструктурными изменениями в системе *эритрона* возможно и перспективно для будущих исследований при координации электронно-микроскопических, биохимических и биофизических исследований. Одновременно отмечено изменение некоторых характеристик в спектрах *аутофлуоресценции* клеток крови, которые были близкими к описанным выше при проведении пробы PWC-170.

Эти данные свидетельствуют о том, что гиперкапния является существенным фактором, изменяющим клеточное дыхание в тканях и клетках крови макроорганизма.

В эксперименте за 60 мин до проведения гиперкапнической пробы и через 10 мин после нее из прокола пальца осуществлен забор крови и проведена оценка КЭ.

Установлено, что, также как и после гипоксической пробы, при гиперкапнической пробе, в КЭ заметно увеличилось число *эхиноцитов* (на 14 %) и *стоматоцитов* (на 45 %), за счет трансформации в них *диско-тороидальных* клеток. Это наблюдение позволяет высказать предположение, что повышение концентрации в крови углекислоты является фактором, за-

метно усиливающим процессы обратимой трансформации эритроцитов-дискоцитов в стоматоциты и эхиноциты. Аутофлуоресценция этих клеток оказалась заметно (на 30–45 %) сниженной по сравнению с фоновым обследованием. Для эхиноцитов было характерным свечение мембраны в области шипов. У пойкилоцитов отмечалось еще более выраженное снижение интенсивности естественной флуоресценции (в 2–3,5) раза, по сравнению с дискоцитами и эхиноцитами на длинах волн 450–525 нм.

Дополнительное наблюдение касалось оценки аутофлуоресценции тканей живого организма под влиянием физического фактора, сочетающего в себе волновые и механические механизмы воздействия – ультразвука (УЗ).

Проводилась оценка изменений спектров флуоресценции кожи левой и правой кисти под влиянием воздействия УЗ в зонах кожи ладоней (зона БАТ Лаогун) и тыла кистей (проекция той же БАТ) обеих рук. На указанные зоны в течение 1 минуты осуществлялось ультразвуковое воздействие при помощи распространенного физиотерапевтического генератора УЗ «БРИЗ-1».

Вначале снимались исходные показатели (спектры свечения – фоновые), затем названные участки кожи облучались УЗ от аппарата БРИЗ-1 и сразу после этого записывался спектр свечения (опыт, проба). Затем на протяжении 3–5 минут через каждую минуту записывались спектры последействия.

Результаты исследования показали, что избранные участки кожи на правой и левой кистях отличались по интенсивности свечения не более чем на 3–4%. Результаты пробы с воздействием УЗ на правую кисть представлены в табл. 44.

Как следует из данных этой таблицы, короткое ультразвуковое воздействие на локальные кожные участки приводит к волнообразным изменениям интенсивности свечения кожи в ультрафиолетовых лучах, выражающихся в увеличении, а, затем в снижении интенсивности аутофлуоресценции, с возвращением к исходному уровню в течение 5 минут. Наблюдается также тенденция к неодинаковой «стимуляции» активности или чувствительности к УФ-возбуждению молекул пиридиннуклеотидов и флавопротеидов, на что указывает смещение максимума свечения в спектре на 4 нм в области БАТ Лаогун и на 17 нм на тыле кисти в проекции этой же точки.

Таблица 44

Изменение спектра свечения кожи ладоней под влиянием УЗ (I – у.е.)

Зона исследования длины волн	455 нм	470 нм	530 нм	585 нм	650 нм	λ_{max} , нм	I_{max}
Фон: БАТ Лаогун	235	319	399	129	18	495	500
Фон: тыл кисти	132	173	211	70	0	503	257
Проба: БАТ Лаогун	250	354	414	124	1	498	511
Проба: тыл кисти	109	143	173	49	0	502	240
П/д 1 минута: БАТ Лаогун	209	298	368	105	1	496	450
П/д 1 минута: тыл кисти	112	153	197	56	0	500	247
П/д 3 минута: БАТ Лаогун	247	348	419	125	3	499	511
П/д 3 минута: тыл кисти	128	161	197	61	0	494	250
П/д 5 минута: БАТ Лаогун	237	322	403	127	12	495	500
П/д 5 минута: тыл кисти	130	170	207	68	0	502	256

Во второй части данного исследования проведена оценка возможности регистрации эффектов УЗ-облучения заданных участков поверхности тела, расположенных на удалении от места воздействия УЗ.

В одном из исследований УЗ-воздействию в течение 1 минуты подвергали участок лба над переносицей (зона «третьего глаза»), а также на участок в верхней части правой голени

(зона проекции БАТ «Точка жизни»). Регистрация изменений спектров свечения проводилась на удалении от этих мест – на ладони правой кисти (проекция БАТ Лаогун и проекции ее на наружной поверхности кисти).

Данные наблюдения подтвердили возможность и удобство регистрации ответных реакций организма на воздействие УЗ на различные участки тела. Подтверждена возможность выявления индивидуальных особенностей флуоресценции, показано, что различные зоны воздействия УЗ могут вызывать отличающиеся по интенсивности ответные реакции свечения на удалении от места воздействия (табл. 45). Кроме того, при расширении наблюдаемого участка длин волн флуоресценции с 450–650 нм до 450–800 нм в этих опытах проявляется вторая зона флуоресценции от 705 до 780 нм, вероятно связанная со свечением порфиринов (рис. 28).

Свечение порфиринов в настоящее время также начинает использоваться в лабораторно-диагностической практике, в частности при использовании фотодинамической терапии различных опухолей.

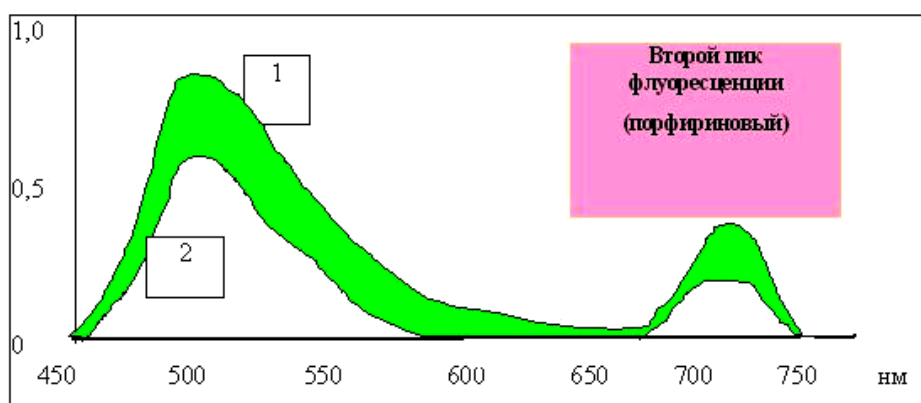


Рис. 28. Второй пик флуоресценции биосубстратов кожи: 1 – фоновый спектр флуоресценции зоны БАТ Лаогун; 2 – то же после воздействия ультразвука

Таблица 45

Оценка изменений свечения участков поверхности тела на удалении от места воздействия ультразвуком. Воздействие в течение 60 секунд на участке лба над переносицей

Время исследования /длины волн	455 нм	470 нм	530 нм	585 нм	650 нм	$\Delta_{\max}$, нм	$I_{\max}$
Воздействие УЗИ на область правой голени (в послеобеденное время)							
Фон: БАТ Лаогун	100	143	188	41	0	500	242
Проба: БАТ Лаогун	84	128	166	33	0	499	213
П/д 1 минута: БАТ Лаогун	56	84	116	20	0	499	149
П/д 3 минута	73	109	141	26	0	501	186
П/д 5 минута	100	143	188	41	0	500	242
Воздействие УЗИ на область лба (в дообеденное время)							
Фон: БАТ Лаогун	190	275	350	117	34	499	432
Фон: тыл кисти	57	70	77	31	9	499	96
Проба: БАТ Лаогун	171	240	314	97	18	501	391
Проба: тыл кисти	58	68	80	33	13	500	101

При обследовании кожных покровов головы, тела, кистей рук и клеток крови более 200 больных и здоровых людей, как и в экспериментах с растениями и животными подтвержден факт *киральности* в отношении спектров *аутофлуоресценции* различных участков покровных тканей. Подтверждены наблюдения, что у здоровых людей в симметричных точках ле-

вой и правой руки спектры свечения имели сходный профиль, но интенсивность свечения справа и слева отличались на 2–3 % (рис. 29).

Интересными оказались изменения *флуоресценции* покровных тканей в процессе гирудотерапии.

Обнаружено изменение интенсивности свечения кожной поверхности в примыкающей к ранке зоне (ногтевая фаланга третьего пальца кисти) и в зоне ногтевой фаланги интактного четвертого пальца. На третьем пальце параметр « ξ » (отношение интенсивности флуоресценции на длине волны 530 нм к интенсивности свечения на длине волны 455 нм) уменьшился через 45 мин сосания крови пиявкой с 0,61 до 0,48, таковым он оставался и через час после снятия пиявки, а через 3 часа после процедуры возрос до 0,73.

На четвертом пальце этот параметр претерпевал малозаметные изменения, лишь с тенденцией снижения его величины во время и после процедуры гирудотерапии.

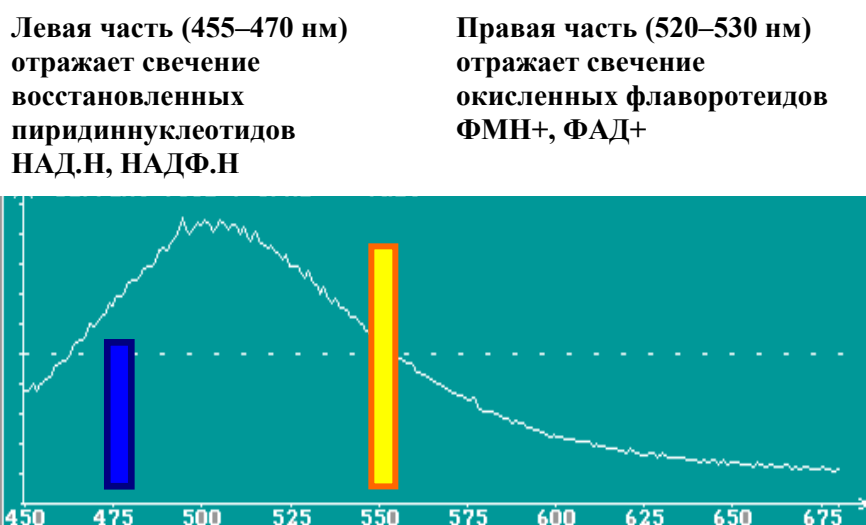


Рис. 29. Флуоресценция кожи: верхняя линия – свечение кожи здорового человека в центре правой ладони (т. Лаогун справа), нижняя линия – спектр флуоресценции кожи в точке Лаогун левой кисти

Различия в динамике изменения параметра « ξ » в процессе насасывания крови в месте воздействия пиявки и на отдалении представлены в табл. 46.

Таблица 46

Изменение параметра « ξ » в процессе насасывания крови пиявкой вблизи зоны присасывания палец (3-й) и вдали от нее (4-й палец кисти руки)

Файл	4-й палец, « ξ »	3-й палец, « ξ »
Фон	0,61	0,55
Начало сосания	0,65	0,63
Конец сосания	0,48	0,56
через час	0,48	0,46
через 2 часа	0,48	0,56
через 3 часа	0,73	0,46

Параллельно с оценкой *аутофлуоресценции* кожи проведены исследования изменений периферической крови у больного с дерматозом в области обеих стоп (использовалась телевизионная микроскопия микрообъектов). Установлено, что перед началом постановки пиявки в крови испытуемого преобладали клетки дискоидной и стоматоцитной конфигурации, а через три часа после начала процедуры и через два часа после съема пиявки в крови увеличилось число овалоцитов и монополярно вытянутых клеток. Это наблюдение свидетельствует о мембранотропном действии гирудина пиявки и его способности влиять на сократительные белки мембран эритроцитов.

При двукратном обследовании ряда испытуемых (в начале оздоровительного цикла и через несколько дней после его окончания) выявлены следующие новые факты:

При первом обследовании отмечена асимметрия в показателях I_{max} слева и справа в центре ладони и в зоне здорового и больного локтя на 19 %, и на 4 % в показателе ζ . При повторном исследовании заметного изменения спектра флуоресценции не обнаружено. При первом обследовании изменения интенсивности флуоресценции в процессе проведения пробы Штанге превышали 10 % от исходной величины. При втором обследовании после цикла занятий отмечено снижение исходной интенсивности флуоресценции на 7–9 %, а, кроме того, выявлены изменения динамики свечения кожных покровов по сравнению с первым обследованием.

Так, в процессе проведения пробы Штанге и в период последствия, в фоновом исследовании (контроль) интенсивность свечения снижалась с 511 е. до 436 е. После цикла занятий (опыт) имело место повышение I_{max} с 448 е. до 480 е. Следовательно, после проведенного цикла занятий, обнаружены изменения алгоритма биоокисления (в пробе с задержкой дыхания).

В другой группе после проведенного цикла отмечено улучшение общего самочувствия и повышение устойчивости к физическим нагрузкам. Снизилась асимметрия в I_{max} с 11 % до 4 % в центральных зонах ладоней. Исчезла асимметрия в I_{max} между правым и левым симметричными краями щитовидной железы, причем над щитовидной железой этот показатель вырос в 2,4–2,5 раза. При повторном проведении пробы Штанге отмечены различия в направленности изменений параметра ζ . При фоновом проведении пробы в период последствия он увеличивался, а при повторном проведении – снижался. Таким образом, отмечен эффект неодинаковых изменений клеточного дыхания после проведения оздоровительного цикла на разных участках поверхности тела.

После цикла занятий отмечено исчезновение асимметрии в спектре свечения в точках Лаогун слева и справа. Обнаружена также инверсия I_{max} в симметричных воспаленных участках суставов больших пальцев кистей рук.

Реакция на пробу Штанге при первом и втором обследовании оказалась однотипной: в период последствия снижались уровни максимума флуоресценции и параметр ζ . Дополнительно проведенное дыхательное упражнение по Вилунасу показало, что этот тип дыхания по показателям флуоресценции отличается от нагрузочной пробы с задержкой дыхания по Штанге. Так после пробы Вилунаса в период последствия произошло возрастание I_{max} , а параметр ζ возвратился к исходному уровню.

Полученные данные позволяют оценивать индивидуальность и особенности ответных реакций систем, ответственных за клеточное дыхание у конкретного человека при проведении однотипных курсов оздоровления. Возможно, что в основе таких особых индивидуальных реакций пациентов лежат информационные процессы.

Полученные данные свидетельствуют о реальной возможности и перспективности исследования *аутофлуоресценции* живых тканей и клеток организма в целях мониторинга за функциональным состоянием и состоянием здоровья людей, а также лиц, занимающихся физической культурой и спортом.

Живые биообъекты дают асимметричный спектр свечения большой интенсивности свечения. Обнаружены особенности спектров флуоресценции растительных и животных тканей.

Диапазон длин волн видимого света аутофлуоресценции в данном исследовании был условно разделен на следующие цветовые поддиапазоны: фиолетовый – 390–440 нм, синий –

440–480 нм, голубой – 480–510 нм, зеленый – 510–550 нм, желто-зеленый – 550–575 нм, желтый – 575–585 нм, оранжевый – 585–620 нм, красный – 620–770 нм.

При исследовании кожи представителей белой и негроидной рас установлен факт более высокой интенсивности (на 5–15 %) аутофлуоресценции кожи человека белой расы во всех исследуемых участках тела. Исключением оказались участки кожи ладоней в области проекции биологически активных точек Лаогун. Спектры флуоресценции этих участков оказались практически одинаковыми у представителей обеих рас.

Сравнение аутофлуоресценции кожи в симметричных участках тела у здоровых людей проведено у 18 мужчин и 14 женщин среднего возраста, условно здоровых. Установлено, что интенсивность свечения симметричных участков кожи поверхности головы, туловища, верхних и нижних конечностей идентична. При исследовании ушной раковины интенсивность свечения симметричных участков кожи отличается на 4–6 % у одних и тех же людей, независимо от пола.

В сегментах тела, как на передней, так и на задней поверхности имеет место более высокий уровень *аутофлуоресценции* в верхней (головной) и несколько сниженный уровень *флуоресценции* в нижней (ножной) области сегмента. При измерении спектра *флуоресценции* на ушной раковине в верхней части ладьевидной чаши I_{max} составила $160 \pm 2,5$ е., в ее центре I_{max} составила $135 \pm 3,5$ е., а в центре мочки ушной раковины – I_{max} составила $115 \pm 3,5$ е. Учитывая, что в область мочки уха проецируется голова, а в области верхушки ушной раковины – нижняя часть тела (о чем свидетельствуют данные аурикулопунктуры (Бецкий О.В., 1998), то полученные данные подтверждают результаты измерений.

При исследовании верхней конечности интенсивность свечения I_{max} в центре ладонной поверхности на сгибе запястья составила $200 \pm 7,1$ е., а в центре ладони $160 \pm 7,2$ е.

Проведена оценка особенностей спектров аутофлуоресценции лейкоцитов, эритроцитов и тромбоцитов человека ($n = 71$).

Установлено, что по интенсивности аутофлуоресценции исследованные клетки можно расположить в следующем порядке (от высокой интенсивности свечения к низкой): лейкоциты крови, эритроциты. Установлен ряд особенностей, характерных для свечения эритроцитов, по отношению к клеткам других тканей. Учитывая, что эритроциты эволюционно специализировались на газообменных функциях, прослежены изменения конфигурации, ультраструктуры клеток.

Исследования релаксационных процессов крови здоровых лиц ($n=47$) показали, что в течение суток эритроциты-*дискоциты* (рис. 30, 31) медленнее превращались в *эхиноциты* (рис. 32) в препаратах типа «раздавленная капля» с доступом к ним воздуха и быстрее (*эхиноцитов* оказалось больше в 9 раз, $P = 0,001$) в герметизированных препаратах, в которых доступ к клеткам кислорода извне был исключен. Помещение тех же проб крови на 30 мин. в барокамеру при $pO_2 = 0,25$ Мпа замедляло переход *дискоцитов* в *эхиноциты*.

В барокамеру на 90 мин. помещали гепаринизированную кровь 14 здоровых мужчин и подвергли эти пробы воздействию сжатого кислорода. Пробы извлекали для анализа через 30, 60 и 90 мин.

При воздействии в течение 90 мин. на кровь сжатого кислорода с $pO_2 = 0,7$ Мпа установлено выраженное дисгармонизирующее влияние этого режима на эритроциты. Число *дискоцитов* достоверно понизилось до 18 % (норма – 62 %), а число *стоматоцитов* и *пойкилоцитов* увеличилось, соответственно, до 68,55 % и 12,56 %. Большая часть эритроцитов-*дискоцитов* подверглась трансформации до *пойкилоцитов* и *шизоцитов*, что свидетельствует о почти полном исчерпании их трансформационного запаса.

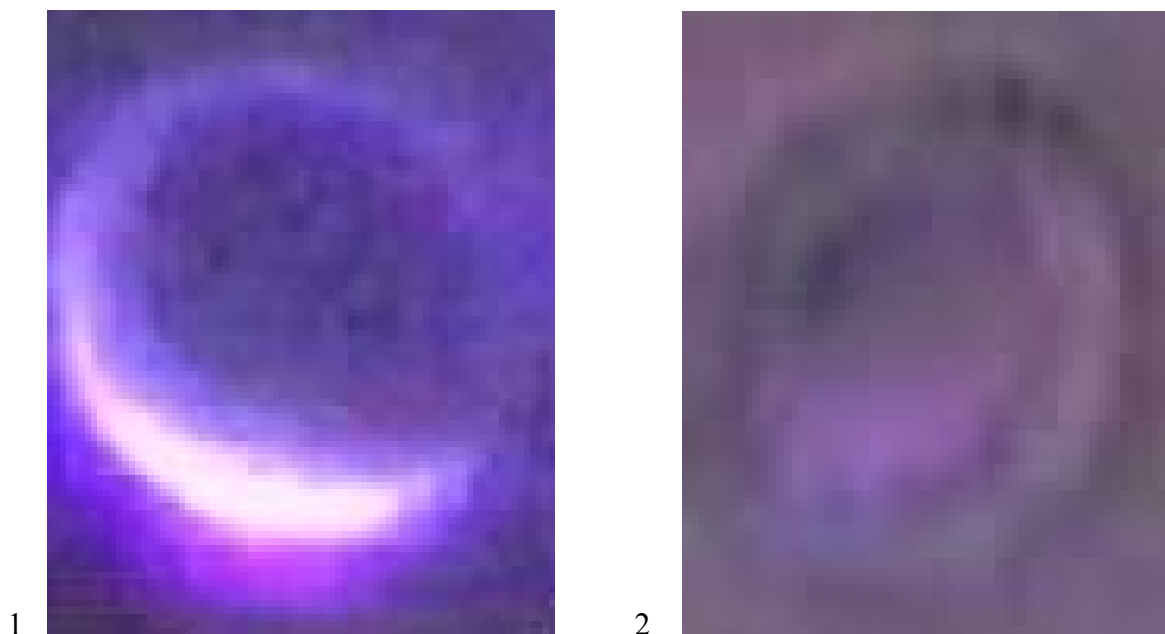


Рис. 30. Различный уровень светимости эритроцитов дискоидной формы, световая микроскопия: 1 – яркое ($I_{max\ er} = 2,3\ e$) свечение наружной тороидальной части эритроцита напоминает «серп луны»; 2 – слабое свечение ($I_{max\ er} = 0,3\ e$) внутренней тороидальной части и зоны пеллора эритроцита. Ув. $\times 320$

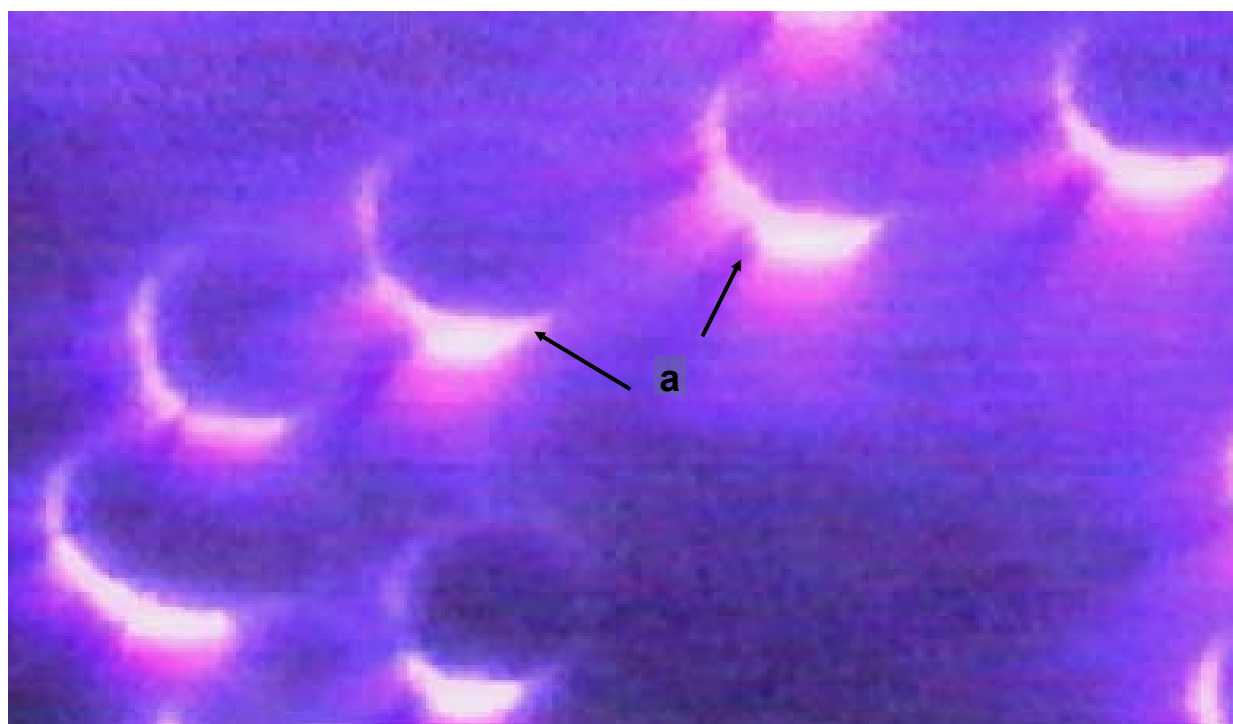


Рис. 31. Свечение дискоцитов в УФ-лучах: розово-белым светом флуоресцирует тор эритроцитов, сине-фиолетовым светом флуоресцируют отдельные точечные участки клеток, из которых излучение идет в виде расходящегося пучка (а)

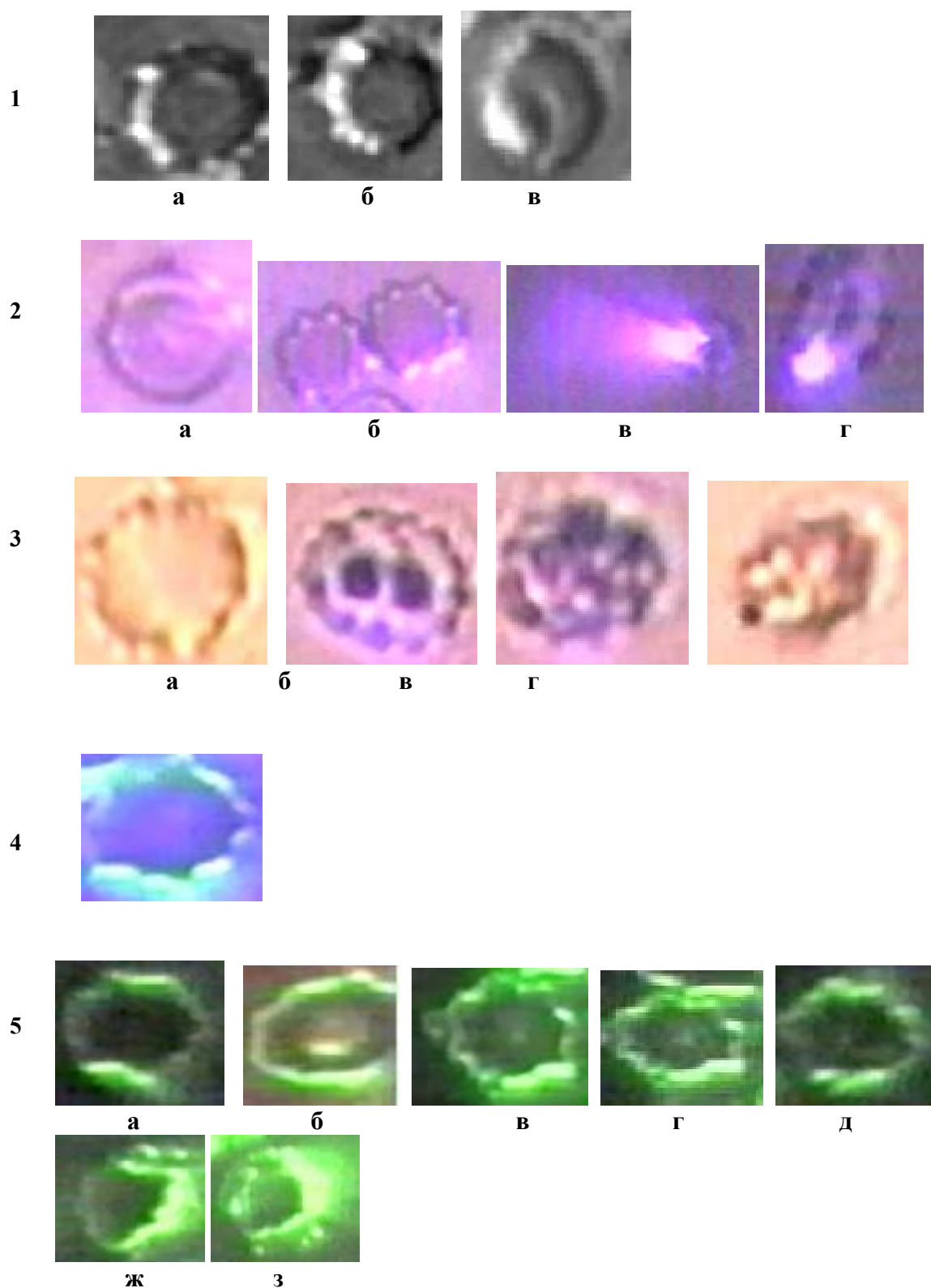


Рис. 32. Неравномерность аутофлуоресценции эхиноцитов:

1 – свечение эхиноцитов в УФ-лучах при использовании черно-белой видеокамеры:
 а – *Эхин-I*, б – *Эхин-II*, в – *Эхин-III*; 2 – свечение эхиноцитов в смешанном синем и УФ-свете:
 а – *Эхин-I*, б – *Эхин-II*, в – *Эхин-III* в высыхающем препарате, г – аутофлуоресценция пойкилоэхиноцита; 3 – свечение эхиноцитов в синем свете: а – *Эхин-II*, б – *Эхин-III* с мелкими спикулами и крупными шипами, в, г – *Эхин-IV*; 4 – свечение *Эхин-II* в синезеленом свете;
 5 – свечение *Эхин-I* – *Эхин-IV* в зеленом свете с различным фокусированием света по глубине клетки («светооптическая томография клетки»). Ув. $\times 320$.

В крови, не подвергшейся воздействию сжатого кислорода, преобладали *дискоторoidalные* формы, *планоциты*, *стомато-* и *эхиноциты* начальных стадий трансформации, *макроплано-* и *макроовалоциты*, а среди *дискоцитов* наблюдались единичные клетки с овальными и ангулярными *условно-полиморфными стомами* (УПС). После полуторочасового воздействия на эти гепаринизированные пробы крови сжатым кислородом в КЭ оставались лишь единичные *дискоциты*, как правило, с УПС отросчато-звездчатой формы. В единичных экземплярах оказались также *стоматоциты* (рис. 33) (преимущественно гребневидные), размеры многих макропланоцитов превышали естественные размеры эритроцитов (около 7,2 мкм) в 2–2,5 раза, отмечено появление моно- и биполярновытянутых серповидных клеток (как при серповидно-клеточной анемии), клеток в форме «шапки Полишинеля», *астроцитов*. В каждой из этих проб 10–20 % клеток различной конфигурации составляли формы с многочисленными пузырькообразными вздутиями плазмолеммы. Число клеточных теней возросло по сравнению с фоном в 3 раза и достигало в отдельных препаратах 8–10 %.

Характер свечения эритроцитов до и после воздействия повышенного давления кислорода соответствовал спектральным характеристикам, типичным для крови в обычных условиях, с той лишь разницей, что при высоких уровнях гипербарии снижался общий выход флуоресценции, который, очевидно, был обусловлен необратимой трансформацией эритроцитов в пойкилоциты.

Обсуждаемый эксперимент показал, что высокое парциальное давление кислорода способно вызывать выраженное дисгармонизирующее (вплоть до деструктуризации) непосредственное действие на эритроциты.

Наглядные результаты (табл. 47) о дисбалансе красной крови выявлены при подсчете гематологического индекса квантитативной эритрограммы – *индекса трансформации* ($ИТ = Д/ТЭ$) и *показателя компенсаторной трансформации* ($ПКТ = Ст + Эх/П + Гф$).

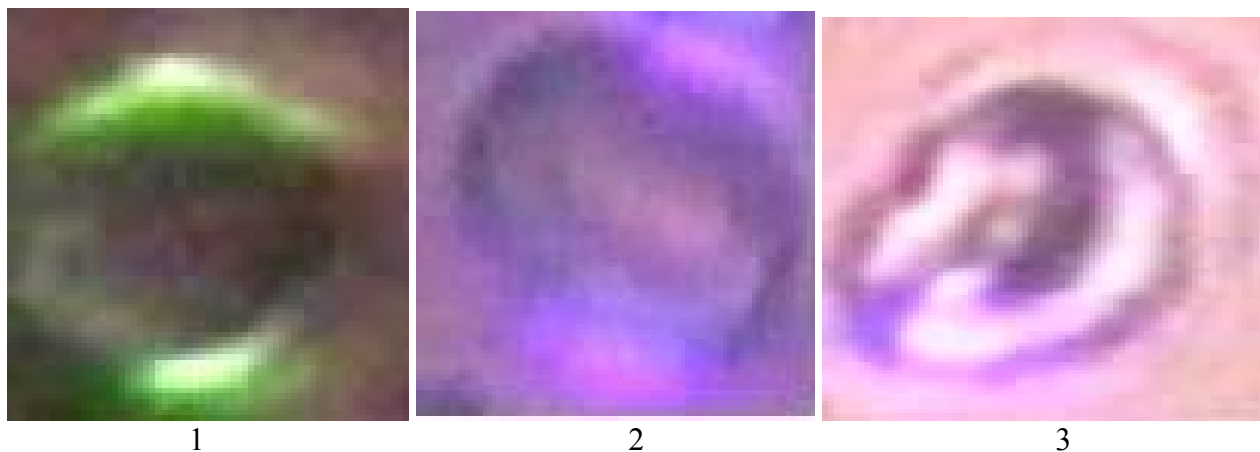


Рис. 33. Неравномерность аутофлуоресценции *Стом-I* и *Стом-III* при возбуждении аутофлуоресценции УФ- и видимым светом:

- 1 и 2 – более интенсивное свечение наружных участков тора стоматоцита, по сравнению с участками, где формируется стома;
- 3 – неравномерный характер аутофлуоресценции *Стом-II*. Ув. $\times 320$.

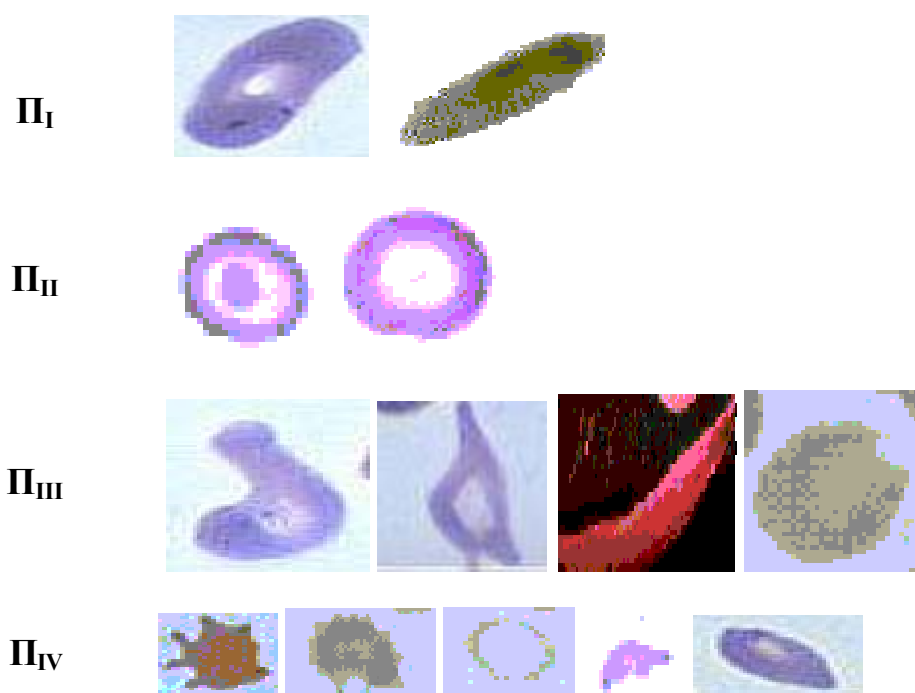


Рис. 34. Некоторые типичные формы пойкилоцитов (П), наблюдаемые при световой микроскопии окрашенных мазков крови: П_I – овалоциты; П_{II} – «таргентная» клетка и анулоцит; П_{III} – «ковшеобразные» клетки, репаноцит, дагмоцит; П_{IV} – акантоцит, эхинодрепаноцит, «клеточная тень», шизоциты. Ув. ×350.

Таблица 47

Отклонения от «золотого сечения» в показателях квантитативной эритрограммы в группе больных терапевтического профиля

Группа	Эритроциты и гемоглобин	ИТ	ПКТ
Рак желудка	$(3,1-3,3) \cdot 10^{12}/л$ Hb 72–78 г/л	$2,1 \pm 0,6$	$1,02 \pm 0,05$
Язвенная болезнь	$(4,0-4,2) \cdot 10^{12}/л$ Hb 110–135 г/л	$0,58 \pm 0,04$	$8,66 \pm 0,92$
Язвенная болезнь с железодефицитной анемией	$(3,5-3,8) \cdot 10^{12}/л$ Hb 109–125 г/л	$0,72 \pm 0,11$	$0,85 \pm 0,04$
В ₁₂ -дефицитная анемия с хроническим гастритом	$(3,5-4,0) \cdot 10^{12}/л$ Hb 110–125 г/л	$0,50 \pm 0,03$	$2,09 \pm 0,36$
Практически здоровые	$(4,5-4,8) \cdot 10^{12}/л$ Hb 119–135 г/л	$0,58 \pm 0,05$	$12,30 \pm 1,14$

ИТ увеличивался параллельно усилению дисгармонии в системе крови и ухудшению состояния здоровья, а ПКТ при этом снижался.

Оценка характера *аутофлуоресценции* эритроцитов показала, что эритроциты здорового человека сразу после взятия пробы крови флуоресцируют слабоинтенсивным видимым светом, причем наружные части тора светятся несколько ярче, чем центральная часть клетки.

В высыхающем препарате перед моментом полного высыхания внеклеточной жидкости у отдельных эритроцитов свечение в УФ-лучах резко возрастает (интенсивность свечения клетки возрастает в 2–5 раз) за счет *флуоресценции* наружных частей тора, а центральные части этих клеток, в местах, где обычно формируются УПС, почти полностью перестает флуоресцировать.

До 95 % клеток-дискоцитов без УПС флуоресцируют преимущественно сине-голубым светом, однако большие зоны наружных частей их тора нередко светят бело-розовым цветом. Участки свечения напоминают светящийся серп луны в темном небе. *Стомациты-III* флуоресцируют неравномерно, преимущественно фиолетовым светом, а участки свечения синим и розовым светом заметно сужаются в размерах, принимая вид сектора или треугольника. *Эхиноциты-I* светят подобным образом, с тем лишь отличием, что участки розовой *флуоресценции* у них чаще оказываются множественными, расположенными в зонах выпячиваний клеточной оболочки.

При возбуждении *флуоресценции* синим светом эритроциты начинают светиться в желто-зеленом диапазоне длин волн. Характер свечения у клеток различной формы имеет некоторые отличия, хотя в целом обладает общими свойствами: тор светится ярче, а центральная зона практически не излучает видимого света. При совместном облучении клеток УФ и синими лучами наблюдалось свечение как в синем, розовом, так и в желто-зеленом участках видимого спектра длин волн. Такая неравномерность свечения клеток позволила предположить, что наиболее интенсивно светятся участки клетки, наиболее близко находящиеся к источнику излучения и что возможно проведение сканирования свечения клеток фокусируя интенсивность свечения в разных плоскостях – срезах клетки. Данный способ вполне может быть назван светооптической томографией клетки.

Поверхностные слои тора клеток флуоресцировали наиболее ярко и на срезах «фигура свечения» выявлялась вначале в виде сияющего кольца с вкраплениями в виде участков более интенсивного (на 50–200 %) свечения.

Оптические «срезы» глубоких слоев клеток (срез на уровне 1,3 высоты тора) давали уже иную картину: «фигура свечения» *дискоцита* напоминала обручальное кольцо. «Срез» свечения на том же уровне *эхиноцитов* давал «фигуру свечения» в форме шестеренки. Более глубокие срезы, на уровне мембраны центральной зоны клетки выглядели уже не кольцом, а неким подобием сита, поскольку наблюдались участки свечения и в зоне формирования УПС, особенно, у эритроцитов, релаксирующих из *дискоцитов* в другие конфигурации. При этом интенсивность свечения заметно усиливалась в подсыхающем препарате в период, когда клетка начинала терять внутриклеточную воду.

Интенсивность свечения эритроцитов оставалась на том же уровне, как у практически здоровых лиц, у больных с В₁₂-дефицитной анемией с хроническими гастритами. Более высокая интенсивность свечения (выше, чем у практически здоровых на 10–15 % отмечалась у больных с язвенной болезнью в сочетании с железодефицитной анемией, у отдельных больных язвенной болезнью без признаков анемизации и практически у всех больных страдающих раком желудка с признаками выраженной анемии (гемоглобин ниже 80 г/л, эритроциты – ниже 3 млн в 1 мкл).

При оценке УПС-граммы установлено, что УПС четвертой-пятой групп образуются в большом количестве клеток при различных заболеваниях. При этом заметно изменяется и характер УФ-*флуоресценции* этих клеток.

Резюме

Таким образом, метод спектрофотометрической оценки аутофлуоресценции клеток позволяет регистрировать минимальные изменения тканевого дыхания, что необходимо при оценке эффективности мышечных нагрузок в физкультуре и спорте. Это позволяет вести мониторинг тканевого дыхания и оптимизировать тренировочный процесс.

2. Технологии определения эффективности лазерофореза биологически активных веществ

Технологии определения эффективности *лазерофореза* БАВ достаточно хорошо изложены в литературе (Купеев В.Г., 2000, Хадарцев А.А. и соавт., 2003, Карташова Н.М., 2005; Наумова Э.М., 2005).

Общеклинические исследования: сбор анамнеза, результаты объективного обследования, применение лабораторных, инструментальных и функциональных методов диагностики

(электрокардиография) – дают общее не специфическое представление о динамике клинической симптоматики.

Исследование функции внешнего дыхания – на персональных компьютерах по специальным программам, (спироанализаторы Fucuda (Япония), бронхоскрин, пневмоскрин и др.) – дают характеристику состояния системы дыхания и применимы у пациентов с патологией системы дыхания с нарушенной вентиляционной функцией.

Электроэнцефалографические и реоэнцефалографические исследования – предоставляют косвенную информацию о состоянии церебральной гемодинамики, не отражают непосредственно воздействие биологически активных веществ доставленных при помощи *лазерофореза*.

Система свертывания и противосвертывания: концентрация фибриногена в мкмоль/л, растворимого фибрина в мкмоль/л, продуктов деградации фибрина в нмоль/л, гепарина в Е/мл, антитромбина III в %, α_2 -макроглобулина в мкмоль/л, α_1 -антитрипсина в мкмоль/л – отражает в данный момент баланс показателей свертывания-противосвертывания, лишь частично может свидетельствовать о синтоксической, или кататоксической принадлежности биологически активного вещества.

Окислительная и антиокислительная активность: концентрация *малонового диальдегида* (МДА) в мкмоль/л, *общая антиокислительная активность крови* (АОА) в % – отражает в данный момент баланс показателей окислительной и антиокислительной активности, лишь частично может свидетельствовать о синтоксической, или кататоксической принадлежности биологически активного вещества.

Гормоны и медиаторы: *серотонин* в мкмоль/л, *кортизол* в нмоль/л, *ацетилхолин* в нмоль/л, *адреналин* в нмоль/л, *норадреналин* в нмоль/л – определяются флуориометрическим методом, так же несут косвенную информацию о медиаторном обеспечении программ адаптации.

Коэффициент активности программ адаптации (КАСПА) рассчитывался по разработанной методике (Морозов В.Н., 1999):

$$КАСПА = \frac{C_{СТ} + A_{АТ-III} + A_{АОА} + C_{CD8+}}{C_{АД} + C_{\alpha_2-МГ} + C_{МДА} + C_{CD4+}}$$

где $C_{СТ}$ – концентрация серотонина в крови (%); $A_{АТ-III}$ – активность антитромбина III (%); $A_{АОА}$ – общая антиокислительная активность плазмы; C_{CD8+} – концентрация Т-супрессоров (%); $C_{АД}$ – концентрация адреналина крови (%); $C_{\alpha_2-МГ}$ – концентрация α_2 -макроглобулина (%); $C_{МДА}$ – концентрация малонового диальдегида (%); C_{CD4+} – концентрация Т-хелперов (%).

Этот интегрированный коэффициент отражает системную динамику показателей деятельности различных систем организма и достоверно отражает *синтоксическую* и *кататоксическую* составляющие системы управления жизнедеятельностью.

Реографические исследования можно осуществлять на 6-канальном реографе «Реан-Поли» (НПКФ «Медиком МТД», г. Таганрог). В его состав входит блок пациента с набором реографических каналов и программно-методическое обеспечение. Осуществляются анализы: количественный, диаграммный, гистограммный, двухкомпонентный, спектральный. Метод отражает состояние центральной гемодинамики и мало чувствителен по отношению к определению эффектов биологически активных веществ.

Лазерная доплеровская флоуметрия – позволяет исследовать микроциркуляцию крови. Согласно мнению некоторых авторов, область наружной поверхности предплечья является как бы обобщающей для оценки состояния микроциркуляции, поэтому всегда рекомендуется для исследования. Световод фиксируется штативом и специальным креплением, обеспечивающим его неподвижность. Производится запись кровотока в состоянии покоя в течение не менее 5 минут. Определяются: *параметр микроциркуляции* (ПМ), *амплитуда вазомоторных колебаний* (ALF), *амплитуда пульсовых колебаний* (ACF), *индекс эффективности микроциркуляции* (ИЭМ), *индекс сосудистого тонуса* (ИСТ) и *индекс концентрации пульсовых колебаний* (ИК-CF). Проводятся функциональные пробы – дыхательная, постуральная и окклюзионная с расчетом *резерва капиллярного кровотока* (РКК) и определением *гемодинамического типа микроциркуляции* (ГТМ).

Компьютерная термография: цветное видеоконтрольное устройство является устройством реального времени, обеспечивающим количественное изображение в 10 выбираемых цветах, соответствующих определенному температурному уровню. Дистанционная *компьютерная термография* (КТ) проводится с помощью тепловизоров. Отечественный тепловизор – «Иртис». Регистрация полученных термограмм производится на жесткий диск персонального компьютера. Анализ результатов исследования проводится визуально (качественно) и путем расчета перепада температур (ΔT) между различными сегментами конечностей и их симметричными участками (количественно). При качественной оценке термограмм конечностей учитывались: симметричность теплового рисунка, наличие гипо- и гипертермии дистальных отделов, «пятнистость» теплового изображения. Для поставленной цели анализа эффективности *лазерофореза* БАВ метод значим, но имеет определенную сложность в стандартизации.

Ультразвуковая доплерография осуществляется на портативных и стационарных ультразвуковых доплеровских анализаторах, производится прослушивание звуковых артериальных сигналов доплеровского сдвига, запись аналоговых кривых скорости кровотока и измерение регионарного систолического давления. Наиболее часто при доплерографии оценивают соотношение между максимальной систолической скоростью кровотока, отражающей сократительную функцию сердца и эластичность стенок сосуда, и конечной диастолической скоростью кровотока, которая зависит от степени сопротивления периферического сосудистого русла. Для качественного анализа состояния кровотока вычисляют *индексы сосудистого сопротивления* (ИСС). Не обладает преимуществами перед реографическим способом, отражая лишь состояние макрогемодинамики, но при оценке эффективности биологически активных веществ используется.

Офтальмофотографический способ изучения микроциркуляции: для осуществления его необходим модифицированный персональный компьютер на базе процессора Intel Pentium III – 1,2 ГГц, Microsoft Windows 2000 Server, оперативная память 512 Мб, CD-ROM, CD-RW, 24 разрядная видеоплата (миллионы цветов), два жестких диска по 80 Гб свободного пространства, сканер для пленки 35 мм/IX240 COOLSCAN IV ED фирмы Nikon (Япония), специализированная фотопленка ProFoto 100 фирмы Kodak (Япония), проявочная машина FP – 272 фирмы AGFA (Германия), фундус камера TRC-FET фирмы TOPCON (Япония) (Тутаева Е.С., 2002). Программное обеспечение – программа Adobe Photoshop 5.0 LE, Nikon Scan 3 (INT Version 3.1.0/ Windows), дополнительная программа «Glaz-graphic», позволяющая исключить элементы не участвующие в создании изображения и вывести результаты измерений в цифровом виде. Программа составлена на языке СИ++, считывает сканированное изображение, пересчитывает пиксели, отбрасывая черные, строит уточненную гистограмму без аналитической погрешности и по этой гистограмме получает параметры дескриптивной статистики (математическое ожидание, мода, асимметрия, эксцесс, интегральное отклонение). Гистограмма исследуется по трем основным цветам и по яркости, на каждый из четырех параметров выводятся данные дескриптивной статистики, по которым исследуются различия между группами.

Фрактальная нейродинамика. В основу метода положена информационная технология анализа биоритмологических процессов. Исследование на устройстве «ОМЕГА-М» дает возможность практикующему врачу любого профиля контролировать показатели функционального состояния пациента, прогнозировать их изменения, оценивать резервы организма и определять эффективность лечения. Для получения всей необходимой информации достаточно регистрации ЭКГ в любом стандартном отведении в течение 5 минут. Пациент может находиться в положении сидя или лежа. Ритмы головного мозга выделяются из сигнала ЭКГ, регистрируемого в широкой полосе частот. Ввод электроэнцефалограммы не требуется. Контроль показателей функционального состояния осуществляется непосредственно в процессе записи ЭКГ. Для определения показателя саморегуляции и проведения коррекции психоэмоционального состояния пациента применяется режим биологической обратной связи. При использовании цифровой фотокамеры карта обследования оформляется с фотографией пациента. Автономное питание позволяет проводить обследование в полевых, мобильных и до-

машинных условиях (Карташова Н.М., 2005). Метод отражает интегрированные процессы жизнедеятельности и интегрированный эффект лазерофореза янтарной кислоты.

Газоразрядная визуализация (ГРВ). Изображения, полученные способом ГРВ принято называть ГРВ-изображениями, кирлианограммами или «коронами». ГРВ связана с протеканием электрического тока через включенного в электрическую цепь человека за счет емкостных связей. Биологические объекты представляют собой комплексное сопротивление с активной, емкостной и индуктивной составляющими. При использовании высокочастотного или импульсного напряжения ток протекает по поверхности кожи, не затрагивая внутренних органов («скин-эффект»). На ГРВ-изображении отражается комплекс параметров и особенностей организма, связанных с локальными электрохимическими и электрофизическими явлениями на ограниченном участке кожного покрова и с общеорганизменными процессами. Эти процессы выступают в комплексе, генерируют информацию об эндо- и экзогенном состоянии человека. Используется специализированный программно-аппаратный комплекс, состоящий из: установки «Корона ТВ», устройства ввода видеосигнала в компьютер, и сам компьютер IBM PC, программного обеспечения для обработки кирлиановских изображений.

Скользкий разряд от пальца руки распространяется по поверхности стеклянной пластины, с токопроводящей подложкой – металлической сеткой, на которую с обратной стороны подаются импульсы напряжения от высокочастотного генератора. Изображение проецируется на ПЗС телевизионную матрицу, фокальная плоскость которой совмещена с плоскостью изображения. Для программного обеспечения регистрации («перехвата») изображений использовался программный продукт ArcSoft ZipShot Software Suite. Упрощенный для непрофессионала интерфейс позволяет получать, отображать, визуальное контролировать и сохранять полученные ГРВ-изображения в форме, пригодной для дальнейшего анализа и обработки. Полученные данные преобразовывались в электронные таблицы и вводились в модуль статистической обработки, для которой используются стандартные пакеты программ. Этот способ также отражает суммарные процессы жизнедеятельности, но информативность его недостаточно воспроизводима.

Таким образом, предлагаемые способы для оценки эффективности *лазерофореза* БАВ можно разделить на 3 группы.

1 группа – **малоинформативные**, но общеупотребимые и клинически обоснованные (*общеклинические и инструментальные, реография, ультразвуковая доплерометрия*).

2 группа – **информативные** (*лабораторные и биохимические*).

3 группа – **высокоинформативные** (*определение КАСПА, лазерная доплеровская флоуметрия, компьютерная термография, фрактальная нейродинамика, офтальмофотография*).

Высокая информативность методов обусловлена их возможностью либо интегрированно отражать динамику показателей основных регуляторных систем, либо регистрировать изменения микроциркуляции крови, на уровне которой протекают все метаболические процессы.

По своим характеристикам информация, полученная при изучении *аутофлуоресценции* живых тканей, должна характеризоваться, как *высокоинформативная*.

3. Механизмы воздействия янтарной кислоты в эксперименте

Основываясь на известных механизмах воздействия *янтарной кислоты*, решено изучить принадлежность ее к адаптогенам и степень участия в формировании программ адаптации при занятиях физической культурой и спортом.

С этой целью проведены исследования до и после введения янтарной кислоты 1 % раствора – 2 мл, 2 раза в день в течение 1 недели. Изучен ряд показателей активности ферментов и содержание метаболитов. В эксперименте принимали участие лица, занимающиеся физической культурой и спортом (98 человек). Получены следующие результаты (табл. 48).

Был рассчитан КАСПА (рис. 35).

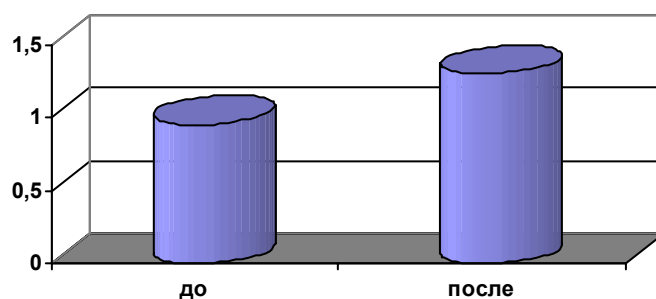


Рис. 35. Коэффициент активности синтоксических программ адаптации до и после введения янтарной кислоты

Таблица 48

Исследуемые показатели после введения раствора янтарной кислоты (n = 98)

Показатели	Исходные показатели	После введения янтарной кислоты
Концентрация АХ в гипоталамусе, нмоль/г	8,6±0,16	11,6±1,17*
Концентрация НА в гипоталамусе, нмоль/г	0,59±0,02	0,32±0,01*
ГАМК гипоталамуса, мкг/г	410,0±13,7	670,0±15,3*
Ацетилхолин крови, нмоль/л	95,6±2,50	126,5±1,74*
Адреналин в крови, нмоль/л	1,58±0,13	1,99±0,42*
Норадреналин крови, нмоль/л	4,15±0,25	4,17±0,71*
Серотонин крови, мкмоль/л	0,39±0,02	1,24±0,02*
Кортизон, нмоль/л	58,8±3,25	42,4±1,32*
Общие липиды, г/л	4,7±0,14	5,4±0,09*
Триглицериды, ммоль/л	0,7±0,02	0,8±0,02
Холестерин, ммоль/л	2,2±0,02	2,1±0,01
СЖК, ммоль/л	0,35±0,01	0,32±0,01
Глюкоза, ммоль/л	4,2±0,05	3,2±0,03
Лактат, мкмоль/л	0,92±0,02	0,81±0,01
Время свертывания крови, с	135,5±5,4	231,1±12,2*
Фибриноген, мкмоль/л	10,5±0,12	10,8±0,07
Растворимый фибрин, мкмоль/л	0,25±0,01	0,16±0,03*
ПДФ, нмоль/л	43,5±3,22	61,8±2,32*
Концентрация гепарина, Е/мл	0,50±0,03	0,80±0,02*
Антитромбин III, %	90,5±1,36	105,3±2,12*
Активность плазмينا, мм ²	11,0±0,63	25,0±0,65*
α ₂ -макроглобулина, мкмоль/л	3,8±0,11	2,9±0,18*
α ₁ -антитрипсина в, мкмоль/л	36,6±1,45	28,4±1,51*
Гидроперекиси, ОЕ/мл	1,31±0,07	0,80±0,12*
МДА, мкмоль/л	0,65±0,06	0,51±0,02*
АОА плазмы, %	25,5±1,40	38,0±2,46*
Каталазы крови, мкат/л	12,0±0,57	17,0±0,92*
Иммуноглобулины G, мкмоль/л	54,0±2,01	45,2±1,34*
Иммуноглобулины A, мкмоль/л	6,5±0,20	4,9±0,12*
Иммуноглобулины M, мкмоль/л	0,59±0,02	0,70±0,01*
КАСПА	1,0±0,01	1,37±0,02*

Примечание: * – достоверность $p < 0,05$ по сравнению с контролем

Анализ полученных результатов показывает, что после введения *янтарной кислоты* активируются антиокислительные и противосвертывающие системы крови, доминируют холинреактивные механизмы. Увеличение КАСПА подтверждает факт преобладания *синтоксических эффектов янтарной кислоты*.

Механизм такого эффекта объясняется включением экзогенной янтарной кислоты (по данным Ю.Ю. Ивницкого (1998) – не имеющей киральности, следовательно, соответствующей полностью эндогенному сукцинату) – в цикл Кребса. По принципу обратной связи происходит стимуляция выработки *гаммаиномасляной кислоты* (ГАМК), косвенно тормозящей метаболизм. Известно, что ГАМК является *эндогенным адаптогеном* синтоксической направленности (Наумова Э.М., 2005). Восстановление янтарной кислотой пула пиридиновых нуклеотидов обеспечивает также активацию антиоксидантной функции глутатиона. Наличие *антиоксидантного эффекта* является признаком, позволяющим отнести *янтарную кислоту* к синтоксинам.

4. Аутофлуоресценция тканей при воздействии лазерофореза янтарной кислоты у спортсменов

Параметр « ξ » (отношение интенсивности *флуоресценции* на длине волны 530 нм к интенсивности свечения на длине волны 455 нм) измерялся на ногтевой фаланге 3 пальца кисти у 47 спортсменов в соревновательный период (основная группа) и у 23 здоровых лиц при отсутствии стрессорных воздействий (контрольная группа).

Снижение показателя « ξ » свидетельствует о значительном влиянии *лазерофореза с янтарной кислотой* на биологическое окисление и о значимости спектрофотометрического метода для косвенной оценки биоокисления в тканях. Эти данные позволяют также сделать вывод о нарушении процессов биоокисления у спортсменов при стрессорных нагрузках в соревновательном периоде и о возможности коррекции их использованным способом (табл. 49).

Таблица 49

Изменение параметра « ξ » при воздействии лазерофореза с янтарной кислотой

Группа	Фоновые значения	Через 1 час после процедуры	Через 3 часа после процедуры	P
Опытная (n = 47)	1,23±0,021	1,03±0,014	0,45±0,014	< 0,01
Контрольная (n = 23)	0,68±0,015	0,52±0,023	0,69±0,018	< 0,05

Изменение спектра флуоресценции эритроцитов-*дискоцитов* в соревновательный период у 47 легкоатлетов (табл. 50).

Таблица 50

Изменения спектра флуоресценции эритроцитов-дискоцитов в соревновательный период у легкоатлетов (бег на среднюю дистанцию) n = 47

Контрольные параметры	Перед стартом	После забега	P
Интенсивность свечения и спектр свечения дискоцитов (Д)	1,85±0,003 е.с.	2,31±0,004 е.с.	< 0,05
Интенсивность свечения стомацитов (СТ)	1,64±0,025 е.с.	1,37±0,001 е.с.	> 0,05
Интенсивность свечения эхиноцитов (ЭХ)	1,37±0,004 е.с.	1,39±0,003 е.с.	< 0,05
Интенсивность свечения пойкилоцитов и шизоцитов (П)	0,68±0,024 е.с.	0,59±0,031 е.с.	< 0,05

Показано достоверное увеличение интенсивности и спектра свечения *дискоцитов* после бега. Колебания свечения *стомацитов*, *эхиноцитов*, *пойкилоцитов* и *шизоцитов* были недостоверными.

5. Электролазерная миостимуляция и лазерофорез биологически активных веществ в спорте

Совершенствование системы подготовки спортсменов высшей квалификации и эффективной оптимизации методики тренировочного процесса тесно связано с медико-биологической наукой и использованием новых медико-технических средств.

В спортивной практике в свое время широкое распространение получил метод *электростимуляции* двигательного аппарата человека. Многими исследователями было показано, что одним из эффективных методов развития мышечной выносливости может быть электростимуляция локомоторного аппарата (отдельных мышечных групп) в состоянии относительного покоя.

Научная нейрофизиологическая информация о порядке рекрутирования (активации) мотонейроной со стороны афферентных и супраспинальных структур позволяли предположить о положительном воздействии электростимуляции для развития мышечной выносливости.

В экспериментальных исследованиях показано, что каждая мышца состоит из двигательных единиц, отличающихся по своим размерам. Экспериментально доказано, что большие двигательные единицы включают в свой состав более значительное количество мышечных волокон и поэтому вносят больший вклад в напряжение мышцы, чем двигательные единицы меньших размеров. Наряду с этим известно, что большие двигательные единицы являются наиболее высокопороговыми для произвольной активации. Отсюда следует вывод, что активация больших двигательных единиц возможно лишь при выполнении спортивных движений, требующих значительного напряжения мышечных групп.

Вместе с тем, последующими исследованиями Я.М. Каца выявлено, что при электрической стимуляции мышц большие двигательные единицы, активируются уже при незначительном раздражении, т.е. в этом случае проявляются как низкопороговые. Изложенные авторами данные экспериментальной физиологии позволили выдвинуть идею о возможности развития произвольной мышечной выносливости с помощью функциональной электростимуляции, т.е. посредством применения относительно слабой тетанической электростимуляции мышц – агонистов данного движения непосредственно во время выполнения произвольных двигательных действий. Предполагалось, что искусственное вовлечение в работу больших двигательных единиц в дальнейшем будет способствовать их более легкой активации при выполнении спортивных движений различной мощности. При несомненном положительном воздействии электростимуляции, предложенный метод имеет ряд недостатков. Одним из таких недостатков являлась невозможность использования электростимуляции при выполняемой спортивной работе большого объема и интенсивности.

Авторами практически не рассматривался вопрос использования электростимуляции как эффективного средства восстановления и реабилитации в процессе тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов.

Нами предложен *принципиально новый научно обоснованный метод* миостимуляции опорно-двигательного аппарата на основе *электролазерного* сочетанного воздействия. Новизна данного метода заключается в том, что помимо *электростимуляции* мышечных волокон суммарно добавляется низкоинтенсивное лазерное воздействие на указанные структуры, которое многократно усиливает сократительную и восстановительную способность мышц. При этом обеспечивается интегральный эффект оптимизации и повышения эффективности тренировочного процесса и восстановления после выполнения физической работы различного объема и интенсивности.

Нейрофизиологическим обоснованием предлагаемого метода служат научно подтвержденные теоретические представления о силе развиваемой мышцами, роли суставов, обеспе-

чивающих мышечное сокращение, а также характере нервной регуляции (уровень нервной импульсации). Известно, что сократительная способность мышц существенно снижается на субмаксимальных и длительно выполняемых амплитудах ее сокращения. Зону сокращения мышц, когда уменьшается ее сократительная способность, считают *зоной активной недостаточности*. При этом выделяют и зону *пассивной недостаточности*, являющейся следствием малой эластичности мышц из-за невовлеченности их в физический процесс. Несомненно, что между активной и пассивной недостаточностью сократительной способности мышц существует нейрофизиологическая связь. Так, например, если в тренировочном процессе для развития подвижности опорно-двигательного аппарата доминируют упражнения на растяжение, то зона пассивной недостаточности сокращается, но при этом возникают «ножницы» между амплитудой активных и пассивных движений в локомоторном аппарате, что, в конечном счете, ослабляет двигательную структуру мышц и суставов. Несомненно, что данный феномен снижает эффективность тренировочного процесса, повышает общую утомляемость и приводит к частым двигательным осложнениям и травмам. Рассматриваемый пример нейрофизиологической взаимозависимости активной и пассивной сократительной недостаточности мышц в большей или меньшей мере распространяется и на другие виды физических воздействий, используемых в тренировочной практике. Если в методике тренировки наряду с упражнениями на растяжение использовать специальные силовые упражнения для мышц в зоне активной недостаточности, то формируется более оптимальная структура физиологической подвижности. При этом зоны активной и пассивной недостаточности значительно уменьшаются.

Однако индивидуальный дифференцированный подбор тренировочных упражнений влияющих на повышение сократительных способностей мышц в зонах активной недостаточности затруднен и не всегда соответствует задачам, которые решаются в том или ином виде спорта. Как отмечалось ранее, рассогласование активной и пассивной сократительной способности мышц снижает эффективность тренировки. Так, у спортсменов под влиянием больших тренировочных нагрузок, когда снижается сократительная способность мышц и нарастает активная недостаточность, могут возникать болевые ощущения в мышцах и суставах непосредственно во время самой тренировки. Отмечаемый болевой синдром связан с накоплением в мышцах продуктов метаболизма, когда скорость образования этих веществ превышает скорость их выведения из работающих мышц. Попадая в межклеточную жидкость, эти продукты воздействуют на болевые рецепторы. В отдельных случаях отмечаются нарушения обмена веществ в тканях, которые могут сопровождаться микротравмами и другими патологическими изменениями, тогда болевой синдром сохраняется более длительное время и требует врачебного вмешательства.

Указанные отклонения требуют или временной отмены тренировки, или пересмотра плана тренировочного процесса с позиции используемых средств их объема и интенсивности. Традиционные восстановительные мероприятия направленные на устранение указанных отклонений и, в частности, массаж, водолечебные процедуры, физиотерапевтические средства, воздействуя на последствия, а не на причину – не всегда дают положительные результаты.

Многолетние исследования позволили с принципиально новых научно обоснованных позиций разработать и создать высокоэффективный метод *электролазерной миостимуляции*, сочетающий воздействие на мышечную и соединительную ткань когерентного лазерного излучения и *электростимуляции*. При этом лазерное излучение подготавливает мембраны клеток мышечной ткани к активному транспорту ионов через нее, улучшает микроциркуляцию крови и лимфы в сосудах, а электрические импульсы активируют сократительную и тренируемую способность скелетной мускулатуры.

При этом создается возможность проведения внутрь клеток биологически активных веществ различной природы. Их антигипоксический и пластический эффект обеспечивает гипоксическую устойчивость и повышенную работоспособность и адекватное течение восстановительных процессов после интенсивных физических нагрузок.

Кроме того, непосредственный эффект лазерного воздействия влияет на интенсификацию выносливости и скоростно-силовых качеств, за счет интенсивной стимуляции кровото-

ка, проницаемости мембран и активирующего влияния на сократительную активность гладкомышечных клеток сосудов. При этом, низкоинтенсивные лазерные воздействия приводят к конформационным перестройкам в структуре гемоглобина сопровождающимися увеличением pO_2 и снижением pCO_2 в мышечной ткани.

Такой результат обусловлен механизмом биорезонанса.

Понятие биорезонанса в медико-биологической науке известно давно и подразумевает изменение функций живых организмов, их органов и тканей в ответ на биофизические воздействия, такие как малые электрические токи, электромагнитные и лазерные излучения, но только в определенных временных пределах и воздействующих режимах.

Электролазерная миостимуляция объединяет и суммирует положительное биорезонансное воздействие на мышечную, соединительную и внутрисуставную ткань в результате чего, в физиологических пределах, стимулируется сократительная способность мышц и повышается устойчивость коллагенных структур опорно-двигательного аппарата. При этом повышается эффективность переносимости длительных тренировочных воздействий на локомоторные структуры и их быстрее восстановление во время относительного отдыха в подготовительном периоде.

Предлагаемый метод *электролазерной миостимуляции* не только способствует повышению работоспособности в тренировочной и соревновательной деятельности, но также высокоэффективен при лечебных и реабилитационно-восстановительных мероприятиях.

При мышечных переутомлениях, растяжениях и микроповреждениях мышц, соединительной ткани и суставов, сопровождающихся болевым синдромом, предусматривается во время миостимуляции использование лазерофореза препаратов гиалуроновой и янтарной кислот, а также ряда других БАВ используемых в спортивной медицине.

Представленные научно обоснованные теоретические положения являются основополагающими при решении проблемы оптимальной активации опорно-двигательного аппарата с помощью предлагаемой *электролазерной миостимуляции* и *лазерофореза* БАВ у спортсменов в различных видах спорта во время тренировочной и соревновательной деятельности, а также в период восстановления и проведения лечебно-оздоровительных мероприятий (Григорьев А.И., Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Виноградова О.Л., 2005).

5.1. Аппарат для электролазерной миостимуляции и лазерофореза БАВ

Основные технические характеристики электролазерного миостимулятора КЭМИТ (Магистр, Спектр), техническое обслуживание

Лазерный оптический диапазон:

- | | |
|---|------------|
| 1. Монохроматическое излучение без пространственной когерентности | |
| 2. Длина волны, нм | 0,89–0,92 |
| 3. Импульсная мощность МАХ, Вт | 10 |
| 4. Частота следования МАХ, КГц | 15 |
| 5. Применяемые виды модуляции | АМ, ЧМ, ШМ |

Технические данные генератора электрических импульсов:

- | | |
|---|------|
| 1. Амплитуда импульса МАХ, В | 2,0 |
| 2. Диапазон регулировки, В | 0–2 |
| 3. Полярность импульса – положительная/отрицательная (по выбору) | |
| 4. Режим генерации импульсов – одиночные синхронно с лазерными выстрелами / непрерывная (пока нажата кнопка поджига) последовательность импульсов | |
| 5. Длительность одиночного импульса, мсек | 2–10 |
| 6. Длительность вершины импульса при непрерывной генерации, мсек | 3–20 |
| 7. Скважность непрерывной последовательности | 1–8 |
| 8. Частота непрерывной последовательности, Гц | 60 |

Электромагнитное поле:

- | | |
|--|-------------|
| 1. Напряженность МАХ, мТл | 10 |
| 2. Применяемые виды модуляции | АМ, ЧМ, ШИМ |
| 3. Длина линии связи между блоком управления и каждым излучателем, м | 1,5–2 |

Время установления рабочего режима аппарата не более 1 мин с момента включения.

Аппарат допускает непрерывную работу циклами по 45 мин в течение 8 часов с интервалом между циклами – 15–20 мин.

Вид климатического исполнения аппаратов для электролазерной миостимуляции УХЛ4.2 по ГОСТ 15150.

В зависимости от воспринимаемых механических воздействий аппарат относится к группе 2 по ГОСТ Р 50444 (высокая степень надежности).

По способу защиты пациента и обслуживающего персонала: от поражения электрическим током аппарат соответствует классу II, тип В по ГОСТ Р 50267.0 (максимальная степень надежности). Аппарат имеет повышенную степень защиты от поражения электрическим током. Доступные для прикосновения части аппаратов имеют усиленную электрическую изоляцию по отношению к сети и не требуют защитного заземления.

Выходное лазерное излучение представляет опасность только при облучении глаз прямым или зеркально отраженным излучением. Прочие виды применяемого излучения опасности не представляют.

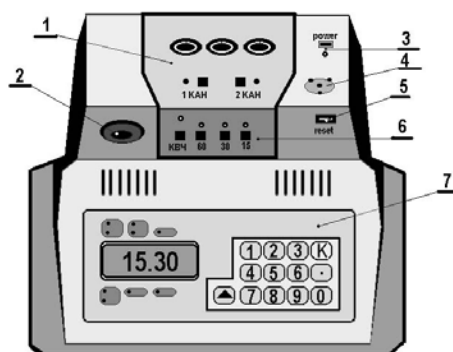
Запрещается дезинфицировать или мыть корпус излучателя, кабели и блок питания, включенные в сеть. Включать вилку блока питания в розетку только после того как пациент занял позицию для процедуры.

Техническое обслуживание при эксплуатации сводится к периодической очистке обычным способом излучателей от пыли и загрязнений, предстерилизационной очистке и стерилизации аппликаторов.

Периодическую очистку аппликаторов и выходных окон излучателей оптического диапазона от пыли и загрязнений производить при выключенном аппарате не реже одного раза в 15 дней в следующей последовательности: смочить марлевый тампон медицинским спиртом и протереть им стекла лазеров. После высыхания спирта визуально проконтролировать чистоту стекол лазеров.

Состав электролазерного миостимулятора КЭМИТ (Магистр, Спектр)

Микропроцессорный блок

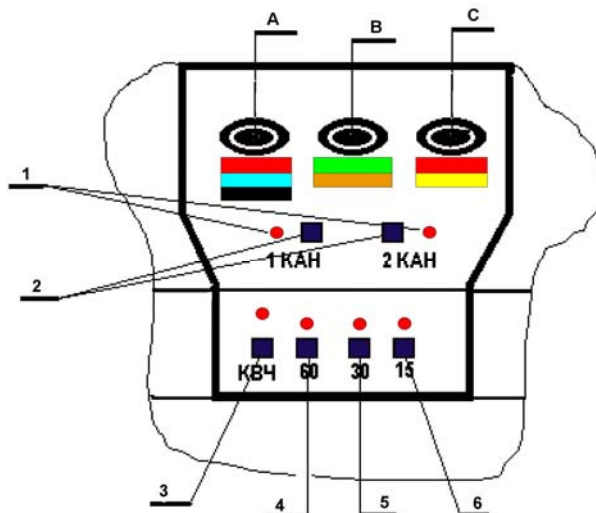


Микропроцессорный блок представляет собой моноблочную конструкцию, в корпусе которой размещены блоки питания, усилители мощности, процессорный и клавиатурный модули, а также устройства индикации, контроля и управления.

На верхней панели корпуса (поз. 1) находится сетевая кнопка (POWER) и светодиодный индикатор наличия напряжения (поз. 3). На той же панели управления находится визуализатор

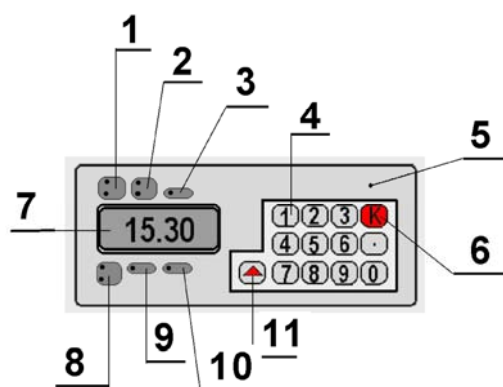
излучений (поз. 4). Центральный светодиодный индикатор для контроля КВЧ и три периферийных индикатора для контроля лазерного излучения, УЗИ и электромагнитного поля. Приемное окно визуализаторов излучения находится на вертикальной панели (поз. 2). На той же панели находится (поз. 5) кнопка «СБРОС» (reset) и дополнительный пульт управления третьим каналом излучения (поз. 6). На нижней панели аппарата (поз. 7) расположены клавиатура, цифровая и светодиодная индикация.

Верхняя и вертикальная панели аппарата



На верхней панели управления расположены три разъема (А, В, С) для подключения излучателей. Цветные полосы под разъемами соответствуют цветам на вилках излучателей. Под разъемом «А» три цветные полосы – красная, голубая и черная. К этому разъему подключаются лазерный, лазеро-магнитный излучатель и вибромассажер. Под разъемом «В» две цветные полосы – зеленая и оранжевая. К этому разъему подключаются комбинированный излучатель «Лазер – КВЧ» и лазерный излучатель с линейным концентратором. Под разъемом «С» две цветные полосы – красная и желтая. К этому разъему подключаются лазерный излучатель и УЗИ. Кроме того, на верхней панели управления находятся две кнопки (поз. 2) с индикаторами (поз. 1) для управления каналами 1 и 2 и контроля состояния каналов. При нажатии на кнопку светодиодный индикатор загорается и через разъем на излучатель подается напряжение питания. Повторное нажатие кнопки выключает канал и индикатор гаснет. Кнопки на некоторых излучателях дублируют кнопки на пульте управления. На вертикальном пульте управления расположены четыре кнопки управления третьим каналом с индикаторами состояния над каждой кнопкой. Левая кнопка (поз. 3) включает/выключает излучатель КВЧ. Каждое нажатие на эту кнопку изменяет предыдущее состояние КВЧ-генератора. Три следующие кнопки этого пульта предназначены для управления режимами 4-х лазеров 3-го канала излучения. Правая кнопка (поз. 6) переводит генератор частоты следования импульсов на 60 кГц. Лазеры в этом режиме запускаются поочередно и, следовательно, частота включений каждого лазера не превышает паспортной частоты 15 кГц при частоте облучения 60 кГц. Вторая кнопка (поз. 5) переводит генератор на частоту 30 кГц, но лазеры в этом режиме запускаются попарно, увеличивая импульсную мощность в два раза. Третья кнопка (поз. 4) переводит генератор на частоту 15 кГц, но лазеры при этом запускаются в залповом режиме, увеличивая импульсную мощность в четыре раза. Переключение режимов осуществляется нажатием соответствующей кнопки и контролируется по индикаторам расположенным над кнопками. Выключение лазерного излучения производится повторным нажатием кнопки, над которой светится индикатор.

Нижняя панель управления



На нижней (основной) панели управления (поз. 5) расположены клавиатурный блок, цифровой индикатор (поз. 7), и поля подсказок с светодиодными индикаторами.

Поле клавиатуры состоит из кнопок 0–9, десятичной точки, многофункциональной кнопки «КОНТРОЛЬ–СТИРАНИЕ» (поз. 6) и «ВВОД» (поз. 11). Кнопка «КОНТРОЛЬ–СТИРАНИЕ» далее по тексту будет называться «КРАСНОЙ». Цифровой индикатор предназначен для визуального контроля при вводе режима терапии, а также контроля экспозиции сеанса в режиме обратного отсчета времени. Поле подсказок (поз. 1) предназначено для ввода начального и конечного значений частоты при разработке собственных режимов частотной модуляции излучения.

Поле подсказок (поз. 2) предназначено для ввода начального и конечного значений импульсной мощности при разработке собственных режимов амплитудной модуляции. Индикатор поля (поз. 3) напоминает о необходимости ввода периода параметра модуляции. Индикатор поля (поз. 9) предлагает выбрать закон изменения плотности мощности. Форма и номер закона изображены над кнопками «4», «5», «6», «7», «8», «9» клавиатуры. Индикаторы в поле (поз. 8) напоминают, для какого канала вводятся параметры модуляции, а в режиме излучения индицируют состояние каналов. Индикатор в поле (поз. 10) напоминает о необходимости ввода продолжительности сеанса электролазерного воздействия.

Работа аппарата КЭМИТ (Магистр, Спектр)

Подключите аппарат к сети 220 вольт. Установите нужные излучатели. Нажмите кнопку на блоке питания. Должен загореться светодиодный индикатор рядом с кнопкой «POWER». Нажмите кнопку «системный сброс» (reset). Светодиодные индикаторы должны поочередно загораться, образуя световой эффект «бегущий огонь». Можно считать это приглашением к диалогу.

Далее по тексту будут встречаться две фразы «НАЖАТЬ КНОПКУ» и «ВВЕСТИ ЧИСЛО». В первом случае нужно надавить на реальную кнопку пульта управления или ее изображение на клавиатуре и услышать при этом короткий звуковой сигнал. Во втором случае нажать на клавиши нескольких символов, визуально проконтролировать правильность набора по цифровому дисплею после чего нажать кнопку с красным треугольником «ВВОД». Если при наборе числа (но до нажатия кнопки «ВВОД») обнаружена ошибка, то последовательным нажатием красной кнопки «СБРОС» можно стереть неправильно набранные символы. Нажмите любую кнопку на клавиатуре. В том случае, если была нажата символьная кнопка, то нажатие сопровождается коротким звуковым сигналом, а если была нажата «красная кнопка», то звуковой сигнал двойной продолжительности означает выбор сложного режима модуляции «волновые качели Манделя». В любом случае световой эффект «бегущий огонь» пропадает и прерывисто замигают два индикатора в поле «ЧАСТОТА». Необходимо ввести режим модуляции, т.е. нажимая кнопки клавиатуры набрать на дисплее число, после чего нажать «ВВОД».

Пользуясь кнопками, оговоренными в описании излучателей, включите излучатель. Таймер начнет обратный отсчет времени и число на дисплее будет уменьшаться.

Поднесите излучатель к приемному окну визуализатора и по светодиодным индикаторам визуализатора убедитесь в работоспособности излучателя. Выключите излучатель, найдите в методике терапии нужную информацию и приступайте к процедуре электролазерной миостимуляции.

По окончании заданного времени аппарат подает непрерывный звуковой сигнал. Если при этом нажать кнопку «ВВОД», то аппарат восстановит ранее введенные данные. Если нажата какая либо иная кнопка, то аппарат переходит на начальный диалог.

5.2. Электролазерная миостимуляция при мышечных напряжениях в различных видах спорта в тренировочной и соревновательной деятельности

1. При тоническом мышечном напряжении, сопровождающимся возрастающим сопротивлением и изометрическим напряжением:

- статические позы в гимнастике,
- усилия, связанные с удержанием противника на ковре,
- удержание штанги в верхней позиции.

Рекомендуется использовать миостимуляцию в процессе или после окончания тренировки на мышечные структуры верхнего плечевого пояса 10–15–20 минут.

2. Мышечное напряжение носит взрывной характер и требует кратковременных и повторных максимальных усилий в рывке и толчке штанги, элементах борьбы, гимнастике, метании и прыжках в легкой атлетике, акробатике.

Рекомендуется использовать миостимуляцию исполнительных мышечных структур в процессе тренировки по 15–20–30 минут после окончания тренировки.

В соревновательной деятельности между подходами в тяжелой атлетике, перед очередным выходом на ковер в борьбе и на ринг в боксе, смене снарядов в гимнастике, очередном метании и прыжках в легкой атлетике рекомендуется использовать миостимуляцию по 3–5–10 минут на задействованную структуру мышц при выполнении указанного упражнения.

3. Мышечное напряжение в скоростной ациклической работе характерно для всех видов спортивных игр. При этом необходимо избирательно подходить при миостимуляции соотносясь с локомоторной вовлеченностью присущей данному виду спортивной деятельности.

Рекомендуется использовать миостимуляцию в тренировочной и соревновательной деятельности исполнительных мышечных структур по 15–20–30 мин. во время тренировок и по 10–15 мин. во время соревнований перед очередными встречами.

4. Мышечное напряжение в циклических видах спорта связанное со скоростно-силовой выносливостью и фазными усилиями во всех видах гладкого бега, плавании, велосипедном спорте, гребле, лыжном и конькобежном спорте.

Рекомендуется использовать миостимуляцию в указанных видах спорта после окончания тренировки на задействованные группы мышц в течение 15–20–30 мин., а также по 10–15–20 мин. во время соревнований в промежутках перед очередным выходом на старт.

Пояснение: стимулирующий режим – 7094; реабилитационный режим – 7026. Первая цифра режима определяет форму токового импульса. В данном конкретном случае форма синусоидальная. Последние 2–3 цифры определяют частоту следования импульсов, т.е. 9,4 и 2,6 Гц.

В видах спорта, связанных с выносливостью и большим объемом выполняемой работы

В тренировочном периоде:

1. Лазерофорез по показаниям на группы мышц, суставы и связки с 1,5 % р-ром (или гелем) янтарной кислоты по 10–15 мин. в течении 5–10 дней, перерыв 3–5 дней. Повторить курс по 5–10 мин. в течении 5–10 дней.

2. При сохранении мышечного усталостного состояния и болевого синдрома провести 1–2 курса (5–10 дней) сочетанной электролазерной миостимуляции по 3–5 мин. с янтарной кислотой и активирующей частотой – 7094.

3. При диагностированных микротравмах в дополнение к указанным реабилитационно-восстановительным мероприятиям рекомендуется использовать лазеромагнитофорез 1,5 % геля гиалуроновой кислоты с аппликацией на отдельные мышцы, мышечные группы, связочный аппарат и суставы по 3–5 мин. с релаксирующим режимом – 7026.

В соревновательном периоде:

1. Электролазерная миостимуляция основных мышечных групп по 5–10 мин. ежедневно, чередовать активирующую и релаксирующую частоты (7094 и 7026).

2. За 3–5 дней до соревнований по 3–5 мин. – лазерофорез 3 % р-ром янтарной кислоты и активирующей частотой – 7094.

3. В промежутках перед очередным стартом по 2–3–5 мин. – лазерофорез 3 % р-ром янтарной кислоты и активирующей частотой – 7094.

В скоростно-силовых видах спорта

В тренировочном периоде:

1. Лазерофорез с 3 % р-ром (или гелем) янтарной кислоты по 10–15 мин., чередуя ежедневно с электролазерофорезом 1,5 % гелем гиалуроновой кислоты и миостимуляцией в течение 5–10 дней, также чередуется активирующая и релаксирующая частоты (7094 и 7026).

2. Перерыв 3–5 дней.

3. При диагностированных микротравмах электролазеро- и магнитофорез на основные мышечные группы с 1,5 % гелем гиалуроновой кислоты, активирующей частотой – 7094.

В соревновательном периоде:

1. В течение 3–5 дней перед стартами – электролазерофорез 3 % р-ром (гелем) янтарной кислоты, активирующей частотой (7094).

2. Непосредственно за 15–20 мин. до старта электролазерофорез 3 % р-ром янтарной кислоты, активирующей частотой – 7094.

В видах спорта, в которых соревновательный период подразделяется на повторяющиеся циклы

Проведение электролазерной миостимуляции аналогично, что и в скоростно-силовых видах спорта, но по окончании каждого цикла проводится электролазерная миостимуляция – 5 мин. релаксирующей частотой – 7026, затем электростимуляция – 2 мин. (3 %-ной янтарной кислотой) – всего 7 мин.

В игровых видах спорта

Проведение электролазерной миостимуляции аналогично, что и при видах спорта, связанных с выносливостью и большим объемом выполняемой работы, дополнительно – за 5–10 мин. до начала очередного игрового периода необходимо использовать электролазерофорез с 3 %-ной янтарной кислотой в течении 3–5 мин. активирующей частотой – 7094.

Примечание: *Временной диапазон, величина воздействующих факторов и набор средств электролазерной миостимуляции может быть видоизменен врачом, проводящим реабилитационно-восстановительные или лечебные мероприятия в зависимости от объективных показателей, тренировочных и соревновательных задач, а также индивидуальных особенностей, анамнеза травматических нарушений и длительности мышечной утомляемости спортсмена.*

Резюме

Современные спортивные нагрузки в процессе тренировочной и соревновательной деятельности предъявляют повышенные требования не только к физиологическим системам организма, но и к опорно-двигательному аппарату спортсменов. Перенапряжение, микротравмы и заболеваемость локомоторного аппарата являются одной из основных причин снижения эффективности тренировочного процесса и результативности соревновательной деятельности.

В спорте высших достижений опорно-двигательный аппарат – одно из наиболее уязвимых мест у спортсменов. В отдельных мышечных группах, суставах, связках в процессе тренировки могут нарастать явления перенагрузки, которые сопровождаются болевым синдромом переходящим в заболевание.

Апробация предлагаемого метода электролазерной миостимуляции на добровольцах, занимающихся физической культурой, а также на спортсменах высшей квалификации, показала выраженный тренировочный и соревновательный эффект, предотвращающий мышечное перенапряжение и микротравмы.

Электролазерная миостимуляция прошла проверку при восстановлении спортсменов в процессе тренировочной и соревновательной деятельности, подтвердив свою высокую эффективность.

Электролазерная миостимуляция с использованием лазерофореза БАВ локализует и устраняет болевой синдром при мышечных растяжениях, микротравмах, а также оказывает выраженный оздоровительный эффект на коллагеновую и соединительную ткань (крупные и мелкие суставы, внутрисуставные поверхности, сухожилия и сухожильные сочленения).

Таким образом, под воздействием электролазерной миостимуляции и лазерофореза БАВ совершенствуется тренировочный и соревновательный процесс, а также в более короткие сроки ликвидируются последствия мышечного перенапряжения, растяжения мышц и микротравм опорно-двигательного аппарата.

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ УТОМЛЕНИЯ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ И
МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ.
ВОЗМОЖНОСТИ КОРРЕКЦИИ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ.**

Изучение физиологических механизмов развития утомления, идентификация начальной и крайней степени его проявления является одной из ведущих проблем при построении тренировочного процесса в спорте высших достижений. Данный вопрос напрямую связан с повышением эффективности тренировочного процесса и возможностью достижения высоких спортивных результатов в процессе соревновательной деятельности.

Знание физиологических механизмов утомления позволяет планировать и контролировать тренировочную и соревновательную деятельность спортсменов при физических нагрузках большого объема и интенсивности. Постоянный мониторинг последовательности физиологических реакций организма под воздействием физических нагрузок позволяет выявить динамику физиологических сдвигов в организме на фоне утомления, что является важным фактором в управлении тренировочным процессом высококвалифицированных спортсменов. Данный подход даёт возможность выявлять тонкую грань между достижением организмом нового качественного уровня адаптации к физическим нагрузкам и срывам компенсаторных механизмов, связанных с перенапряжением функциональных систем организма, обеспечивающих данную работу.

Анализ физиологических механизмов утомления в спорте высших достижений нами рассматривается в двух направлениях. Во-первых, степень и глубина утомления как фактор, инициирующий процессы адаптации к более высоким физическим нагрузкам, то есть закрепление тренировочного эффекта за счет стимуляции резервных возможностей организма. Во-вторых, высокая степень утомления и развивающееся при этом охранительное торможение со стороны центральной и вегетативной нервной системы на фоне крайнего истощения функциональных и метаболических резервов организма.

Современные спортивные нагрузки в спорте высших достижений предъявляют высокие требования к физиологическим системам организма человека. В связи с этим, помимо вышеуказанных проблем, связанных с утомлением, достаточную актуальность приобретает вопрос о том, как отсрочить стадию устойчивого утомления или предотвратить его развитие в целях повышения эффективности тренировочного процесса и достижения высокого спортивного результата.

1. Особенности механизмов утомления при различной спортивной деятельности.

Спортивная наука содержит большое количество формулировок понятия утомления, что указывает на сложность проблемы и на разность подходов в изучении данного вопроса. Ряд авторов считают, что утомление – это функциональное состояние организма, вызванное умственной или физической работой, при котором могут наблюдаться временное снижение работоспособности, изменение функций организма и появление субъективного ощущения усталости (Солодков А.С., Сологуб А.С., 2001).

Профессор Данько Ю.И. (1974) считает, что утомление при мышечной работе отображает особое физиологическое состояние человека, проявляющееся в дискоординации физиологических функций работающего организма и во временном снижении его работоспособности, которое наступает в результате активной деятельности локомоторного аппарата.

В спортивной физиологии утомление представляется как биологически целесообразная охранительная реакция, направленная против истощения функционального потенциала организма (Коц Я.М., 1975).

В настоящее время критериями изучения процесса утомления считаются его физиологическая локализация и механизм развития (Яковлев Н.Н., 1981; Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко Э.Н., 2000). Физиологические механизмы утомления определены исходным функцио-

нальным состоянием различных органов и систем организма, их координационными взаимоотношениями, которые связаны с характером выполняемой работы и другими факторами.

Физиологические механизмы развития утомления обусловлены мощностью нагрузки, ее длительностью, характером упражнений, сложностью их выполнения, а также адаптивными реакциями организма при выполнении физической работы большого объема и интенсивности. Вместе с тем рост спортивных результатов в спорте высших достижений на фоне всё возрастающих физических нагрузок тренировочной и соревновательной деятельности требует расширения и углубления медико-биологических знаний о физиологических механизмах и компенсаторных реакциях организма, вовлечённых в обеспечение выполняемой физической работы. При этом утомление, наступающее при аэробной и анаэробной мощности выполняемой циклической работы, имеет различный уровень метаболического обеспечения, так как напрямую зависит от объема и интенсивности физических нагрузок и морфофункционального состояния мышечного аппарата спортсмена.

Наши собственные исследования биопсии мышц показали разное процентное содержание различного типа мышечных волокон в скелетных мышцах спортсменов, что отражает их индивидуальные физические особенности и определяет потенциальные возможности в преимущественном развитии тех или иных физических качеств, то есть в совершенствовании определённой спортивной дисциплины (Сергеев Ю.П., Язвиков В.В., Иваницкая В.В., Мартиросов Э.Г., Фудин Н.А., 1983). На основе гистохимического и электронно-микроскопического анализа состава различного типа мышечных волокон авторам удалось получить целый ряд интересных данных, меняющих существующие представления о физиологических основах проблем адаптации, утомления, восстановления и повышения спортивной работоспособности.

Утомление при максимальной интенсивности выполняемой циклической работы в короткий промежуток времени (спринтерские дистанции) формируется на фоне функциональной лабильности нервных центров в результате указанной работы, которая сопровождается их торможением. На фоне сильнейшего возбуждения двигательных центров и анаэробной мощности выполняемой работы в скоростно-силовом режиме нарастает концентрация недоокисленных продуктов, что в конечном итоге снижает активность нервных центров, влияющих на гликолитические двигательные единицы мышечных структур. При этом анаэробный гликолиз развивается медленно и концентрация лактата в работающих мышцах незначительна. Выхода продуктов обмена в кровь за это короткое время почти не происходит и влияние вегетативных сдвигов в картине утомления практически отсутствует (Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко Э.Н., 2000).

Физиологическая картина утомления имеет другие характеристики, когда при выполнении беговой работы в режиме субмаксимальной интенсивности требуется скоростная выносливость. Утомление при такой работе связано как с изменениями в центральной нервной системе, так и в вегетативном обеспечении организма. Нарастание кислородного долга на фоне гипоксии сопровождается накоплением продуктов мышечного метаболизма – молочной и фосфорной кислот. Известно, что при субмаксимальных и длительно выполняемых физических нагрузках сократительная способность смешанных двигательных единиц существенно снижается. При этом зону сокращения мышц, когда уменьшается её сократительная способность, считают не только зоной активной недостаточности, но предвестником мышечного утомления (Бехтерева Т.Л., Борисова О.Н., Вигдорчик В.И., Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Корягин А.А., 2004; Григорьев А.И., Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Виноградова О.Л., 2005). Следовательно, физиологический механизм формирования утомления при физической работе субмаксимальной интенсивности формируется на фоне многих причин и напрямую зависит от взаимодействия центральной нервной системы с вегетативными показателями, обеспечивающими анаэробную и аэробную работу спортсмена.

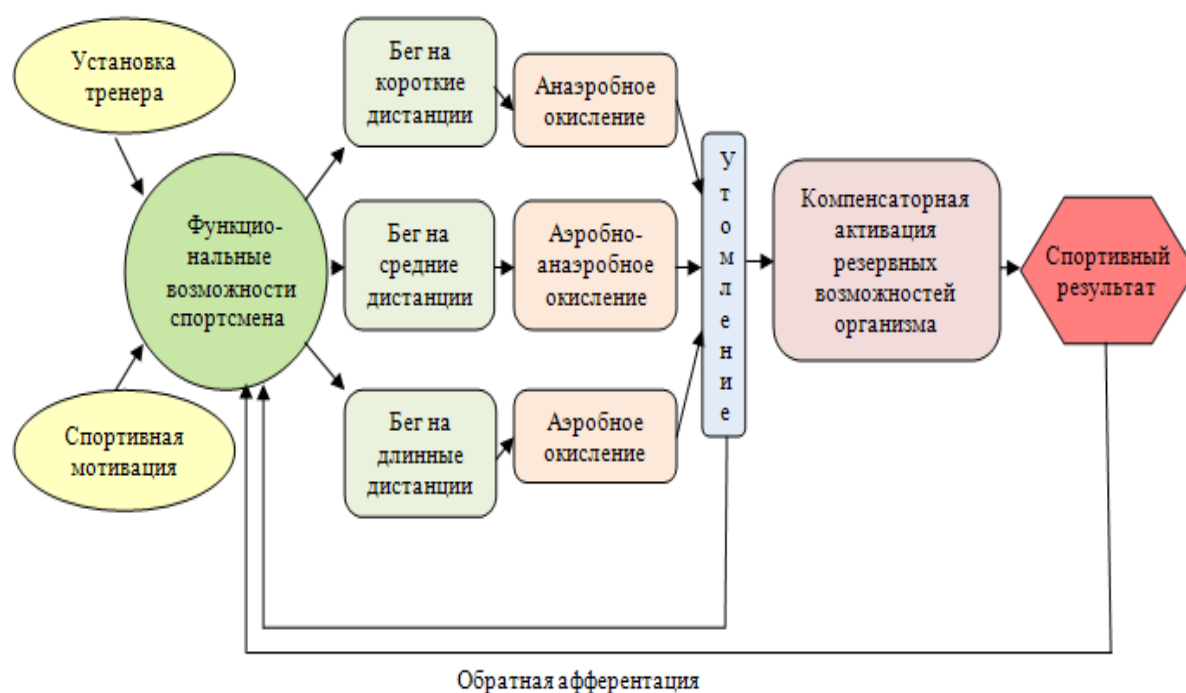


Рис. 36. Системная организация достижения спортивного результата с помощью активации резервных возможностей организма при утомлении в процессе бега на короткие, средние и длинные дистанции

Мышечная деятельность спортсменов при выполнении беговой работы на длинных и сверхдлинных дистанциях осуществляется при предельно усиленной функции внешнего дыхания, газообмена и кровообращения. Повышенная вегетативная активность организма связана с необходимостью доставки и потребления кислорода работающими мышцами. Длительная циклическая деятельность (беговая работа) снижает функциональные возможности центральной нервной системы, так как при этом наблюдаются значительные изменения внутренней среды организма (гипогликемия, гипоксемия, гипертермия, снижение гормональной стимуляции), что приводит к развитию утомления. В данном случае ведущим механизмом в развитии утомления является запредельное торможение в нервных клетках под влиянием многократного и однообразного раздражения – афферентной импульсации от работающих мышц.

Анализируя состояние утомления при кратковременной работе максимальной интенсивности (короткие дистанции), субмаксимальной интенсивности (средние дистанции), а также умеренной интенсивности (длинные и сверхдлинные дистанции) обращает на себя внимание тот факт, что в понимание физиологических механизмов утомления встраиваются постоянно действующие межсистемные отношения нейрофизиологических параметров и морфофункциональных особенностей быстрых и медленных волокон мышечного аппарата, поэтому небезынтересно рассмотреть данную проблему с позиций теории функциональных систем П.К. Анохина (1975).

2. Утомление как компонент системной организации спортивной деятельности.

Теория функциональных систем организма (Анохин П.К., 1975; Судаков К.В., 2011) дает возможность с системных позиций исследовать спортивную деятельность человека. Показано, что спортивная деятельность включает сложные механизмы взаимодействия психофизиологических и вегетативных процессов способствующих достижению высокого спортивного результата (Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Радчич И.Ю., 2012).

В соответствии с теорией функциональных систем системообразующим фактором целе-

направленного поведения спортсмена является планируемый им спортивный результат, который является конечной целью, к которой стремится спортсмен. Он мобилизует деятельность спортсмена, ориентированную на его будущий спортивный результат, и образует функциональные системы тренировочной и соревновательной деятельности. При этом происходят изменения физиологических процессов во всех функциональных системах организма (Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Орлов В.А., 2011; Фудин Н.А., Вагин Ю.Е., Классина С.Я., 2012).

Целенаправленное поведение спортсмена начинается с установки тренера, а также с формирования исходного психофизиологического состояния спортсмена, возникающего в коре головного мозга при взаимодействии мотивации, памяти, эмоциональных переживаний и обстановочной информации. Афферентный синтез через обратную афферентацию поступающей в центральную нервную систему информации определяет функциональные возможности спортсмена по достижению спортивного результата (рис. 36).

Функциональные процессы утомления при различных режимах выполнения беговой работы не являются независимыми друг от друга. Взаимодействуя между собой, они образуют элементы системной организации поведенческих и гомеостатических процессов, обеспечивающих результат спортсмена. Последовательность возникновения этих процессов имеет особенности в различных видах беговой работы и индивидуальна для каждого спортсмена. В спринте преобладают анаэробные процессы в работающей скелетной мускулатуре и центральные механизмы утомления. При этом центральное утомление опережает периферическое утомление нервно-мышечной системы.

При работе спортсмена с субмаксимальной интенсивностью на средних дистанциях происходят как анаэробные, так и аэробные процессы окисления. Начинают появляться эффекты гипоксии, гипокании и накопления продуктов окисления в работающих мышцах. Нарастают нарушения в дыхательной и сердечнососудистой системе.

На стайерских дистанциях возникают глубокие метаболические аэробные изменения, накапливаются токсические продукты обмена, нарушается водно-солевой баланс, изменяются клеточные и молекулярные процессы возбуждения в центральной и периферической нервной системе.

Комбинация различных нарушений функций организма приводит к уменьшению работоспособности нервно-мышечной системы спортсмена. Интегральная оценка этих изменений в организме характеризует утомление спортсмена, выражающееся в ограничении выполнения циклической работы. Это состояние субъективно оценивается спортсменом как усталость (Фудин Н.А., Вагин Ю.Е., Пигарева С.Н., 2014).

3. Механизмы адаптации при утомлении

Физиологические механизмы «центрального» утомления человека при статической физической работе обусловлены снижением функции мотонейронов спинного мозга (Арчвадзе Л.Е., 1989; Enoka R.M., 2008; Farina D., 2009). Снижение функции мотонейронов спинного мозга при физической работе происходит в результате уменьшения возбудимости α -и γ -мотонейронов передних рогов сегментов спинного мозга. Этот феномен называется *адаптацией*. При развитии адаптации мотонейроны постепенно уменьшают частоту генерации потенциалов действия в процессе выполнения физической работы, что приводит к снижению физиологических показателей работоспособности мышц во время статической физической работы. Различают раннюю и позднюю адаптацию мотонейронов. *Ранняя адаптация мотонейронов* возникает в первые секунды после начала мышечных сокращений, а *поздняя* – в процессе выполнения физической работы по мере развития утомления (Ткаченко Б.И., 2005).

Физиологический механизм адаптации при утомлении человека имеет место в мотонейронах, иннервирующих мышцы как верхних, так и нижних конечностей (Taylor J.L., 2008). Именно снижение частоты разрядов спинальных мотонейронов является основной причиной уменьшения силы и мощности мышечного сокращения.

Одновременно при развитии утомления увеличивается период времени мышечного расслабления. Адаптация мотонейронов может привести к полному прекращению активности отдельных двигательных единиц. Это характерно, прежде всего, для низкопороговых мотонейронов спинного мозга и механизм развивается при участии тормозного медиатора гамма-аминомасляной кислоты. При этом частота генерации импульсов в мотонейронах снижается тем быстрее, чем выше скорость мышечного сокращения, т. е. прямо зависит от мощности выполняемой мышцами работы. При развитии физического утомления, кроме снижения электрической активности мотонейронов спинного мозга, у нейронов начинает варьировать частота генерации импульсов. Эти изменения электрической активности мотонейронов спинного мозга, как правило, проявляется с момента снижения показателей произвольной силы мышечного сокращения.

В основе физиологического механизма феномена адаптации мотонейронов при утомлении у человека лежат такие процессы, как возвратное торможение при участии *клеток Реншоу*, рефлекторное уменьшение возбудимости мотонейронов под влиянием импульсов от рецепторов сокращающихся мышц, пресинаптическое торможение и, наконец, уменьшение возбудимости мотонейронов под влиянием нейромодуляторов. *Клетки Реншоу* вызывают классическое торможение мотонейронов спинного мозга, которые иннервируют мышцы-антагонисты с одной стороны туловища, или мышцы-синергисты обеих конечностей, и, таким образом, усиливают развитие феномена адаптации мотонейронов.

Тормозные интернейроны сегментов спинного мозга, которые получают нисходящие эфферентные сигналы от двигательных центров ствола мозга и афферентные волокна от проприорецепторов скелетных мышц, также уменьшают возбудимость мотонейронов спинного мозга. В процессе мышечных сокращений к тормозным интернейронам спинного мозга поступает нарастающий поток импульсов от проприорецепторов.

В результате как *клетки Реншоу*, так и тормозные интернейроны сегментов спинного мозга постепенно повышают свою электрическую активность и при участии тормозного медиатора гамма-аминомасляной кислоты гиперполяризуют мембрану α - и γ -мотонейронов, снижая их возбудимость. В результате у мотонейронов снижается частота генерации потенциалов действия мотонейронов, что обуславливает уменьшение силы и мощности сокращений мышц.

Во время мышечного сокращения растяжение сухожильных рецепторов (органов) Гольджи, расположенных на границе переходов соединительнотканых волокон в мышечные, вызывает генерацию потенциалов действия в чувствительных нервах. Степень возбуждения этих сухожильных рецепторов зависит от силы как изометрических, так и изотонических сокращений скелетных мышц. Нервные импульсы от органов Гольджи поступают в спинной мозг по 15 нервным волокнам и конвергируют на те же мотонейроны сегментов спинного мозга, что 1а тип афферентных волокон, через которые передаются к мотонейронам импульсы от мышечных веретен. Классическое действие 15 афферентных волокон на мотонейроны спинного мозга заключается в торможении мышц одной стороны туловища и одновременно в обширном торможении мышц-синергистов. При этом сухожильные рецепторы Гольджи в процессе развития утомления у человека оказывают влияние на снижение частоты разрядов как α -, так и γ -мотонейронов при участии механизма их пресинаптического торможения.

Свободные нервные окончания, расположенные в скелетных мышцах, возбуждаются при их растяжении, укорочении, ишемии и гипоксии мышечной ткани, что имеет место при физической работе. Нервные импульсы по афферентным немиелинизированным волокнам III и IV групп передаются в спинной мозг. Афферентные волокна III группы обильно иннервируют также сухожилия мышц. Центральный механизм развития утомления при участии афферентных волокон 1а, 15 и мышечных веретен (группа II) осуществляется по типу пресинаптического торможения электрической активности мотонейронов спинного мозга (Farina D., 2009; Gruber M., 2009).

Супраспинальные механизмы утомления человека при статической физической работе, в частности роль нейронов двигательной коры больших полушарий головного мозга, не явля-

ется первичной причиной развития «центрального» утомления. Только при высокой активности нисходящих двигательных команд имеет место феномен адаптации спинальных мотонейронов как причина утомления человека.

Динамическая мышечная работа сопровождается активацией сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной систем, двигательных центров головного и спинного мозга, а также функции многих нейротрансмиттерных систем ЦНС (Хадарцев А.А., Потоцкий В.В., 2009). Физиологические проявления центрального действия этих систем при динамической физической работе человека могут быть компонентами супраспинальных механизмов «центрального» утомления. При физической динамической работе происходит активация функции серотонинергической и норадренергической систем мозга, которые могут изменять уровень активации мозга, степень мотивации выполнения физической работы, уровень внимания и устойчивость к дискомфорту и действию стрессовых факторов. Физическая работа как стрессовый фактор активирует иммунную систему, включая продукцию таких факторов, как кортизол и цитокины. Роль этих процессов в качестве «пусковых» факторов супраспинальных механизмов «центрального» утомления человека требует уточнения (Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Орлов В.А., 2011). При этом наиболее распространенная теория супраспинальных механизмов «центрального утомления» объясняет его природу нарушением метаболизма аминокислот в нейронах серотонинергической системы мозга. Так, нарушение метаболизма аминокислот в нейронах этой медиаторной системы мозга является основной причиной изменений в цикле сна-бодрствования, гипоталамо-гипофизарной оси регуляции функций организма, а также регуляции двигательной функции. При физической работе возрастает проникновение через гематоэнцефалический барьер в мозг аминокислоты триптофана. Этому способствует активация использования в работающих мышцах аминокислот и, как следствие, увеличение концентрации в плазме крови жирных кислот. В результате в плазме крови возрастает отношение между содержанием свободного триптофана и аминокислот с короткой цепью. Триптофан в нейронах ЦНС метаболизируется в серотонин, что повышает его концентрацию в структурах базальных ганглиев, гиппокампа и ствола мозга. Так, агонисты серотонина снижают устойчивость организма к утомлению, а антагонисты, напротив, задерживают развитие этого процесса. У человека блокада обратного захвата серотонина, выделяющегося из нервных терминалей, что исключает его повторное использование в синаптической передаче, увеличивает время физической работоспособности спортсмена в циклических видах спорта. Аналогичный эффект на сохранение физической работоспособности способствует уменьшению соотношения свободного триптофана к аминокислотам в плазме крови путем специально разработанной диеты для спортсменов.

Напротив, активация дофаминергической системы мозга при физической динамической работе тормозит синтез в нейронах мозга серотонина и снижает скорость развития «центрального утомления» при участии супраспинальных механизмов. Однако при длительной динамической физической работе происходит снижение уровня двигательной активности человека за счет периферического утомления. Это ведет к снижению активности дофаминергической системы мозга и, как следствие, увеличивается активность серотонинергической системы мозга. Серотонин, уменьшая активность супраспинальных двигательных центров головного мозга, стимулирует развитие «центрального утомления» (Дармограй В.Н., Карасева Ю.В., Морозов В.Н., Морозова В.И., Наумова Э.М., Хадарцев А.А., 2005; Хадарцев А.А., Морозов В.Н., Карасева Ю.В., Хадарцева К.А., Гордеева А.Ю., 2012; Хадарцев А.А., Морозов В.Н., Карасева Ю.В., Хадарцева К.А., Фудин Н.А., 2012).

Способность приспосабливаться к изменениям внешней и внутренней среды является уникальным свойством организма человека. С позиций теории управления, биологическая адаптация представляет собой динамический колебательный процесс, сопровождающийся перестройкой функциональной системы гомеостаза на новый уровень регулирования (Розенблат В.В., 1961). Одним из общебиологических механизмов, обеспечивающих протекание процесса адаптации, является вариабельность функционирования физиологических систем (Баевский Р.М., 2003, 2006, 2009).

Понятие «адаптация» тесно связано с представлением о функциональных резервах, т. е. скрытых возможностях человеческого организма, которые могут быть реализованы в экстремальных условиях (Гудков А.Б., 2011), а также при занятиях спортом.

Зная закономерности формирования функциональной системы организма, можно различными средствами эффективно влиять на отдельные ее звенья, ускоряя приспособление к физическим нагрузкам и повышая тренированность, т. е. управлять адаптационным процессом.

Знания в области медико-биологических проблем организма при занятиях физкультурой и спортом имеют первостепенное значение для специалистов в области спорта высших достижений, так как позволяют решать вопросы профессиональной ориентации и отбора, допуска к тренировочным занятиям, планировать режим двигательной нагрузки, исходя из уровня физической подготовленности и состояния здоровья организма спортсмена (Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Радчич И.Ю., 2012; Хадарцев А.А., Несмеянов А.А., Еськов В.М., Фудин Н.А., Кожемов А.А., 2013).

В физиологическом отношении адаптация к мышечной деятельности является системным ответом организма, направленным на достижение высокой тренированности и минимизацию физиологической цены за это. С этих позиций адаптацию к физическим нагрузкам следует рассматривать как динамический процесс, в основе которого лежит формирование новой программы реагирования, а сам приспособительный процесс, его динамика и физиологические механизмы определяются состоянием и соотношением задействованных функциональных систем организма.

Нагрузки, применяемые в процессе физической подготовки, выполняют роль раздражителя, возбуждающего приспособительные изменения в организме. Тренировочный эффект определяется направленностью и величиной физиологических и биохимических изменений, происходящих в организме под воздействием применяемых нагрузок (Фудин Н.А., Судаков К.В., Хадарцев А.А., Классина С.Я., Чернышов С.В., 2011). Глубина происходящих при этом в организме физиологических сдвигов зависит от основных характеристик тренировочной и соревновательной деятельности:

1. Интенсивности и продолжительности выполняемых упражнений;
2. Количества повторений;
3. Продолжительности и характера интервалов отдыха между повторением упражнений.

Определенное сочетание перечисленных параметров физических нагрузок позволяет добиться прогнозируемых изменений функционального состояния организма, улучшения обмена веществ и, в конечном итоге, повышения тренированности (Farthing J.P., 2007).

Процесс адаптации организма к воздействию физических нагрузок имеет фазовый характер. Поэтому выделяют два этапа адаптации: срочный и долговременный (хронический).

Этап *срочной адаптации* сводится преимущественно к изменениям энергетического обмена и связанных с ним функций вегетативного обеспечения на основе уже сформированных механизмов их реализации, он представляет собой непосредственный ответ организма на однократные воздействия физических нагрузок. При многократном повторении физических воздействий и суммировании многих следов этих нагрузок постепенно развивается *долгосрочная адаптация*. Этот этап связан с формированием в организме спортсмена структурных изменений, происходящих вследствие стимуляции морфофункциональных систем организма. В процессе долговременной адаптации к физическим нагрузкам активируется синтез нуклеиновых кислот и специфических белков, в результате чего происходит увеличение возможностей опорно-двигательного аппарата, совершенствуется его энергообеспечение.

Установлено, что морфофункциональные перестройки при долговременной адаптации обязательно сопровождаются следующими процессами:

1. изменением взаимоотношений регуляторных механизмов;
2. мобилизацией и использованием физиологических резервов организма;
3. формированием специальной функциональной системы адаптации к конкретной деятельности.

В достижении устойчивой и совершенной адаптации большую роль играют перестройка регуляторных приспособительных механизмов и мобилизация физиологических резервов, а также последовательность их включения на разных функциональных уровнях. Вначале включаются обычные физиологические реакции и лишь затем – реакции напряжения механизмов адаптации, требующие значительных энергетических затрат с использованием резервных возможностей организма, что приводит к формированию специальной функциональной системы адаптации, обеспечивающей конкретную деятельность человека (Фудин Н.А., Вагин Ю.Е., Пигарева С.Н., 2014).

Фазовость протекания процессов адаптации к физическим нагрузкам позволяет выделять три разновидности эффектов в ответ на выполняемую работу. Срочный тренировочный эффект, возникающий непосредственно во время выполнения физических упражнений и в период срочного восстановления в течение 0,5-1,0 часа после окончания работы. В это время происходит устранение образовавшегося во время работы кислородного долга.

Такая реакция называется *срочной адаптацией*. Представление о срочной адаптации облегчит понимание постоянной адаптации, происходящей в организме, когда он сталкивается с повторяющимися циклами физических нагрузок, например, изменением функции сердечно-сосудистой системы после длительных циклических и тренировочных нагрузок, ориентированных на развитие выносливости.

Изучены основные понятия и принципы, связанные как со срочными реакциями на физические нагрузки, так и с постоянной адаптацией к длительным тренировкам.

Последние разработки позволяют контролировать потребление кислорода во время непосредственной физической деятельности за пределами исследовательской лаборатории. Отставленный тренировочный эффект является результатом последовательного суммирования срочных и отставленных эффектов повторяющихся нагрузок. В результате кумуляции следовых процессов физических воздействий на протяжении длительных периодов тренировки происходит прирост показателей работоспособности и улучшение спортивных результатов.

Небольшие по объему физические нагрузки не стимулируют развитие тренируемой функции и считаются неэффективными. Для достижения выраженного тренировочного эффекта необходимо выполнить околопредельный объем физической работы.

Дальнейшее наращивание объемов выполняемой работы сопровождается, до определенного предела, пропорциональным увеличением тренируемой функции. Если нагрузка превышает предельно допустимый уровень, то развивается состояние перетренированности, сопровождающаяся срывом адаптационных механизмов саморегуляции физиологических функций (Берсенев Е.Ю., 2004).

Адаптивные перестройки – динамический процесс, поэтому в динамике адаптационных изменений у спортсменов целесообразно выделять несколько стадий (физиологического напряжения организма, адаптированности, дизадаптации и реадаптации), каждой из которых присущи свои функционально-структурные изменения и регуляторно-энергетические механизмы. Естественно, основными, имеющими принципиальное значение в спорте следует считать две первые стадии (Хадарцев А.А., Грачев Р.В., Веневцева Ю.Л., Фудин Н.А., Наумова Э.М., 2012).

У спортсменов в стадии напряжения организма преобладают процессы возбуждения в коре головного мозга, возрастают функции коры надпочечников, увеличиваются показатели вегетативных систем и уровень обмена веществ; спортивная работоспособность неустойчива. В эндокринном фоне преобладают продукция катехоламинов и глюкокортикоидов, которым принадлежит ведущая роль в адаптивных сдвигах углеводного обмена. Одновременно эти гормоны повышают активность гормоночувствительной липазы жировой ткани (Поликарпочкин А.Н., 2008).

Взросший жиромобилизующий эффект подготавливает следующую метаболическую фазу приспособительных изменений – фазу усиления липидного обмена, что соответствует преимущественно стадии адаптированности организма. Физиологическую основу этой стадии составляет вновь установившийся уровень функционирования различных органов и сис-

тем для поддержания гомеостаза в конкретных условиях жизнедеятельности деятельности. Определяемые в это время функциональные показатели в состоянии покоя не выходят за рамки физиологических колебаний, а работоспособность спортсменов стабильна и даже повышается. Следовательно, в процессе долговременной адаптации спортсменов к физическим нагрузкам гормоны играют ведущую роль в механизмах переключения энергетического обмена с углеводного типа на жировой. При этом если катехоламины подготавливают такое переключение, то глюкокортикоиды его реализуют (Duchateau J., 2006; Coffey V.G., 2007).

При длительном воздействии на организм интенсивных и больших по объему тренировочных и соревновательных нагрузок могут происходить нарушение нейроэндокринной регуляции, уменьшение содержания катехоламинов и глюкокортикоидов и снижение уровня энергетического обмена, в результате чего возможны различные расстройства, характеризующие наступление третьего периода адаптационных изменений – стадии дезадаптации. В это время наблюдаются неблагоприятно направленные изменения функций организма, существенное снижение общей и специальной работоспособности спортсмена, его адаптивных возможностей, а также могут развиваться преморбидные состояния и профессионально обусловленные отклонениями в состоянии здоровья (Григорьев А.И., 2007).

После длительного перерыва в систематических тренировках или их прекращения возникает стадия реадaptации, которая характеризуется приобретением других свойств и качеств организма. Физиологический смысл этой стадии – снижение уровня тренированности и возвращение некоторых показателей функций организма к исходным значениям. Спортсменам, систематически тренировавшимся многие годы и оставляющим большой спорт, требуются специальные, научно обоснованные оздоровительные программы для возвращения организма к нормальной исходной жизнедеятельности.

О системных механизмах адаптации к физическим нагрузкам можно судить только на основе всестороннего учета совокупности реакций целостного организма, включая реакции со стороны центральной нервной системы, локомоторного и гормонального аппаратов, органов движения и кровообращения, системы крови, анализаторов, обмена веществ и др. функциональных систем. Следует также подчеркнуть, что выраженность изменений функций организма в ответ на физическую нагрузку зависит, прежде всего, от индивидуальных особенностей человека и уровня его тренированности (Хадарцев А.А., Еськов В.М., Несмеянов А.А., Фудин Н.А., 2013).

Процесс адаптации связан с неодинаковой биологической значимостью различных функциональных систем организма. Адаптация основана на согласованных реакциях отдельных органов и систем, которые изменяются хотя и неодинаково, но в целом обеспечивают оптимальное функционирование целостного организма. Этим, например, обусловлено торможение деятельности органов пищеварения и выделения у спортсменов при интенсивной физической работе, в результате чего сохраняются резервные возможности организма для усиления функций дыхания и кровообращения, непосредственно обеспечивающих организм кислородом.

Адаптационно-приспособительная деятельность требует затрат энергии, в связи с чем можно говорить о «цене адаптации», которая определяется степенью напряжения регуляторных механизмов и величиной израсходованных функциональных резервов.

В области космической медицины была разработана концепция о возможности использования системы кровообращения в качестве индикатора адаптационных реакций целостного организма (Баевский Р.М., 2006; Григорьев А.И., 2007). Организм можно представить как систему, состоящую из управляемого (опорно-двигательный аппарат и внутренние органы) и управляющего (центральная нервная система) элементов, то согласующим звеном между ними является аппарат кровообращения. Как известно, ведущую роль в регуляции деятельности сердца и сосудов играет вегетативная нервная система. Рассмотрим двухконтурную систему, состоящую из двух гомеостазов: вегетативного как управляющего и миокардиально-гемодинамического как управляемого. Тогда процесс адаптации организма к воздей-

вующим условиям среды может быть описан, исходя из взаимодействия между управляющим и исполнительными функциональными системами.

Двухконтурная модель регуляции сердечного ритма была предложена Баевским Р. М. в 1968 году и основывается на кибернетическом подходе. Модель представлена в виде двух контуров (центральный и автономный), которые связаны между собой прямой и обратной связями. Общая закономерность состоит в том, что более высокие уровни управления тормозят активность более низких уровней. В ответ на нагрузочные (стрессорные) воздействия могут наблюдаться разные реакции ритма сердца. При оптимальном регулировании – управление происходит с минимальным участием высших уровней управления, с минимальной централизацией управления.

С учетом роли каждого из них в реализации адаптационных реакций организма переход от одного функционального состояния к другому происходит в результате изменений одного из 3 свойств биосистемы:

- 1) уровня функционирования;
- 2) функционального резерва;
- 3) степени напряжения регуляторных механизмов.

Уровень функционирования, определяемый значениями основных показателей системы кровообращения, есть не что иное, как характеристика миокардиально-гемодинамического гомеостаза (Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцев А.А., Хадарцева К.А., 2011).

С учетом прогноза функциональной готовности и возможного утомления можно дифференцированно осуществлять коррекцию функционального состояния спортсмена путем подбора комплексов восстановительных средств разнонаправленного, а зачастую и сочетанного действия, а также коррекцию тренировочных нагрузок.

При этом анализ физиологического воздействия центральных надсегментарных систем вегетативной регуляции и его органно-периферического отображения позволяет определять конкретные клинко-диагностические подходы к распознаванию утомления, а также подбора методов и средств для проведения реабилитационно-восстановительных мероприятий.

4. Возможности митохондриальной активации при утомлении

Митохондрии (от греч. *Mitos* – нить + *Chondrion* – зернышко) – органоиды цитоплазмы животных и растительных клеток в виде нитевидных или гранулярных образований, состоящие из белка, липидов, РНК и ДНК. Размеры их варьируют от 0,5 до 5-7 мкм, количество в клетке составляет от 50 до 1000 и более. Основная функция *митохондрий* состоит в выработке энергии и обеспечении функции дыхания. Клеточное дыхание – это последовательность реакций, с помощью которых клетка использует энергию связей органических молекул для синтеза макроэргических соединений типа АТФ. Образующиеся внутри *митохондрий* молекулы АТФ переносятся наружу, обмениваясь на молекулы АДФ, находящиеся вне *митохондрий*.

В *митохондриях* осуществляется: превращение *пирувата* в *ацетил-КоА*, катализируемое *пируватдегидрогеназным* комплексом: цитратный цикл – дыхательная цепь, сопряженная с синтезом АТФ (сочетание этих процессов – «*окислительное фосфорилирование*») – расщепление жирных кислот путем β -окисления и частично цикл мочевины. *Митохондрии* поставляют клетке продукты промежуточного метаболизма и действуют как *депо ионов кальция*, которое с помощью ионных насосов поддерживает концентрацию Ca^{2+} в цитоплазме на постоянном низком уровне (ниже 1 мкмоль/л).

Примерный вклад в увеличение размеров мышцы в %: капилляризация – 3-5, *митохондрии* – 15-25, саркоплазма (клеточная жидкость) – 20-30, соединительные ткани – 2-3, мышечные фибриллы – 20-30, гликоген – 2-5. Нетрудно заметить, что из всех составляющих наиболее значимы три: *митохондрии*, *саркоплазма*, *миофибриллы*.

Одним из показаний к применению препарата *мексидол* (Этилметилгидроксипиридина сукцинат, *Aethylmethylhydroxypyridini succinas*) – являются физические и умственные пере-

грузки (Е63 по МКБ). Естественно, что при интенсивных занятиях спортом такие перегрузки имеют место (Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Орлов В.А., 2011).

Описано использование *мексидола* и гипербарической оксигенации самостоятельно, а также их сочетание, позволяющее повышать умственную и физическую работоспособность спортсменов при выполнении максимальной и субмаксимальной физической нагрузки (Левшин И.В., 2006; Поликарпочкин А.Н., 2006, 2008).

Мексидол обладает антигипоксическим, стресспротективным, ноотропным, противосудорожным и анксиолитическим действием, способностью ингибировать свободнорадикальные процессы окисления липидов. Препарат повышает резистентность организма к воздействию различных повреждающих факторов, в том числе к патологическим состояниям, обусловленным дефицитом кислорода, улучшает мозговой метаболизм и кровоснабжение головного мозга, микроциркуляцию и реологические свойства крови, уменьшает агрегацию тромбоцитов. Стабилизирует мембранные структуры клеток крови (эритроцитов и тромбоцитов), предотвращая гемолиз. *Мексидол* обладает противовоспалительным и бактерицидным действием, ингибирует протеазы, усиливает дренажную функцию лимфатической системы, усиливает микроциркуляцию, стимулирует репаративно-регенеративные процессы.

Мексидол активирует энергосинтезирующие функции *митохондрий*, улучшает энергетический обмен клетки и оптимизирует синаптическую передачу. Кроме того, сукцинат, входящий в его состав, сам включается в работу дыхательной цепи, повышая ее эффективность и активность антиоксидантных ферментов, ответственных за образование и расходование активных форм кислорода, в частности, супероксиддисмугазы. *Мексидол* стимулирует прямое окисление глюкозы по пентозофосфатному шунту, повышает уровень пула *восстановленных нуклеотидов* (НАДФН), усиливая антиоксидантную защиту клетки, стабилизируя уровень эндогенных антиоксидантов. Эффекты *мексидола* выявляются в диапазоне дозы от 10 до 300 мг/кг. Повышает резистентность организма к действию различных экстремальных повреждающих факторов (нарушение сна, конфликтные ситуации, стресс, травмы головного мозга, электрошок, физические нагрузки, гипоксия, ишемия, различные интоксикации, в том числе этанолом) (Шокин М.Н., Власов А.П., Ховряков А.В., 2011).

Изучены результаты применения *мексидола* у тяжелоатлетов (Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Несмеянов А.А., 2015).

Под наблюдением были 15 здоровых мужчин в возрасте от 19 до 22 лет, занимающихся атлетической гимнастикой – составивших основную группу. Контрольная группа представлена 23 спортсменами с идентичным возрастом и силовой подготовкой. От всех испытуемых получено информированное согласие на исследование. Исходное клиническое и лабораторное обследование – без выявленной патологии. Спортсменам основной группы назначался *мексидол* в дозировке 200 мг/кг массы тела в течение 2,5 недель ежедневно. Тренировочная нагрузка в основной и контрольной группах проводилась планоно, идентично.

Были получены следующие результаты (табл. 51):

Таблица 51

№п/п	Упражнение	Кол-во	До/после	М±m, кг	p
1.	Жим штанги лежа	15	до	118,4±3,2	
			после	125,7±2,4	<0,05
2.	Становая тяга	15	до	163,1±2,7	
			после	172,5±1,5	<0,05

Если в контрольной группе прирост показателей жима штанги лежа и становой тяги был статистически недостоверен, то в основной группе достигнут существенный достоверный прирост этих показателей. Можно объяснить полученный результат, исходя из фарма-

кологических свойств *мексидола*, улучшающего энергосинтезирующие свойства *митохондрий*.

Наряду с изучением энергообразования в *митохондриях*, необходимо дальнейшее углубленное исследование свойств *мексидола*, его оптимальных дозировок и возможностей потенцирования имеющегося эффекта поставкой пластических веществ, воздействием на другие уровни систем управления при занятиях спортом. Целесообразно также изучение эффектов *мексидола* при разработке методов и средств в системе реабилитационно-оздоровительных мероприятий при выполнении тренировочной работы большого объема и интенсивности.

Резюме

Проблема утомления в спорте сопряжена с пониманием физиологических функций при мышечном напряжении. Процессы утомления и восстановления сопряжены между собой, имеют общее энергетическое и пластическое обеспечение, находящееся под контролем центральных механизмов управления жизнедеятельностью. При этом важную роль играют программы адаптации. Определены возможности внешних управляющих воздействий на механизмы утомления через стимуляцию митохондриальной активности.

ГЛАВА VII

СИСТЕМА КРОВИ.

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ В СПОРТЕ ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ.

1. Функциональные и гормональные особенности крови спортсменов

Воспитание спортсменов высшей квалификации это чрезвычайно сложный многофакторный процесс, основанный на методологии физического воспитания и практике тренировочного процесса, а также на самых современных достижениях медико-биологической науке. Значение медико-биологического обеспечения спортсменов высшей квалификации объективно связано с управлением тренировочного процесса, сохранением здоровья и ростом спортивных результатов. С медико-биологических позиций, тренировочный процесс – это активно воздействующий физический раздражитель практически всех функциональных систем организма. Физическая тренировка с выполнением большого объема и высокой интенсивностью выполняемой работы вызывает в организме резкие возмущения и компенсаторные сдвиги как в плане непосредственной реакции на физическую нагрузку, так и в плане длительного последствия. При отсутствии медико-биологического контроля и неправильном построении тренировочного процесса в организме наступает декомпенсация, сопровождающаяся истощением энергетических, пластических структур и механизмов, что, как правило, сопровождается угнетением активности ферментативной и нервной системы. Указанные физиологические сдвиги в тренировочном процессе не должны превышать адаптационных возможностей организма, т.к. могут сопровождаться срывом компенсаторных механизмов и необратимыми нарушениями физиологических функций.

Спортивная тренировка по своей сути направлена на увеличение способности организма адаптироваться к изменяющимся условиям внешней среды. Подвергая мышцы всё возрастающим экстремальным нагрузкам, спортсмены стимулируют в организме восстановительные процессы, которые компенсируют воздействие нагрузок, а увеличение нагрузок связано с достижением выносливости выше исходного значения. Такие тренировки мышц приводят, при условии соответствующего питания и кровоснабжения, к увеличению мышечной массы. Похожий механизм работает и в случае развития других качеств – гибкости, выносливости, скорости. Но физиологические возможности организма не безграничны. В реальных условиях главным лимитирующим звеном в системе транспорта кислорода при интенсивной мышечной работе, становится работа сердечно-сосудистой системы и кислородная емкость крови. Частота сердечных сокращений человека может достигать своего физиологического предела 185–210 ударов в минуту, если скорость циркуляции крови возрастает в 5–6 раз. В этих условиях организму необходим большой сердечный выброс, который ведет к формированию так называемого спортивного сердца с физиологической дилатацией полостей и гипертрофией стенок желудочков. В условиях компенсации эти изменения создают возможность индивидуального увеличения ударного объема – количества крови, выбрасываемого сердцем за одно сокращение. Термин «спортивное сердце» не означает, что оно сильное и тренированное. Он свидетельствует о том, что имеется гипертрофия миокарда на фоне отставания в росте системы сердечных коронарных артерий. Итог такой патологии может быть плачевным, что подтверждается спортивно-медицинской практикой, когда отсутствие должного медико-биологического контроля в спорте высших достижений приводит к необратимым кардиогемодинамическим изменениям и трагическим последствиям.

Все клетки крови развиваются из общей полипотентной *стволовой клетки крови* (СКК) в эмбриогенезе и после рождения. Плазма составляет 55–60 % объема крови, форменные элементы – 40–45 %. Плазма крови представляет собой жидкое (точнее, коллоидное) межклеточное вещество. Она содержит 90 % воды, около 6,6–8,5 % белков и других органических и минеральных соединений – промежуточных или конечных продуктов обмена веществ, пере-

носимых из одних органов в другие. К основным белкам плазмы крови относятся альбумины, глобулины и фибриноген. Кровь и лимфа вместе с соединительной тканью образуют т.н. внутреннюю среду организма. Они состоят из плазмы (жидкого межклеточного вещества) и взвешенных в ней форменных элементов. Эти ткани тесно взаимосвязаны, в них происходит постоянный обмен клеточными элементами, а также веществами, находящимися в плазме. Популяция клеток крови обновляющаяся, с коротким циклом развития, где большинство зрелых форм являются конечными (погибающими) клетками.

К форменным элементам крови относятся: эритроциты, лейкоциты, и тромбоциты.

Эритроциты у человека около 5×10^{12} в 1 литре крови, их основная функция – обеспечение других клеток кислородом и освобождение от углекислого газа. Цитоплазма эритроцита состоит из воды (60 %) и сухого остатка (40 %), содержащего, в основном, *гемоглобин*, который при электронной микроскопии выявляется в гиалоплазме эритроцита в виде многочисленных плотных гранул диаметром 4–5 нм. Этот белок – сложный пигмент, состоящий из четырех полипептидных цепей *глобина* и *гема* (железосодержащего *порфирина*), обладающий высокой способностью связывать кислород (O_2), углекислоту (CO_2), угарный газ (CO) и некоторые другие. Связывая кислород в легких, *гемоглобин* эритроцитов преобразуется в *оксигемоглобин*. В тканях выделяемая углекислота (конечный продукт тканевого дыхания) поступает в эритроциты и, соединяясь с *гемоглобином*, образует *карбоксигемоглобин*. Разрушение эритроцитов с выходом *гемоглобина* из клеток называется гемолизом. Утилизация старых или поврежденных эритроцитов или их клеточных оболочек производится макрофагами главным образом в селезенке, а также в печени и костном мозге, при этом *гемоглобин* распадается, а высвобождающееся из *гема* железо используется для образования новых эритроцитов. В цитоплазме эритроцитов содержатся ферменты анаэробного гликолиза, с помощью которых синтезируются АТФ и НАДН, обеспечивающие энергией главные процессы, связанные с переносом O_2 и CO_2 , а также поддержание осмотического давления и перенос ионов через плазмолемму эритроцита. Энергия гликолиза обеспечивает активный транспорт катионов через плазмолемму, поддержание оптимального соотношения концентрации K^+ и Na^+ в эритроцитах и плазме крови, сохранение формы и целостности мембраны эритроцита. НАДН участвует в метаболизме *гемоглобина*, предотвращая окисление его в *метгемоглобин*. Эритроциты участвуют в транспорте аминокислот и полипептидов, регулируют их концентрацию в плазме крови, т.е. являются буферной системой и подвижным депо аминокислот и полипептидов. Эритроциты адсорбируют эти вещества из плазмы, а затем отдают различным тканям и органам. Средняя продолжительность жизни эритроцитов составляет около 120 дней. В организме ежедневно разрушается (и образуется) около 200 млн эритроцитов. При их старении происходят изменения в плазмолемме: так, в гликокаликсе снижается содержание сиаловых кислот, определяющих отрицательный заряд оболочки, отмечаются изменения цитоскелетных белков (спектрина и др.), что приводит к трансформации дискоидной конфигурации клетки в иные формы, вплоть до прегемолитической – сферической. В плазмолемме деградирующих клеток с нарушенной газообменной функцией появляются специфические рецепторы к аутологичным антителам (IgG), которые при взаимодействии с этими антителами образуют комплексы, обеспечивающие «узнавание» их макрофагами и последующий фагоцитоз таких эритроцитов. Эритроциты в зависимости от размера называют микро- и макроцитами, основная масса их представлена нормоцитами. Эритроциты человека представляют собой в норме безъядерный двояковогнутый диск диаметром 7–8 мкм. Ультраструктура его – однообразна, содержащее наполнено нежной грануляцией *гемоглобина*. Наружная мембрана эритроцита представлена плотной двухслойной полоской на периферии клетки. На более ранних стадиях развития эритроцита в рамках совокупности эритрона в кровь выходят *ретикулоциты*, в цитоплазме которых обнаруживаются остатки структур клеток-предшественников (митохондрии и др.).

Дискоидная форма эритроцита свойственна функционально активным и полноценным клеткам. Трансформация эритроцитов в другие формы может быть вызвана воздействием экстремальных факторов. Уменьшение эластичности мембраны вызывает *эхиноцитную*

трансформацию с появлением выростов на поверхности клеток. При уменьшении содержания АТФ в клетках – *дискоциты* могут превращаться в *стоматоциты* и *пойкилоциты*, сферулировать, покрываться мелкими *спикулами* и быстро лизироваться. Эти процессы связаны с изменениями клеточной мембраны, которая является местом, где происходят важнейшие ферментативные процессы, осуществляются иммунные и другие реакции. Кроме того, они несут информацию о группе крови и тканевых антигенах. Зрелые эритроциты не способны к синтезу нуклеиновых кислот и *гемоглобина*. Время их циркуляции в периферическом русле сосудистой системы не превышает 100–120 дней. Начиная с 60-го дня после выхода эритроцита в кровяное русло, постепенно снижается активность ферментов гликолитического цикла, что приводит к уменьшению потенциала энергетических процессов. Снижение интенсивности внутриклеточного обмена при старении клеток обуславливает ежедневную деструкцию и вывод из циркуляции около 200 млрд. эритроцитов ежедневно.

Лейкоциты в крови – около $4-8 \times 10^9$ (т.е. в 1000 раз меньше). Они представлены гранулоцитами (полиморфно-ядерными, нейтрофильными, эозинофильными и базофильными гранулоцитами) и агранулоцитами. В крови также определяется незначительное число плазматических (ДНК-синтезирующих) клеток. Их основная функция – иммунологический контроль внутренней среды организма.

Среди агранулоцитов – *лимфоциты* занимают особое место. Их рассматривают как центральное звено в специфических иммунологических реакций и как предшественников анти-телообразующих клеток, либо как носителей иммунологической памяти. *Лимфоциты* рециркулируют из крови в лимфу, и из лимфы в кровь, они ответственны за выработку и доставку антител при реакциях отторжения и местных аллергических реакциях. Продолжительность жизни *лимфоцитов* колеблется от 4–27 дней до нескольких месяцев. Эти клетки мобильные, способные быстро перемещаться, пенетрировать в другие клетки. Небольшое их количество принимает участие в фагоцитарной реакции. *Моноциты* – наиболее крупные агранулоциты (12–20 мкм) имеют разнообразную форму ядра: от округлой – до неправильной, с многочисленными выступами и инцизурами. Хроматиновая сеть в ядре имеет ширококонитчатое, рыхлое строение. Они обладают резко выраженной способностью к окрашиванию, амёбовидному движению и фагоцитозу остатков клеток и чужеродных мелких тел.

Плазматические клетки встречаются в нормальной крови в единичном количестве. Для них характерно значительное количество рибосом, что делает цитоплазму интенсивно базофильной. Вокруг ядра локализуется светлая перинуклеарная зона, в которой обнаруживается клеточный центр и пластинчатый комплекс. Ядро располагается эксцентрично, является регулятором синтеза иммуноглобулинов

Тромбоциты представляют собой полиморфные безъядерные осколки протоплазмы мегакариоцитов. В кровяном русле имеют дисковидную и овальную форму. В норме различают четыре основных вида тромбоцитов: 1 – нормальные (зрелые) тромбоциты круглой или овальной формы, 2 – юные (незрелые) тромбоциты несколько больших размеров по сравнению со зрелыми клетками, с базофильным содержимым, 3 – старые тромбоциты различной формы с узким ободком и обильной грануляцией, содержат много вакуолей, 4 – прочие формы. Их химический состав сложен, в сухом остатке содержится натрий, калий, кальций, магний, медь, железо, и марганец. В связи с наличием в тромбоцитах железа и меди – можно думать об их участии в дыхании. Большая часть кальция тромбоцитов связана с липидами в виде липидно-кальциевого комплекса. В процессе образования кровяного сгустка важную роль играет калий, выделяемый в сыворотку при необходимости ретракции тромба. Число тромбоцитов – $1,8-4 \times 10^{11}$ в 1 литре крови (т.е. в 20 раз меньше, чем эритроцитов). Они являются важнейшим звеном гемостаза, а также осуществляют питание эндотелия сосудистой стенки. Важнейшим свойством крови является ее текучесть. В кровеносном русле кровь в норме ведёт себя как неньютоновская жидкость, меняющая свою вязкость в зависимости от условий ее течения по сосудам. Вязкость крови в крупных сосудах и капиллярах существенно различается. Неньютоновское поведение крови объясняется большой объёмной концентрацией клеток крови, их асимметрией, присутствием в плазме белков и другими факторами.

Измеряемая на капиллярных вискозиметрах (с диаметром капилляра несколько десятых миллиметра) вязкость крови почти в 5 раз выше вязкости воды. При экстремальных нагрузках, патологии и травмах текучесть крови существенно меняется вследствие действия определённых факторов свёртывающей системы, обеспечивающей ферментативный синтез линейного полимера – *фибрина*, который образует сетчатую структуру, придавая крови свойства геля. Этот «студень», имеющий вязкость, в сотни раз превышающую вязкость крови в жидком состоянии, быстро превращается в сгусток (тромб), проявляет прочностные свойства, высокую адгезивную способность, что позволяет ему удерживаться на ране и защищать её от механических повреждений. Образование сгустков на стенках кровеносных сосудов при нарушении равновесия в свёртывающей системе является одной из причин тромбозов. Образованию сгустка *фибрина* препятствует противосвёртывающая система крови, разрушение образовавшихся сгустков происходит под действием фибринолитической системы. Вначале рыхлый сгусток *фибрина* постепенно становится более плотным, а позже уплотняется (ретрагирует).

Наряду с такими функциями крови, как дыхательная, транспортная, питательная, экскреторная, гомеостатическая (обеспечение постоянства внутренней среды), терморегуляторная, защитная (осуществляемая лейкоцитами и жидкими иммунологически активными молекулами), гемостатическая, – особое значение имеет регуляторная функция: перенос гормонов, вырабатываемых железами внутренней секреции и сигнальных молекул, тесно связанная с информационной функцией. Еще в 1961 г. П. Вейс написал: «Взаимодействия между клетками служат средством, при помощи которого клеточное сообщество организма создает и поддерживает гармоничность своей организации...». Складывается представление о том, что взаимодействие клеток имеет сложный характер, и осуществляется несколькими способами: химическим путем – посредством взаимодействия клеточных поверхностей, и физическим – через излучение (Лескова Н., 2006).

Г.И. Косицким и Г.Г. Ревичем выдвинута гипотеза о том, что между клетками может происходить постоянный обмен макромолекулами белков и РНК, несущими специфическую информацию. Каждая клетка многоклеточного организма утрачивает качества отдельного существа, но совместно с другими клетками приобретает способность выполнять определенные высокоспециализированные функции в совершенстве. Непрерывный обмен макромолекул представляет собой особый тип коррелятивных связей в организме. Поступившие в клетку макромолекулы, являясь готовыми строительными блоками клеточных структур, несут строго определенную специфическую информацию от клетки к клетке. Эта информация необходима для поддержания дифференцирования клетки, сохранения ее структуры и способа взаимодействия с другими клетками организма.

Кровь доставляет к клеткам и тканям окислитель – кислород, и продукты, предназначенные для окисления, поставляемые желудочно-кишечным трактом. Смоченный слюной во рту пищевой комок подвергается ферментации в желудке, где на 1 мм² слизистой оболочки приходится около 100 желез, выделяющих пищеварительный сок. В кишечном канале под действием желчи, сока поджелудочной железы и кишечных секретов пищевая масса расщепляется на составные элементы – углеводы, белки и жиры. Они всасываются через стенку тонкой и толстой кишки в кровь. Только тонкая кишка имеет на своей внутренней поверхности около 5 миллионов клеточных ворсинок, через которые происходит всасывание питательных веществ. Вместе с тем в кишечнике всасываются токсические вещества, нейтрализуемые затем в печени, и некоторые шлаки. В обычных условиях жизнедеятельности эти токсины удаляются через почки, в которых через сосудистые клубочки и каналы вся кровь проходит около 300 раз в сутки, причем через обе почки за 1 минуту протекает более литра плазмы. Ее очистка обусловлена фильтрацией крови через стенки извитых канальцев, общая длина которых у человека достигает 100 км и занимает площадь 6м². Механизм фильтрации обеспечивает обратное всасывание в кровь всех растворимых в плазме полезных веществ (глюкозы, витаминов, аминокислот), а из оставшейся жидкости ежедневно формируется до 1,5–2 литров мочи, с которой выводится до 30 г. мочевины, излишки солей, токсические и не утилизированные лекарственные вещества. Функция почек, как и других органов, сопряжена с регуляцией вод-

ного баланса и кислотно-щелочного состояния жидких сред организма, особенно крови (Черешнев В.А., Юшков Б.Г., 2001).

Около трех миллионов потовых желез поверхности кожи в обычных условиях обеспечивают оптимальное потоотделение. Вся кожа, занимающая около 2 м^2 площади, осуществляет ежеминутное прохождение около полулитра крови через 250 тысяч холодовых, и около 30 тысяч тепловых рецепторов, обеспечивающих механизмы терморегуляции организма. Около миллиона болевых окончаний, полмиллиона рецепторов осязания – информируют организм о возможном повреждающем действии самых различных патологических агентов. Эти физиологические информационные механизмы находятся под контролем нервной и эндокринной систем. Более половины из 10 миллиардов нейронов нервной системы сосредоточены в больших полушариях головного мозга и составляют $1/46$ общей массы тела. Мозг контролирует работу 10^{15} клеток в организме. Каждая клетка многомерна, поэтому количество информации, которой они оперируют, во всем организме подсчитать не удастся. Но вся клеточная масса располагается и функционирует не хаотично, а по определенным физиологическим законам, подчиняясь иерархическому принципу. Если представить эту иерархию в виде пирамиды, то в ее основании лежат бесчисленные ионы, молекулы, находящиеся в жидкой среде. Далее идут более сложные органические соединения, затем субклеточные структуры самих клеток, ткани, органы с биологическим суперкомпьютером – головным мозгом. Функции мозга связаны с его кровоснабжением, и, в обычных условиях, за минуту через мозг протекает около 750 миллилитров крови (Агаджанян Н. А., Смирнов В. М., 2007).

Гармоничное взаимодействие обеспечивающих систем организма невозможно без соответствующего обеспечения энергозатрат организма за счет кислорода, участвующего во внутриклеточном окислении питательных веществ, окислительном фосфорилировании, а также в выработке энергии для обеспечения движения, синтеза сложных химических соединений, секреции и экскреции, умственной деятельности, поддержания температуры тела и др. В экстремальных условиях, например при тренировках и соревнованиях спортсменов, потребность в кислороде значительно возрастает.

Спортивные результаты во многом зависят от обеспеченности тканей организма кислородом через эритроциты крови, различающиеся по количеству и скорости переноса кислорода.

При обычных нагрузках при выходе из альвеолы и на входе в капилляр ткани-потребителя кислорода – pO_2 плазмы крови и цитоплазмы эритроцита близко к 100 мм рт.ст. а на всём пути крови после лёгочного шунта pO_2 вплоть до артериол плазмы крови – около 80 мм рт.ст., тогда как в эритроцитах остается прежнее pO_2 . В артериях кислород практически не выходит из эритроцитов, несмотря на большую разность между pO_2 цитоплазмы и плазмы крови, т.е. в артериях мембрана эритроцита почти непроницаема для кислорода. Однако в альвеолах и капиллярах тканей-потребителей кислорода – он свободно проходит сквозь ту же мембрану. Диапазон изменения проницаемости мембраны при этом составляет несколько тысяч раз. Предложена гипотеза молекулярного механизма перестройки мембраны, дающего столь большое изменение проницаемости. Он связан с появлением и исчезновением электрического поля дальнего порядка в расположении молекул липидов в обращенном к цитоплазме монослое мембраны. Поле в мембране ориентирует дипольные головки липидов во внутреннем монослое так, что оно препятствует установлению дальнего порядка. Во внешнем монослое порядок почти всегда есть, так как поле ему способствует, а во внутреннем он возникает лишь при слабом поле. Если дальний порядок есть в обоих слоях, то расположение молекул в них повторяет друг друга, и поры сквозные. В этом случае проницаемость велика. Такие поры являются долгоживущими – они *существуют, пока существует дальний порядок в обоих слоях*. Поле в мембране уменьшается *при дезоксигенации эритроцита из-за адсорбции на ней дезоксигемоглобина и восстанавливается при десорбции оксигемоглобина во время оксигенации*. Оно изменяется при изменении трансмембранной разности потенциалов. Чем быстрее идет оксигенация, тем выше разность потенциалов, тем выше поле и тем сильнее уменьшается проницаемость (в тысячи раз). В капиллярах – к мем-

бране эритроцита прижимаются отрицательные заряды, имеющиеся на аминокислотных цепочках встроенного в мембрану *гликофорина*, и нейтрализуют расположенные на ее внешней поверхности положительные заряды, поле в ней уменьшается и проницаемость восстанавливается. Описанный механизм объясняет многие особенности строения и функционирования кровеносной системы, биологическая целесообразность которых ранее была неясна. В частности, роль самих эритроцитов, малый по сравнению с их диаметром диаметр многих капилляров, наличие *гликофорина* в мембране эритроцитов (<http://www.library.biophys.msu.ru>).

Анализ физиологических данных о снабжении клеток кислородом показывает, что клетки способны регулировать неспецифическую проницаемость своей цитоплазматической мембраны, причем диапазон изменений может 100-кратным. На основе изучения клеток-потребителей кислорода, эритроцитов, исследования процессов саморегуляции неспецифической проницаемости эритроцитарной мембраны в процессе оксигенации и дезоксигенации эритроцита, было показано, что неспецифическая проницаемость цитоплазматической мембраны определяется количеством долгоживущих сквозных пор в липидном матриксе мембраны. В процессе жизнедеятельности клетки число этих пор регулируется изменением трансмембранного электрического поля. Исследование влияния внешних физико-химических воздействий на проницаемость позволяет уточнить молекулярный механизм саморегуляции, а также предложить способы коррекции ее нарушений. Поскольку количество пор в мембране, а значит и ее неспецифическая проницаемость, зависят от напряжения, имеющегося в ней электрического поля, адсорбция на мембране крупных молекул может влиять на механизм саморегуляции проницаемости, изменяя эффективную толщину мембраны и, соответственно, поле в ней. Присутствие в плазме крови поверхностно-активных веществ, адсорбирующихся на внешней поверхности мембраны эритроцита, препятствует уменьшению проницаемости мембраны в конце его оксигенации (<http://www.library.biophys.msu.ru>).

Методом сканирующей электронной микроскопии установлено, что попадание антиоксидантов в мембрану эритроцитов сопровождается изменениями их формы. Показано, что в области низких концентраций (10^{-7} - 10^{-5} М) Ф-1 проявляет свойства тренирующего агента, а в высоких концентрациях (10^{-4} - 10^{-3} М)- вызывает трансформацию эритроцитов в кап-формы; в случае производных ряда 5-ГБИ выявлено эхиноцитогенное действие (Лунёва О.Г., Гендель Л.Я., Круглякова К.Е., Смирнов Л.Д., Федин В.А., 1999).

Газообмен обеспечивается способностью *гемоглобина* связываться и освобождаться от газов крови и клеток тканей. В состав молекулы *гемоглобина* входят четыре одинаковые *гемовые* группы. *Гем* представляет собой протопорфирин, содержащий центрально расположенный ион двухвалентного железа, молекула которого состоит из четырех пиррольных колец, связанных метиловыми мостиками; к кольцам присоединены боковые цепи характерного строения. Ключевую роль в активности *гемоглобина* играет ион железа, расположенный в центре молекулы протопорфирина. Соединение с этим ионом посредством двух координационных связей и двух связей, образовавшихся вследствие замещения водорода, превращает протопорфирин в *гем*, структура которого расположена в одной плоскости. В процессе переноса кислорода *гемоглобином* O_2 обратимо связывается с *гемом*, при этом валентность железа не изменяется. Каждая из его четырех белковых цепей несет по кислородному адаптеру. Кроме того, он транспортирует другое важное соединение – *окись азота*. В 1997 году Джонотан Стэмплер (США) выдвинул версию, что с помощью *окси азота* регулируется количество кислорода, которое должно быть доставлено в мышечную ткань.

Регуляция газообмена сопряжена с защитой клеток и тканей от гипероксидации. В обычных условиях в организме растворено всего 300 мл кислорода (в пересчете на 1 минуту дыхания), а углекислоты – 126 л, т.е. в 400 раз больше, что вызвано физиологическим значением для организма этих метаболитов. CO_2 непрерывно образуется и выделяется в обмен на поступающий кислород, который мгновенно утилизируется опять же с образованием CO_2 – основного тканевого регулятора поступления в ткани необходимого количества кислорода. Сложная система транспорта кислорода в ткани и значительная разница в парциальном давлении кислорода, ею поддерживаемая (150 мм в легких и 1мм в мембране митохондрии,

где кислород жизненно необходим) – на первый взгляд парадоксальна. Но одним из предназначений этой системы является защита клетки от избыточного поступления кислорода в ткани. Если бы действовал механизм обычной диффузии, – напряжение кислорода в тканях очень скоро сравнялось бы с pO_2 в окружающем воздухе. Однако кислород в обычных условиях жизнедеятельности организма не попадает в клеточное ядро, где хранится генетический материал, который при поступлении в ядро свободных радикалов кислорода может быть поврежден. Во многих клеточных структурах, окруженных мембранами, pO_2 равно практически нулю. Предохраняет от повреждающего действия кислорода эритроцит, *гемоглобин* которого связывает и удерживает кислород. Даже в мембрану митохондрии, где кислород жизненно необходим, он поступает строго дозированно, в обмен на выделяющуюся углекислоту во время открытия неспецифических пор мембран. Организм вынужден защищаться от избыточного поступления O_2 в связи с его способностью оказывать токсическое воздействие на живой организм и окислять все живое. Если кислород поступит в ткани в избытке, или поступит в те места клетки, где его быть не должно, или окажется в клетке не в виде электронейтральной молекулы газа, а в виде свободного радикала, – то он может вызвать повреждение живых клеток, активировать синтез стрессогенных белков, что в ряде случаев и наблюдается при экстремальных нагрузках на организм.

В живом организме обеспечиваются необходимые условия для защиты тканей от избыточного поступления кислорода. При транспорте кислорода эритроцитами с током крови, он, по данным М.В. Фока, не расходуется по пути следования до тканей, а мембрана эритроцита плотно закрыта для кислорода. И только в самом узком месте капилляра она открывается и очень быстро (в сотые доли секунды) отдает необходимый тканям кислород, транспорт которого регулируется обратным потоком CO_2 из тканей в эритроцит. Таким образом, относительный дефицит кислорода в тканях физиологически обусловлен, однако этот факт делает организм зависимым от непрерывности доставки кислорода в ткани. При чрезмерных физических нагрузках и соответствующем изменении внешнего дыхания в тканях развивается кислородный дефицит, с которым могут быть связаны катастрофические последствия нарушения регуляции поступления кислорода в ткани. Если кислород продолжает расходоваться, но не поступает в достаточном количестве вновь, его незначительные запасы истощаются, очень быстро нарастает жизненно опасный дефицит кислорода в тканях, если не восстанавливается поступление кислорода в организм или в орган, где нарушено кровоснабжение. Особенно важным является восстановление нормальной доставки кислорода в мозг и почки, с механизмами саморегуляции, защищающий от избыточного поступления кислорода и разрушения мембран клеток. Но в этих органах кислород не депонируется, как в мышцах. При ишемии мозга может развиваться феномен не восстановленного кровообращения, вызывающий гибель нервных клеток (Фок М.В., Зарицкий А.Р., Зарицкая Г.А., Переведенцева Е.В., 1999).

Патология газообмена при экстремальных состояниях может характеризоваться неадекватностью обеспечения кислородом тканей по отношению к их потребностям в данный момент. Патологическое повышение pCO_2 (гиперкапния и газовый ацидоз) обычно сочетается со снижением pO_2 в плазме крови и его содержания в эритроцитах, т.е. гипоксемией, приводящей к *гипоксии* тканей. Патологическое снижение pCO_2 (гипокапния, газовый алкалоз) может возникать и при нормальной оксигенации крови, как это имеет место в случае гипервентиляции альвеол легких при учащении дыхания (нередкая ситуация у спортсменов). Гипервентиляция практически не увеличивает переход кислорода из альвеол в кровь, но способствует избыточному выведению углекислого газа. От концентрации CO_2 в крови зависят степень дилатации мозговых артерий и тонус периферических вен, поэтому гипокапния сопровождается снижением венозного возврата крови к сердцу, величины сердечного выброса и АД. Одновременно уменьшается мозговой кровоток, что проявляется головокружением, парестезиями, затемнением сознания вплоть до обморока (синдром гипервентиляции). Исследованиями Н.А. Фудина (1990) показано, что в ликвидации постгипервентиляционного дыхательного алколоза принадлежит произвольной гиповентиляции. В одном случае, за-

держки дыхания усиливают периферическое и мозговое кровенаполнение, в другом – вызывают гиперпноз с уменьшением периферического и мозгового кровенаполнения. Второй тип реакции более всего характерен для здоровых и физически тренированных людей. Описанное отсутствие постгипервентиляционного апноэ у спортсменов свидетельствует о том, что у более тренированных лиц быстрее подключается компенсаторный механизм точного согласования реакций систем дыхания, кровообращения и тканевого дыхания. Другими причинами нарушения газообмена между организмом и окружающей средой могут быть изменения состава или парциального давления газов во вдыхаемом воздухе; патология системы внешнего дыхания и его регуляции; нарушения транспортно-распределительной функции крови и кровообращения; нарушения окислительно-восстановительных процессов в тканях (угнетение клеточного дыхания). Изменения состава и давления вдыхаемого воздуха наблюдается в разреженной атмосфере, при неправильном пользовании искусственными дыхательными смесями, дыхании в замкнутых системах без достаточной стабилизации количества обменивающегося газа и т.п. В разреженной атмосфере – pO_2 в воздухе значительно снижено, наблюдается его снижение и в альвеолярном воздухе, в связи с чем уменьшается насыщение крови кислородом в легочных капиллярах. Снижение pO_2 в артериальной крови стимулирует работу дыхательного центра, приводя к увеличению минутного объема дыхания и выведения углекислого газа. Развивающийся газовый алкалоз угнетает процессы отдачи гемоглобином кислорода, что может усугубить гипоксию тканей, обусловленную гипоксемией.

Нарушения газообмена при изменениях внешнего дыхания могут быть обусловлены снижением проницаемости альвеолярно-капиллярных мембран для газов (диффузионная недостаточность), недостаточным обменом воздуха в альвеолах при их сниженной или неравномерной вентиляции (вентиляционная недостаточность), а также нарушением вентиляционно-перфузионных отношений. Диффузионная дыхательная недостаточность из-за значительных различий в диффузии O_2 и CO_2 через альвеолярно-капиллярные мембраны приводит к выраженной гипоксемии, стимулирующей вентиляцию и сочетающуюся поэтому с гипокапнией. Значительная степень гипоксемии может проявляться диффузным цианозом, нарастающим при физической нагрузке.

Первичное нарушение газообмена на уровне клеток наблюдается главным образом при воздействии ядов, блокирующих дыхательные ферменты. В результате клетки утрачивают способность утилизировать кислород (артериовенозная разница по кислороду при этом падает, т.к. венозная кровь богата кислородом) и развивается резкая тканевая гипоксия, приводящая к структурной дезорганизации субклеточных и клеточных элементов, вплоть до некроза. Нарушению клеточного дыхания может способствовать витаминная недостаточность, например дефицит витаминов B_2 , PP, являющихся коферментами дыхательных ферментов.

По гипотезе Г.Н. Петраковича, кровь переносит из легких к тканям электронное возбуждение, а кислород вырабатывается в самих тканях в результате свободного радикального окисления. Эта гипотеза неферментативного окисления непротиворечиво объясняет явления, остававшиеся до сих пор не совсем понятными: наличие в выдыхаемом воздухе большого количества водяного пара и углекислого газа, причину быстрого разогрева вдыхаемого воздуха при дыхании на морозе, способность растворения азота в крови, попадание кислорода из легких в кровь вопреки значительным барьерам, расположенным на этом пути.

«Горячие» эритроциты получившие максимальный электронный заряд в легких составляют примерно 2–4 %, но при интенсивной физической нагрузке их число может достигать до 50 % и выше. При столкновении с эндотелиоцитами артерий и с другими эритроцитами они могут повреждать эти клетки. Места повреждений внутренней поверхности сосудов «защтопываются» холестерином. Этим объясняется накопление атеросклеротических изменений в сосудах с возрастом. Появление множества «горячих» эритроцитов при интенсивных физических нагрузках ведет к деструкции внутренних стенок сосудов при столкновениях с ними и потере этими эритроцитами своего заряда. В результате, до клеток, которым предназначалось электронное возбуждение, оно не доходит. Получается парадокс – чем интенсивнее дыхание в лег-

ких, тем слабее энергетические процессы в других тканях организма (Петракович Г.Н., 1992; Фролов В.Ф., 2001).

Возможность человека к выполнению физической работы оценивается показателем – *максимальное потребление кислорода* (МПК). Чем оно больше, тем большую мощность способен развить человек при выполнении физической нагрузки. Подсчитано, что, например, у олимпийских чемпионов по бегу К. Кейно и П. Болотникова максимальное потребление кислорода достигало более 80 мл O_2 /кг мин. В обычных условиях у большинства людей МПК не превышает 25 мл O_2 /кг мин. Поскольку обычный человек при продолжительных тренировках может увеличить МПК не более, чем на 25 %, постольку большинству людей, даже ценой невероятных усилий, не удастся достичь результатов этих высококвалифицированных спортсменов. «Если принять потребление кислорода в состоянии покоя у обычного человека – 3 мл/кг мин, а у талантливого спортсмена – 4 мл/кг мин (что вполне обоснованно), то нетрудно подсчитать степень увеличения в кровеносном русле количества «горячих» эритроцитов при переходе в состояние максимального потребления кислорода (например, бег при пульсе 170 уд/мин). Увеличение составляет у обычного человека (МПК=30) – в 10 раз, у талантливого спортсмена (МПК=80) – в 20 раз». В спортивных соревнованиях, например при беге на длинные дистанции эритроциты быстро насыщаются кислородом, и это насыщение вскоре достигает предельной нормы, которую далеко не компенсирует их воспроизводство за счет активации кроветворения. В этих условиях сердце и легкие работают на полную мощь, до предела расширяются сосуды, кровь движется с максимальной скоростью. Кровь, кроме сердца, мощно нагнетают сокращающиеся при движении мышцы, особенно мышцы ног. В капилляры альвеол легких непрерывно всасываются преимущественно крупные пузырьки газа, которым соответствует повышенный уровень энергетического возбуждения эритроцитов. Это подвергает тяжелому испытанию клетки эндотелия. Резко нарастает энергообмен клеток интимы аорты и крупных артерий. Благодаря высокой скорости кровотока, зона активного сброса эритроцитами энергии переносится к малым артериям и капиллярам. Их клетки менее устойчивы к увеличению активности свободно-радикального окисления, которое возрастает непрерывно и повсеместно. Свободные радикалы запускают множество цепных разветвленных химических реакций, которые способны повреждать целые участки внутренней поверхности сосудов.

При продолжительных непрерывных нагрузках появляются признаки перенапряжения функциональных систем организма. Поэтому роль академической науки в решении медико-биологических проблем спорта является актуальной и возрастающе востребованной.

Организм обеспечивается энергией во многом за счет клеточного дыхания. Доминирует представление, что эту энергию получают при деградации пищи. Химические способы наработки энергии в организме действительно сопряжены с органическим синтезом, который химическая энергия призвана поддерживать. Энергетический уровень организма поддерживается реакциями на уровне мембраны клеток и мембран клеточных митохондрий, где активируются процессы СРО НЖК этих мембран. В ядросодержащих клетках, которых миллионы и миллионы в организме, число митохондрий исчисляется сотнями и даже тысячами. Биологическое окисление в них обеспечивают электроны. По мнению Г.Н. Петракович, высказанному еще в 1992, основу энергообразования в клетке может обеспечивать СРО НЖК в «электронно-протонной плазме», формируемой при участии атомов железа. Следовательно, энергетика может оцениваться по количеству свободных электронов, рождаемых при клеточном дыхании, поскольку в других организменных процессах электроны только поглощаются (Петракович Г.Н., 1992).

Существуют другие уровни наработки энергии. Второй уровень энергетики связан с процессами второй очереди – ферментативными биохимическими реакциями, в результате которых образуется *аденозинтрифосфат* (АТФ). Эти процессы поддерживаются электронами и кислородом, которые производятся только при СРО НЖК клеточных мембран (Кидалов В.Н., Хадарцев А.А., Сясин Н.И., Якушина Г.Н., Краюхин А.В., 2005). Сегодня такую энергетику легко контролировать, оценивая спектры аутофлуоресценции или методами *биохими-*

люминисценции. В целом, образование энергии в клетках стимулируется за счет дыхания, электромагнитного фонового излучения Солнца, искусственного электромагнитного излучения и при употреблении специальных пищевых продуктов. Среди названных факторов дыхания является главным. Остановка дыхания парализует работу электронных помп, что может вести к гибели клеток и, даже всего организма. Можно считать аксиомой зависимость энергетических ресурсов организма от активности дыхания.

В физиологии дыхания и энергопродукции есть еще одно слабое место: нерациональное отношение между дыханием и внутренним обменом. Оптимальный режим энергетического конвейера у человека включается не до, а после физической нагрузки, вслед за повышением частоты сердечных сокращений и дыхания. Это общий принцип функционирования внешнего дыхания – оно усиливается только при возникновении энергодефицита в организме. До выхода на необходимый режим организм расходует энергии больше, чем получает, т. е. работает в долг. В случае выполнения легкой физической работы, организм находится в состоянии, близком к балансу электронной энергетики. Экстремальная работа выполняется с дефицитом энергетики, причем после нагрузки необходимо пополнение энергоресурсов за счет пассивного отдыха или сна, когда при дыхании возникает больше электронов, чем требуется для жизнедеятельности организма. Однако этот небольшой избыточный уровень энергетики почти на 50 % тратит на пищеварение. Сейчас ведутся разработки рациональных технологий дыхания, должных обеспечить максимальное время работы клеток тканей и иммунной системы в наиболее благоприятных условиях для реабилитации организма, особенно это актуально при занятиях спортом.

Замечено, что многие спортсмены тяжело переносят простудные заболевания. Руководствуясь привычными субъективными ощущениями того, что всё в норме, они продолжают тренироваться тогда, когда болезнь уже в разгаре, при отсутствии врачебного контроля. На фоне предельной физической активности происходит выброс стафилококков в кровь, что приводит к эндокардитам. Спортивная перегрузка, снижающая иммунитет, способствует поражению печени, поэтому заболеваемость гепатитами у спортсменов выше, чем среднем в популяции. Это еще один пример необходимости постоянного медико-биологического и врачебного контроля в спорте высших достижений.

У нетренированных и тренированных лиц различаются также запасы мощности миокарда. Если у одного сердце в покое перекачивает в минуту четыре литра крови, то при выполнении энергичной работы сердце может перегонять за то же время 20 литров. У другого при подобной работе увеличение «перекачки» составило около 6 литров. У первого пятикратный «запас мощности»; у второго только полуторный. Если первому его резерва достаточно, чтобы обеспечить кислородом все ткани организма, то у второго возникнет кислородный дефицит. Его резерва не хватит, весь кислород из крови сгорит в работающих мышцах, через несколько минут ткани организма окажутся в условиях кислородного голода, и организм начнет работу в патологическом режиме. Другие свойства организма спортсменов также не унифицированы: у каждого – своя система тренировок, диет и т.д., причем практически все спортсмены-профессионалы используют разрешенные к применению препараты, помогающие привести организм в требуемое состояние. Однако нарастает применение запрещенных препаратов.

Неблагоприятные изменения, постепенно накапливающиеся в организме при экстремальных нагрузках в различных системах, включая систему кровообращения и крови могут быть весьма опасными. Наибольшую опасность представляет *внезапная смерть* (ВС). Внезапной смертью в спорте считают смерть, наступившую не только в течение 1 ч, но и в течение 6–24 ч с момента появления первых симптомов. По данным регистра института Сердца в Миннеаполисе (Minneapolis Heart Institute Foundation) у спортсменов высокой квалификации с 1980 г. по 2006 г. были зарегистрированы 1866 случаев ВС в у представителей 38 видов спорта, 80 % ВС – регистрировались во время тренировочных сборов и спортивных соревнований, 20 % смертей произошли во время повседневной физической активности, отдыха или во сне (Maron B.J., Doerer J.J., Haas T.S., 2009).

Проблема ВС как результат занятий спортом известна более 2500 лет. Еще в Афинской газете 490 года до нашей эры было опубликовано следующее сообщение: «Трагедия в Марафоне. Молодой солдат-афинянин по имени Фиддипид умер после забега на длинные дистанции. Сенат отдал распоряжение провести расследование, выяснить причины смерти и определить виновных...» Определенные виды спорта, например, бокс, могут приводить к расстройствам здоровья сами по себе – в результате механической травмы. Из истории известно, что отличными боксерами были многие выдающиеся представители человечества. Великий математик Пифагор в античные времена прославился как победитель Олимпийских игр в кулачном бою. Ныне врачи по-разному относятся к этому виду спорта. Так американский спортивный врач Энтони Джокл заявил, что «нокаут – единственный сегодня вид убийства, допустимый законом». По данным английского журнала «Euromed», сейчас около 2 тысяч боксеров являются либо нетрудоспособными инвалидами, либо перебивают в домах для душевнобольных, а с 1943-го по 2000-й годы на ринге погибло около 400 боксеров. Представитель Британской медицинской Ассоциации Вивьен Натансон заявила: «Бокс является бесчеловечным видом спорта».

Предпосылками ВС у спортсменов могут быть генетические особенности конкретного человека. Так сотрудники больницы Гейдельбергского университета выявили генетические модификации, которые приводят к ослаблению сердечной мышцы, в частности профессором Уго Катус обнаружен генетический дефект в аминокислоте серин195, которая участвует в обеспечении сокращений сердца.

От ненасильственной смерти, вызванной заболеванием сердца и наступившей неожиданно или в течение 1 часа с момента возникновения симптомов острого заболевания в США ежегодно погибает более 400 000 человек. Среди причин синкопальных состояний у спортсменов, к которым относят рефлекторные (нейро-медиаторные: вазовагальный, синокаротидный, языкоглоточный и др.), первичные ортостатические, обусловленные вегетативной недостаточностью, нарушения ритма и проводимости, часто обусловленные неконтролируемым введением лекарств или других биологически активных веществ, наличие заболеваний сердца и легких, немалая часть принадлежит цереброваскулярному «синдрому обкрадывания» (Смоленский А.В., Любина Б.Г., 2002; Brukada R., 2000).

Среди фармакологических веществ, которые используются в спорте для достижения высоких результатов, но ведущих к неблагоприятным последствиям в организме относится использование допинговых препаратов. Механизмы негативного влияния допинговых фармакологических препаратов на организм не всегда ясны, и причины смерти могут быть разные. Сейчас в «черном списке» Международного Олимпийского комитета находится более 140 препарата, не считая их аналогов и заменителей, и методики «кровавого допинга». На ряд препаратов, таких как кофеин, прямого запрета нет, однако ограничен уровень содержания присутствующих в них веществ в организме спортсмена. Считается, что абсолютно безвредного препарата не существует, так как любой из них, особенно стимулирующей направленности, потенциально опасен и может стать не только причиной ухудшения состояния здоровья спортсмена, но и его смерти.

Замечено, что в группе риска ВС большинство составляют не молодые, а более опытные спортсмены, часто пользующиеся без ведома врача средствами повышающими выносливость организма. Среди таких средств отмечается преобладание фармакологических препаратов, действие которых направлено на компенсацию тех или иных функций организма спортсмена. Некоторые из этих препаратов могут быть отнесены к допингам из-за их отягощающих последствий для организма. Первая зарегистрированная смерть от употребления фармакологических препаратов в спорте произошла в 1879 году, когда во Франции английский велосипедист умер от передозировки амфетаминов прямо во время гонки.

Потенциально опасными для здоровья спортсмена являются *стероиды*. Однако из-за необходимости пройти через сито допингконтроля не уличенным в употреблении стероидов, спортсмены отыскивают все новые и новые препараты, а усилия по контролю оборачиваются усложнением данной проблемы. Анаболические стероидные гормоны стимулируют рецепторы молекул в мышечных клетках, которые активизируют специфические гены для производ-

ства протеина, они также влияют на ферментативную систему, участвующую в белковом обмене, подстегивая его синтез и подавляя распад. Вследствие этого растет мышечная масса. *Кортизол* и родственные ему гормоны, синтезируемые корой надпочечников, имеют свои рецепторные участки в клетках скелетных мышц. *Кортизол* вызывает распад протеина и выделяется в процессе упражнений для того, чтобы усилить использование белка в качестве горючего. Кроме того, ему свойственна функция подавления воспалительных процессов, сопутствующих травмам волокон. Прием анаболических *стероидов* снижает секрецию *тестостерона*. Люди, прекращающие их прием, имеют меньшее количество *тестостерона* в организме, чем раньше. Реальным эффектом анаболических *стероидов* является создание «психосоматического состояния», характеризующегося ощущением комфорта, эйфории, ростом агрессивности и повышением переносимости стрессов, что и позволяет спортсменам тренироваться с большими нагрузками. Однако, по мнению доктора Фейхи, влияние *стероидов* на спортивные достижения еще не ясно. Тщательные исследования часто приходят к противоречивым заключениям. В экспериментах, обнаруживших положительные результаты действия *стероидов*, вес тела повысился в среднем на 1,8 кг, а сухая масса возросла на 2,7 кг (разница между этими двумя цифрами показывает потерю жира). Результаты в жиме лежа увеличились на 6,8 кг, а в приседаниях – на 13,6 кг (указаны средние цифры). Но почти во всех экспериментах не удалось продемонстрировать увеличение потребления кислорода или повышения выносливости. *Стероиды*, усиливая синтез белка в организме, увеличивают толщину миофибриллярных элементов (актина и миозина), ответственных за мышечное сокращение. Безусловно, это достигается только при сопутствующем тяжелом тренинге и соответствующем белковом питании. Некоторая сила может быть приращена за счет увеличения «тканевых рычагов»: из-за возрастания объема клеточной жидкости саркоплазмы и общей задержки воды. К росту объемов мускулатуры приводит также эффект гиперволемии – увеличения объема крови. Показано, что в течение двух-трех недель после начала терапии анаболическими стероидами общий объем крови увеличивается на 10–20 %. Однако подобное накопление силы является временным, и, если и атлет готовится к соревнованиям, то сбрасывает воду, стремясь войти в весовую категорию. Полагают, что при использовании анаболических стероидов увеличивается число митохондрий в мышечных клетках, за счет чего клетки получают повышенную способность утилизировать кислород в ходе тяжелого тренинга, увеличивая в итоге выносливость. Не менее существенным может быть возрастание уровня *кортизола* (стрессового гормона), вырабатываемого надпочечниками, *гемоглобина* в крови (главный кислородотранспортный фактор), что также увеличивает выносливость. *Стероиды* вызывают некоторое повышение *артериального давления* (АД), что ведет к расширению просвета кровеносных сосудов и повышению притока крови к работающим мышцам. Симптомами повышения АД крови могут быть головные боли, бессонница, затруднения с дыханием. В то же время спортсмены ощущают лучшее наполнение мышц, что именуется «стероидной накачкой». Существуют неопровержимые доказательства неблагоприятного влияния *стероидов* на печень, особенно при пероральном приеме. Есть также данные о том, что опухоли печени вызываются анаболическими *стероидами*, содержащими 17-альфа-алкильную группу. Обычно доброкачественные опухоли рассасываются после прекращения приема *стероидов*, которые могут инициировать дегенерацию сосудов, поскольку на протяжении курсовых приемов этих препаратов намечается повышение общего уровня холестерина, в то время как концентрация липопротеинов высокой плотности («хороший» холестерин) падает ниже нормального уровня. Это состояние чревато также постепенной дегенерацией сосудов, что ведет к аневризмам, сердечным приступам и даже прогрессирующим заболеваниям сердца. Распространенный побочный эффект *стероидов* – задержка в организме натрия с последующей избыточной задержкой воды и отеками. У большинства атлетов это выражается в некотором повышении объемов тела и сглаживании рельефа. Этот припухший вид – наиболее заметный признак, по которому можно и без допинг-контроля определить, что атлет пользуется *стероидами*. Задержка натрия и воды, нередко приводит к внезапным острым приступам повышения АД. Накоплена большая научно-подтвержденная доказательная база о выраженном отрицательном влиянии аналитических

стероидов на гормональный статус человека, сопровождающийся нарушением половых функций, снижением репродуктивной активности и физического долголетия.

Причиной ВС может быть механизм влияния анаболических *стероидов* на свертывающую систему крови. Они связываются рецепторами на поверхности тромбоцитов, что приводит к активации и запуску процессов свертывания и образования тромба. Dickerman R.D. пишет, что в большинстве случаев внезапная смерть бодибилдеров связана с тромбоэмболиями.

2. Эритропоэтины в современном спорте

В группу гормоноподобных веществ входят *эритропоэтины* (ЭПО). Главными факторами центрального механизма, ограничивающего возможности сердечно-сосудистой системы при выполнении физических нагрузок, являются: сердечный выброс, жесткость артериальных сосудов, депонирование крови в мышцах и емкостных сосудах (венозный возврат). Существует и периферический лимитирующий механизм, связанный с доставкой кислорода из эритроцита к митохондриям мышечных клеток, который включает в себя: содержание кислорода в капиллярной крови, сродство кислорода к гемоглобину в капиллярах, скорость капиллярного кровотока и число функционирующих капилляров. Периферический лимитирующий механизм пытаются обойти использованием ЭПО, хотя иногда он становится причиной смерти (в 1987 году при его использовании погибло 20 европейских велогонщиков). По мнению экспертов, применение больших доз ЭПО в сочетании с обезвоживанием ведет к резкому увеличению числа эритроцитов, фатальному сгущению крови и тромбоэмболиям. По мнению Л. Маркова (1996): «Сам по себе элитный, профессиональный спорт ничего, кроме пользы, человеку принести не может. Однако его можно сравнить с сильнодействующим лекарством: стоит превысить дозировку, и польза обернется вредом».

ЭПО – один из гормонов почек, входит в группу анаболических гормонов и гормоноподобных веществ. Для спорта имеет значение, что гормон роста (соматотропин) вызывает рост мышечной массы и силы, упрочнение сухожилий и связок, а ЭПО ускоряет созревание эритроцитов и синтез *гемоглобина*. *Эритропоэтин-альфа* (эпрекс – зарегистрирован в РФ 2001 года) в лечебной практике назначается внутривенно или подкожно от 1 до 3 раз в неделю. В конце 90-х годов прошлого века был создан более удобный для клинической практики стимулятор эритропоэза – *дарбэпоэтин-альфа* (аранесп), который был зарегистрирован в США и Европейском Сообществе в 2001 году, а в Российской Федерации – в 2007 г. ЭПО – физиологический стимулятор эритропоэза, по химическому строению являющийся гликопротеином. Он активизирует митоз и созревание эритроцитов из клеток-предшественников эритроцитарного ряда. Секреция ЭПО почками усиливается при кровопотере, различных анемических состояниях (железо-, фолат- и В₁₂-дефицитных анемиях, анемиях, связанных с поражениями костного мозга и др.), при ишемии почек (например, при травматическом шоке), при гипоксических состояниях. ЭПО контролирует образование эритроцитов из стволовых клеток костного мозга в зависимости от потребления кислорода. Секреция ЭПО почками усиливается под влиянием глюкокортикоидов, что служит одним из механизмов быстрого повышения уровня *гемоглобина* и кислородоснабжающей способности крови при физических нагрузках и стрессовых состояниях. Уровень *гемоглобина* и количество эритроцитов в крови повышаются уже спустя несколько часов после введения экзогенного ЭПО, которое вызывает усиленное потребление костным мозгом железа, меди, витамина В₁₂ и фолатов. Это приводит к снижению уровней железа, меди и витамина В₁₂ и транспортных белков – *ферритина* и *транскобаламина* в плазме крови. Определяющим в образовании ЭПО является кислородный режим в целом организме и, в частности, в почках. Структурной основой для выполнения этой функции является *гемсодержащий белок* – *цитохром*. Оксиформа этого белка тормозит выработку *индуцируемого гипоксией фактора* (ИГФ-1), что происходит при снижении давления в почках от 20 до 40 мм рт.ст. Восстановленная форма *цитохрома* приводит к нарастанию активности ИГФ-1, вследствие чего развивается экспрессия ЭПО. Че-

рез активацию фермента *фосфолипазы*, которая увеличивает активность простагландинов, происходит стимуляция выработки ЭПО.

Структура ЭПО человека – это полипептид молекулярной массой 34 000 дальтон, содержащий молекулы сахаров. Молекула ЭПО состоит из аминокислот (рис. 37).

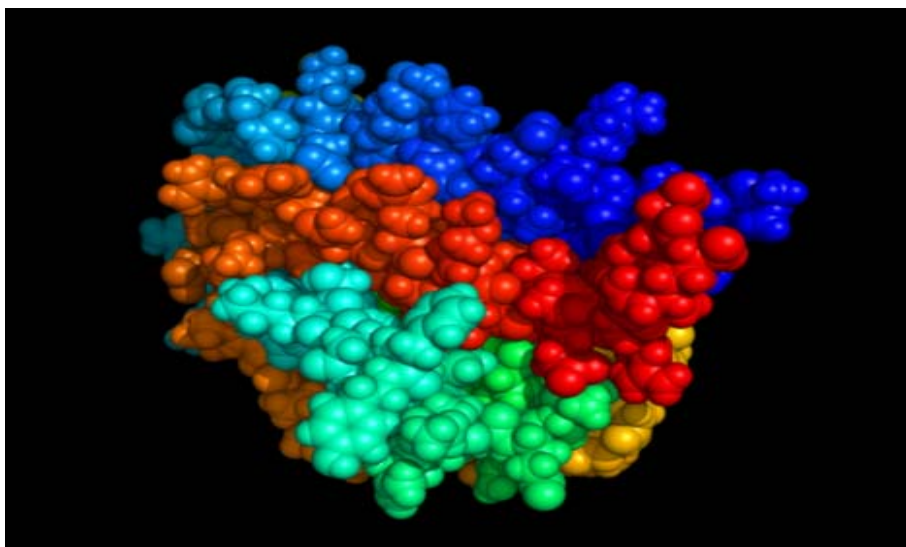


Рис. 37. Реконструкция молекулы ЭПО.

В четырех участках к белковой цепи с помощью соответствующих связей присоединены гликозидные фрагменты. Они представляют собой различные сахара, поэтому существует несколько разновидностей ЭПО с одинаковой биологической активностью, но несколько отличающиеся по своим физико-химическим свойствам. Рекомбинантный (синтетический) ЭПО человека, полученный методом генной инженерии (общепринятые в научной литературе аббревиатуры *gHuEPO*, *r-HuEPO*, *rhEPO*, *rEPO*), идентичен по аминокислотному составу естественному ЭПО человека. Вместе с тем, имеются незначительные отличия по составу гликозидных фрагментов. Эти отличия определяют кислотно-основные свойства всей молекулы гормона. Применение ЭПО запрещено Международным Олимпийским Комитетом (Апполонова С.А., Дикунец М.А., Родченков Г.М., 2009).

Можно заметить проявление золотой пропорции – числа Фидия в строении молекулы ЭПО: масса цепочки из 165 аминокислотных остатков составляет около 60 % массы ЭПО, а 40 % остается на карбогидратный компонент. Четыре цепочки углеводов расположены в стороне от области связывания с рецептором, но благодаря протяженности и гибкости они прикрывают значительную часть молекулы ЭПО. При этом в отличие от аминокислотной последовательности, сохраняющей строгую стабильность, углеводный компонент молекулы может меняться. Наиболее наглядно это показано для карбогидратов присоединяющихся к N-терминалу молекулы ЭПО. Олигосахариды данного региона могут содержать 2, 3 или 4 ответвления, каждое из которых заканчивается отрицательно заряженными молекулами *сиаловых кислот* (остальная часть молекул олигосахаридов нейтральна). Углеводы, связанные с O-терминалом, также содержат от 0 до 2 *сиаловых кислот*. Учитывая тот факт, что с N-терминалом связаны 3 молекулы карбогидратов, способных нести до четырех *сиаловых кислот*, и одна молекула, несущая до 2 *сиаловых кислот* связана с O-терминалом. Максимально возможная сумма *сиаловых кислот* составляет 14. Исследования рекомбинантного человеческого ЭПО-альфа показывают наличие его изоформ, содержащих от 9 до 14 *сиаловых кислот*. Известно, что карбогидратный компонент молекул может влиять на их секрецию клетками, иммуногенность, конформационную структуру, стабильность и биологическую активность (Browne J.K., Cohen A.M., Egrie J.C., Lai P.H., Lin F.K., Strickland T., Watson E., 1986).

Исследование активности ЭПО, содержащего различное количество *сиаловых кислот*, показало, что степень сиалирования влияет на связывание с рецептором и длительность циркуляции белка. Лишенные карбогидратного компонента молекулы ЭПО имели повышенное связывание с рецептором, что сопровождалось усилением стимулирующего эффекта *in vitro*, но *in vivo* – такие молекулы крайне мало активны из-за быстрой инактивации их печенью. Молекулы с максимальным содержанием *сиаловых кислот* оказывали значительно более выраженное стимулирующее эритропоэз действие *in vivo*, благодаря более длительной циркуляции в крови. Эти наблюдения навели исследователей на мысль о создании молекулы ЭПО, содержащего повышенное, в сравнение с природной молекулой, количество *сиаловых кислот*. Такая молекула теоретически могла бы оказывать более продолжительное стимулирующее действие, чем природные рекомбинантные полипептиды. Были синтезированы десятки модифицированных молекул, содержащие дополнительно одну или более карбогидратных цепей с *сиаловыми кислотами*. Одна из созданных молекул, содержащая 2 дополнительные цепи в N-терминале (всего 5 цепей), сохраняла присущую ЭПО третичную структуру и центр связывания с рецептором. В то же время эта молекула имела не 14, а 22 *сиаловых кислоты* и несколько измененную аминокислотную последовательность, позволившую присоединить добавочные карбогидратные цепи. Она была тяжелее природного ЭПО (37100 дальтон) и несла отрицательный заряд, благодаря дополнительным *сиаловым кислотам*. Полученный гликопротеин получила название *новый эритропоэз стимулирующий протеин* (НЭСП), который в сравнении с рекомбинантным ЭПО вызывает более быстрое и длительное увеличение уровня гемоглобина, существенно дольше циркулирует в крови после однократного назначения. В клинической практике было показано, что назначения *дарбэпоэтина-альфа* (препарат НЭСП) в дозе 2,25 мкг/кг 1 раз в неделю у пациентов при анемии после химиотерапии в сравнении с плацебо значительно (с 52 % до 27 %, $p=0,001$) снижает потребность в заместительных гемотрансфузиях и вызывает нормализацию уровня гемоглобина (66 % против 24 %, $p=0,001$). Урежение введения *дарбэпоэтина-альфа* с 1 раза неделю до 1 раза в 2 недели – не снижает эффективности стимуляции кроветворения. Дальнейшие исследования были проведены с целью проверки его способности корректировать уровень гемоглобина в фиксированной дозе. Доза *дарбэпоэтина-альфа* 200 мкг 1 раз в 2 недели эффективно повышала уровень гемоглобина при анемии. Успехи в разработке стандартизированной 2-х недельной схемы применения *дарбэпоэтина-альфа* способствовали дальнейшей модификации режимов введения – однократно в 3 и 4 недели. Эффективным может быть также введение: один раз в неделю в дозе 2,25 мкг/кг массы тела или один раз в 3 недели в дозе 500 мкг. Эффективность его была изучена и у некоторых больных, не получающих цитостатики. В этом случае эритроидные предшественники костного мозга обладают повышенной чувствительностью к проапоптотическим стимулам, что приводит к их гибели на ранней стадии продукции эритроцитов. ЭПО, оказывая антиапоптотическое действие на эти клетки, предохраняет их от гибели и в комбинации с *гранулоцитарным колониестимулирующим фактором* (ГКФ) снижает выраженность анемии (Fukuda M.N., Sasaki H., Lopez L., Fukuda M., 1989).

В спортивной медицине максимально действенная и безопасная доза препарата еще не определена. Недостаточно разработаны и способы контроля применения ЭПО спортсменами. Не определена степень риска вследствие применения рекомбинантного ЭПО. Rh-ЕРО является хорошо переносимым фармакологическим препаратом, который практически не имеет побочных эффектов. Однако передозировка ЭПО и его неконтролируемое применение могут привести к увеличению вязкости крови и, следовательно, к увеличению риска возникновения тромбоза и нарушений в системе кровоснабжения сердца и мозга. Опасность возникновения указанных побочных эффектов ЭПО возрастает при проведении тренировок в условиях гипоксии гор, а также при обезвоживании организма.

МОК использует для определения ЭПО ряд методов, включая регистрацию биохимических показателей, величина которых зависит от концентрации ЭПО. Так измеряют содержание в сыворотке *растворимого трансферринового рецептора* (sTfR), уровень которого возрастает после введения рекомбинантного ЭПО. Однако аналогичные изменения данный по-

казатель претерпевает и после тренировок в условиях среднегорья. У спортсменов определяют также в моче продукты распада фибрина и фибриногена после введения ЭПО. И все же в настоящее время практически невозможна достоверная идентификация случаев экзогенного введения ЭПО в организм. Поэтому для предварительного контроля используются изменения физиологических параметров крови, которые обнаруживаются после введения ЭПО. Так, Международный союз велосипедистов использует критерий максимального значения гематокрита (50 объемных процентов для мужчин). Международная федерация лыжного спорта в качестве такого критерия установила максимально допустимые значения *гемоглобина* (16,5 г% для женщин и 18,5 г% для мужчин). В случае превышения указанных предельных величин, установленного при проведении контрольной процедуры проверки до соревнований, соответствующий спортсмен отстраняется от участия в соревнованиях в целях защиты его здоровья. Однако и *гемоглобин*, и гематокрит – это показатели, на которые оказывают воздействие многие факторы. В частности, они могут существенно изменяться даже после одной тренировки на выносливость среднего объема. Кроме того, эти показатели характеризуются значительной индивидуальной вариабельностью. Поэтому даже превышение величины гематокрита более 50 объемных % не может служить доказательством факта злоупотребления ЭПО. Недавно предложен метод высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с тандемной масс-спектрометрией для определения приема запрещенного допингового ЭПО. Проверена гипотеза о влиянии ЭПО на систему АДМА–ДДАГ–NO-синтазы – *асимметричный диметиларгинин* (АДМА), *диметиларгинин* диметиламиногидролаза (ДДАГ), – изменения в которой могут быть косвенными биохимическими маркерами приема спортсменами запрещенного препарата ЭПО. Установлено, что концентрация в моче биохимических маркеров в контрольной группе варьировала в пределах 10–40 мкг/мл для АДМА и СДМА, и 0,5–10 мкг/мл для аргинина и цитруллина. Показано, что по сравнению с референсными значениями, уровень АДМА, СДМА, аргинина и цитруллина был достоверно повышен: 40–270 мкг/мл, 40–240 мкг/мл, 10–60 мкг/мл и 12–140 мкг/мл соответственно – после однократного внутривенного введения 2000 МЕ/день рекомбинантного ЭПО-альфа (эпокрин) двум добровольцам. Сделан вывод, что одновременное повышение уровня аргинина, метиларгининов и цитруллина может служить косвенным маркером злоупотребления ЭПО спортсменами. Данный метод рекомендован для использования в качестве быстрого скринингового анализа (Апполонова С.А., Дикунец М.А., Родченков Г.М., 2009).

Для спортивной медицины может быть перспективным генетический способ повышения снабжения тканей кислородом в экстремальных условиях. Он родился из наблюдения за результатами золотого медалиста в лыжных гонках финского спортсмена Ээро Мянтюранта (Инсбрук, 1964), оказавшегося генетическим мутантом. В крови финского лыжника было на 25–50 % больше эритроцитов, чем у других участников гонок. Поскольку эти клетки разносят кислород из легких по всему телу, мышцы лыжника лучше, чем у его коллег, снабжались кислородом, он мог развивать более высокую скорость бега и дольше ее поддерживать. Количество эритроцитов в крови у каждого человека регулируется ЭПО. Когда кислорода в крови оказывается слишком мало, например, в условиях высокогорья, выработка ЭПО увеличивается, и в костном мозге усиливается размножение клеток будущих эритроцитов. Когда содержание кислорода в крови достигает нормы, синтез ЭПО прекращается. Мутация, встречающаяся крайне редко, отключает этот механизм обратной связи, и ЭПО продолжает поступать в кровь. Генная инженерия вскоре позволит вводить человеку ген, увеличивающий его выработку. Такой метод сейчас разрабатывается в нескольких научных лабораториях. Ген, который требуется ввести человеку, цепляют к какому-нибудь вирусу, предварительно лишенному опасных генов, вызывающих болезнь. Часто используют аденовирусы. Правда, иммунная система довольно быстро их выявляет и уничтожает вместе с полезным грузом еще до того, как вирус успеет встроить нужный ген в клетки. Поэтому сейчас стараются подобрать какие-либо другие вирусные переносчики. Однако и с аденовирусами эксперименты часто удаются. В Чикагском университете таким способом ввели ген ЭПО мышам и обезьянам, после чего содержание эритроцитов в их крови выросло почти вдвое. У мышей

эффект держался более года, у обезьян – 12 недель. Подобный эксперимент, но с другими вирусами, проведенный в Калифорнии на бабуинах, дал такой же эффект, продержавшийся более полугода. Между тем пока нет гарантий ее полной безопасности. Так имел место случай смерти 18-летнего больного, которого лечили от редкой наследственной болезни печени путем введения нужного гена с аденовирусами. Не исключена также опасность и того, что, когда ген попадет в клетки человека, его активность нельзя будет регулировать. Некоторые из обезьян, получивших ген ЭПО в эксперименте, стали вырабатывать слишком много этого гормона, и им приходилось делать время от времени кровопускание, чтобы уменьшить гемокоагуляцию.

ЭПО – инъекционный белковый гормон популярен в медицине, так как в определенных случаях используется как замена переливанию крови. Атлеты используют его, чтобы резко увеличить уровень эритроцитов, которые в крови переносят кислород. Спортсмены и тренеры хорошо сознают, что если они могут увеличить уровень кислорода в крови, то они смогут выполнить большой объем тренировочной работы. ЭПО опасно повышает процентное содержание эритроцитов в крови. У обычного человека примерно 40 % объема крови составляют эритроциты и это вполне нормально. Атлеты имеют этот показатель намного выше нормы. Опасность состоит в том, что при очень высокой их концентрации кровь может буквально тромбировать артерии, особенно при ограничении потреблении жидкости (марафонцы и велосипедисты, которые теряют большие количества жидкости в течение тренировок и соревнований). При этом концентрация гематокрита поднимается до запредельных уровней. Не ясны эффективные и опасные дозировки ЭПО. Они колеблются в районе 50–300 ЕД на кг веса. Результат приема клинически заметен примерно через две недели применения. Большинство специалистов склоняются к мнению, что препарат не стоит использовать в течение более шести недель. Существуют попытки применить назальные аналоги ЭПО. Ведь если его вводить в организм с помощью инъекций, то остаются следы применения. Назальное средство (спрей) можно распылить в рот или нос бесследно.

Для нормального снабжения тканей кислородом, хотя это звучит парадоксально в отношении действия препарата, стимулирующего эритропоэз, организм вынужден включать механизмы повышения АД. Напряженная сердечная деятельность в этом случае может вызвать, в свою очередь, повышенный риск тромбирования сосудов с развитием инфаркта миокарда, церебрального инсульта, тромбоза легочных сосудов. Реален риск заражения инфекциями, такими как гепатит и СПИД из-за необеспечения стерильности при выполнении инъекций.

Резюме

Запретить ЭПО невозможно – это натуральный гормон, присутствующий в организме каждого человека. Поэтому употребление ЭПО в обход антидопинговых правил стимулирует прием препаратов, увеличивающих объем кровяной плазмы – например, *гидроксиэтилкрахмала*, который нетрудно отследить. Именно это вещество несколько лет назад стало причиной дисквалификации сразу шести финских лыжников во время чемпионата мира (<http://www.okrugsveta.ru>).

Ходят слухи о начале работ над «генетическим допингом» – введением спортсмену гена, обеспечивающего, скажем, аномально высокий *гемоглобин*. Уличить его обладателя в применении допинга невозможно даже теоретически. Человечество войдет в мир генного программирования уже при нашей жизни. Ведь, по сути, все операции с ДНК – это чисто цифровые, а не аналоговые процессы. Работа генных программистов, скорее всего, будет такой же, как проектировщиков нынешних микропроцессоров, в лабораториях, где создаются программы-гены. КПД их деятельности превысит сотни процентов. Подобные биотехнологии только делают первые шаги, но можно не сомневаться, что они могут найти применение в спорте высших достижений.

Поэтому необходим консенсус по допингу с определением его четких критериев. Иначе и физические особенности индивидуума – могут стать предметом антидопинговых санкций.

ГЛАВА VIII

КОМПЛЕКСНАЯ ПРОГРАММА ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Под руководством профессора В.А.Орлова проведены исследования и внедрены научно обоснованные комплексные программы тестирования и оценки психофизического состояния здоровья и резервных возможностей организма человека с применением общедоступных процедур и инструментов. Автору удалось научно обосновать и сформулировать концепцию донозологического контроля и измерения уровня соматического здоровья человека на основе признаков структурно-функциональной адаптации организма и его физиологических систем к условиям жизнедеятельности, включая занятия физической культурой и спортом. Теоретически и экспериментально обоснована неинвазивная, общедоступная технология обследования различных возрастных групп населения, включающая стандартный состав измеряемых показателей и комплекса психофизиологических тестовых процедур, моделирующих типовые виды жизнедеятельности с элементами физических упражнений, которые сопровождаются острыми адаптационными реакциями, в которых объективно раскрываются физиологические возможности функциональных систем организма. Разработанная система донозологического контроля соматического здоровья человека полностью адаптирована для медико-биологического контроля за состоянием здоровья различных возрастных групп, включая подрастающее поколение (дошкольный, школьный и допризывный возраст), а также лиц, занимающихся физической культурой и спортом. Предлагаемая система контроля включает технологию медико-биологического обследования человека, с использованием специально разработанного комплекса измерительного и тестового оборудования, а также лицензированного оригинального программно-информационного комплекса «Навигатор Здоровья». При ее разработке автором учитывались три основных требования (Орлов В.А., Фудин Н.А., 1996).

- тестирующая методика должна быть предельно простой и доступной для использования как в любом школьном, вузовском и трудовом коллективе, так и при занятиях физической культурой и спортом.

- результаты измерений и оценка индивидуального психофизического состояния любого человека должны быть выражены единым интегральным числовым показателем независимо от пола и возраста.

- для более полного диапазона возможных числовых выражений психофизического состояния авторами предлагается измерительная шкала интервалов с конкретной психофизической характеристикой обследуемого человека.

Использование комплексной методики для массового обследования психофизического состояния здоровья людей позволяет объективно оценить потенциал трудовых коллективов, а также определить степень участия их в физической культуре и спорте.

1. Существующие подходы к оценке физического состояния и резервных возможностей организма

Как у нас в стране, так и за рубежом органы здравоохранения разделяют человеческое общество на две категории: здоровые и больные. При обнаружении выраженных нарушений в отдельных органах и системах организма человек причисляется к категории больных. При незначительных нарушениях и компенсаторной сбалансированности в состоянии организма, не приводящих к заметному ухудшению самочувствия и снижению работоспособности, современная медицина характеризует человека, как практически здорового.

Что же такое идеальное или 100 % здоровье? Как оценить и измерить идеальное здоровье? Эти вопросы являются одним из важнейших в современном знании человека. Еще Г. Галилей писал, что «одна из основных задач науки – измерить то, что измеримо, сделать измеримым то, что еще не измерено».

В определении здоровья человека значительное место отводится таким факторам, как физическое состояние, физическая и умственная работоспособность. Эта медико-биологическая и педагогическая область знаний привлекла к себе внимание многих ученых в различных странах мира. В мировой литературе изложены разнообразные подходы к оценке физического состояния человека. Значительное количество медико-биологических, педагогических и инструментально-диагностических методов разработано и широко применяется в практике спорта для оценки физических качеств, работоспособности и уровня тренированности.

При оценке физического состояния и функциональной готовности широко применяются измерения и оценка частоты сердечных сокращений (ЧСС), артериального давления (АД), жизненной емкости легких (ЖЕЛ), электрокардиограммы (ЭКГ), гипоксической пробы с задержкой дыхания на вдохе и выдохе, соотношение массы тела и роста. Разнообразные тесты используются для оценки силы различных мышечных групп (динамометрия кистевая, станочная), подвижности суставов и позвоночника. Особое значение придается тестам со строго дозированной нагрузкой на велоэргометре, третбане, на шагивании на ступеньки различной высоты. Вышеперечисленные тесты, являясь наиболее информативными и физиологичными, дают возможность строго дозировать выполняемую физическую работу и повышать ее мощность в ходе теста каждые 2–3 минуты с одновременной регистрацией функциональных систем организма (работа сердца, систем дыхания и кровообращения, артериальное давление и т. д.).

В научной и популярной литературе приводятся результаты многочисленных исследований, выполненных в различных странах мира с помощью отдельных тестов и методик. Приводятся нормативные таблицы эталонных показателей для ЧСС (Анохин П.К., 1975; Зилов В.Г. и соавт., 1985), АД, веса тела (Баевский Р.М., 1979), должной емкости легких, реакции сердечно-сосудистой системы и кислородного обеспечения мышечной работы для людей различного возраста и пола в тестах с умеренной и субмаксимальной нагрузкой.

Оригинальный подход к оценке физического и функционального состояния человека предложен Киевским НИИ медицинских проблем физической культуры. Методика КОНТРЭКС дает возможность рассчитать интегральную оценку в баллах и на этой основе определить уровень психофизического состояния человека.

Комплексный подход к определению уровня здоровья и оптимальной физической нагрузки у занимающихся оздоровительной тренировкой разработан сотрудниками МГПИ им. Н.К. Крупской (Баевский Р.М., 1979).

Для целенаправленного воздействия на слабые звенья в системе улучшения здоровья человека понятие «здоровье» наиболее полно сформулировано академиком В.П. Казначеевым (Зациорский В.М., 1980; Зилов В.Г. и соавт., 1985), который предложил дополнить его определением «уровень здоровья». Под этим термином, по его мнению, следует понимать «количественную характеристику функционирования и резерва функциональных систем организма, а также степень напряжения регуляторных механизмов, позволяющих поддерживать гомеостаз организма при оптимальном уровне разносторонней физической подготовленности, обеспечивающей высокую социальную активность».

Важную роль в оценке физической подготовленности населения в свое время сыграл общесоюзный комплекс ГТО. Он включал набор различных спортивно-физических упражнений и нормативно-оценочных таблиц для людей различного возраста и пола. С их помощью оценивалось физическое развитие и работоспособность людей, а также степень овладения спортивно-двигательными и прикладными навыками.

В ряде стран разработаны и применяются комплексы тестов, физических упражнений и специальных программ для воспитательных и оценочных целей. Примером является система президентских тестов и нормативов физической готовности в США. Многие исследователи приводят убедительные данные, доказывая, что повышение физической и функциональной работоспособности человека способствуют росту производительности труда на 3–20 %.

В условиях рыночной экономики и социально обострившейся ситуации в трудовых коллективах на первый план вышло повышение резервных психофизических возможностей работающего человека.

Успешное решение задачи по объективной оценке и повышению физической работоспособности членов трудового коллектива, а также повсеместное внедрение предлагаемой нами комплексной программы внесет существенный вклад в укрепление их здоровья и творческого долголетия.

2. Методы оценки психофизического состояния организма человека

Известный советский биохимик В.А. Энгельгарт писал, что жизнь – это единство трех потоков: материи, энергии и информации. С этой точки зрения выполнение любой умственной или физической работы (жизнедеятельность), включая чтение газеты, перемещение тела в пространстве (ходьба, бег), удовлетворение биологических потребностей или выполнение производственных операций – все это сопровождается изменениями биохимического и энергетического потенциала органов и функциональных систем организма (Орлов В.А., Фудин Н.А., 1989). Благодаря свойствам нервно-мышечной системы человек перемещается в пространстве и фиксирует определенные лозы. Степень развития нервно-мышечной системы и ее способность длительное время непрерывно выполнять необходимые двигательные акты в большой степени зависит от надежного функционирования всех функциональных систем, которые снабжают работающие клетки организма кислородом и энергосодержащими компонентами и одновременно удаляют из клетки «продукты» энергообмена.

Физиологи пришли к заключению, что надёжность и эффективность функционирования кислородно-транспортной системы организма является базисом для сохранения высокой умственной и физической работоспособности и сохранения высокого уровня жизнедеятельности как целого организма, так и его отдельных органов и систем. Нарушение кровоснабжения какого-то участка нашего организма неминуемо приводит сначала к дистрофии, а затем и к серьезной его патологии. Особенно чувствительными к дефициту кислорода являются кора головного мозга и сердце. Детренированное сердце, потерявшее эластичность и кровеносная система, «засоренная» холестерином, приводят значительное число людей к ишемической болезни и, как следствие, к инфаркту миокарда или инсульту. Медицинская статистика в развитых странах мира констатирует повышенный рост числа лиц именно с такой патологией.

Учитывая эти особенности, *Всемирная организация здравоохранения* (ВОЗ) рекомендует при оценке физического состояния человека использовать тесты, которые требуют значительных мышечных усилий и мобилизации деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной и других функциональных систем организма. Эксперты ВОЗ указывают, что тестовая нагрузка должна увеличивать минутный объем кровотока по сравнению с покоем в 4–6 раз, а величина минутного потребления организмом кислорода должна возрасти в 12–16 раз по сравнению с уровнем покоя. Известно, что в покое сердце перекачивает 4,0–5,0 литров крови за минуту, а потребление кислорода всеми функционирующими клетками организма составляет 0,2–0,3 литра в минуту.

Малоподвижный образ жизни и недостаток физической нагрузки приводят к резкому возрастанию количества отклонений локомоторных систем и опорно-двигательного аппарата, в частности, суставов и позвоночника. Наиболее подвержена этим отклонениям категория взрослых людей, выполняющих работу в сидячем положении. Все это обуславливает необходимость систематической диагностики и профилактики дискомфортных состояний с помощью специально подобранного комплекса физических упражнений. В физкультурно-оздоровительной практике широко распространены тесты и профилактические упражнения с наклоном туловища вперед и касанием пола руками, а также поднимание ног за голову из положения лежа на спине

Важное значение при оценке психофизического состояния человека имеют такие свойства, как пространственно-временная ориентация и координация движений. Жизнь человека в современном мире, его постоянное участие в коллективном движении по дорогам в транспортном потоке (VELO, авто), а также в выполнении многих производственных процессов (особенно при конвейерной технологии) требуют соответствующих навыков пространственно-временной ориентации и надежного управления своими двигательными действиями. Эффективность двигательных действий предопределяется надежностью работы анализаторов и степенью развития нервно-мышечной системы человека. Поэтому в комплекс тестов должны быть включены силовые физические упражнения, выполняемые при участии мышц рук, ног и всего тела, а также сложно-координационные локомоторные действия.

Ученые обнаружили, что полное исключение из жизни человека на длительное время физических нагрузок приводит к детренированности сердца, сосудистой и дыхательной систем, а также расстраивает нормальную жизнедеятельность некоторых органов. Эти результаты получены как в специальных экспериментах, так и в практической деятельности, например, при первых длительных космических полетах и длительных автономных плаваниях на атомных подводных лодках.

Негативное влияние на здоровье человека, его психофизическое состояние и работоспособность оказывает экологически неблагоприятная среда обитания, а также курение, употребление алкоголя, низкая двигательная активность, нерациональный режим труда и отдыха, несбалансированное питание, длительно сохраняющийся психоэмоциональный стресс, т.е. все то, что характеризует нездоровый образ жизни. Исходя из этого, в программе обследования психофизического состояния определенное место должны занять показатели, характеризующие образ жизни, поскольку они представляют сумму факторов, активно влияющих на психофизическое состояние человека.

При изучении образа жизни конкретного человека необходимо учитывать характер его трудовой деятельности. В настоящее время принято выделять пять групп людей с учетом особенностей их труда.

1 группа – это работники преимущественно умственного труда. В нее входят управляющие и служащие организаций, инженерно-технические работники, медперсонал, педагоги, работники науки, искусства, литературы. Их труд связан со значительным психоэмоциональным напряжением и минимумом двигательной активности.

2 группа включает работников, занятых умеренным физическим трудом (радиомонтажники, швейники, работники сферы обслуживания, связи, продавцы, агрономы, зоотехники).

3 группа включает работников, выполняющих мышечные усилия средней тяжести (станочники, водители транспорта, текстильщики, обувщики, железнодорожники, водники)

4 группа включает работников тяжелого физического труда (строительные рабочие, металлурги, литейщики, работники нефтяной и газовой промышленности, такелажники, плотники).

5 группа состоит из работников, занятых особо тяжелым физическим трудом (горнорабочие, лесорубы, каменщики, бетонщики, грузчики).

Характер производственной деятельности и стаж соответствующей работы существенным образом влияют на физическое состояние человека. Это следует регистрировать и индивидуально учитывать при тестировании и разработке программ повышения резервных возможностей организма конкретного человека.

2.1. Субъективные методы обследования

Известно, что деятельность человека в значительной мере формируется его потребностями. В процессе жизнедеятельности, т.е. с изменением возраста, социального и экономического положения потребности человека претерпевают существенные изменения. Опыт показывает, что в молодости, когда человек полон сил и энергии, его отношение к собственному здоровью не имеет выраженной потребности к его сохранению и укреплению. Однако с го-

дами приоритет потребности сохранения и укрепления здоровья индивидуума неуклонно возрастает. Запоздалое сознание ценности собственного здоровья продиктовано низким уровнем осведомленности человека о критериях здоровья, о значимости здорового образа жизни.

С учетом этих особенностей одним из разделов комплексного обследования психофизического состояния человека должна стать оценка знаний о самом себе, о причинах, приводящих к снижению уровня здоровья, ухудшению самочувствия, повышенной утомляемости и более частым заболеваниям.

Наиболее распространенным способом получения информации о характере производственной деятельности, образ жизни, отношении к здоровью, физической культуре и спорту является беседа или анкетирование обследуемых. Основная часть вопросов должна касаться стажа работы и ее напряженности, самооценки своего здоровья и образа жизни, желаний и мотивов на улучшение своего физического состояния и уровня здоровья. Эта часть обследования должна предшествовать непосредственным измерениям и тестированию психофизической и функциональной работоспособности с тем, чтобы самооценка испытуемого не подвергалась влиянию результатов обследования.

В предлагаемую комплексную программу включен метод анкетирования с набором вопросов, которые позволяют через ответы обследуемого оценить ряд психофизических факторов, отражающих физическую культуру человека. В приведенной анкете ряд вопросов (с 3 по 7) уточняет особенности трудовой деятельности и ее влияние на самочувствие обследуемого. По совокупности ответов на эти вопросы оценивается фактор утомляемости от производственных нагрузок. Вторая группа вопросов (с 8 по 9) выявляет наличие негативных привычек обследуемого, а именно курение и употребление алкоголя, которые уже давно отнесены органами здравоохранения к факторам риска заболеванием *ишемической болезнью сердца* (ИБС).

Следующий ряд вопросов анкеты (с 10 по 14) уточняет режим двигательной активности человека. Четвертая группа вопросов (с 15 по 18) выявляет количество дней нетрудоспособности у обследуемого в среднем за год, а пятая группа вопросов оценивает степень активности его участия в физкультурно-оздоровительных мероприятиях. И, наконец, последняя часть вопросов анкеты посвящена самооценке резервов здоровья обследуемого с точки зрения возможности интенсифицировать трудовую и общественную деятельность, а также уточнению его желаний активно участвовать в физической тренировке по поддержанию своего здоровья. Точность анкетной самооценки может быть определена после выполнения всей комплексной программы обследования, когда суммируются субъективные и объективные данные, полученные в результате исследований функциональных систем организма.

Таблица 52

**Нормативная оценка двигательной активности, интенсивности курения
и употребления алкоголя**

Значимость фактора в баллах	Двигательная активность, часов в неделю	Интенсивность курения сигарет в день	Интенсивность употребления алкоголя 15% л/нед
6	10 и более	0	0
5	8-9	1-3	0,2
4	6-7	4-5	0,3
3	4-5	9-12	0,4
2	2-3	13-18	0,7
1	1 и менее	19 и более	1,0 и более

Анкетирование или целенаправленный опрос должен выполняться в первой части комплексного обследования с тем, чтобы объективные измерения не повлияли на характер субъективных данных.

ективных самооценок и не исказили их достоверность. Подробное анкетирование создаст информационный базис для разработки комплексной оздоровительной программы в трудовом коллективе и организации физкультурно-оздоровительных групп по спортивным интересам и уровню подготовленности занимающихся.

2.2. Медико-биологические и врачебно-педагогические методы обследования

Из большого многообразия методов медико-биологических и врачебно-педагогических наблюдений и обследований в разработанный нами комплекс включены лишь те, которые являются наиболее информативными и получили широкое распространение в практике массового обследования населения как в России, так и в различных странах мира и охватывают важнейшие свойства психофизического состояния человека.

2.2.1. *Весо-ростовой показатель* нашел широкое применение при массовых обследованиях населения разных стран мира.

Метод расчета и нормативно-оценочные таблицы, предложенные Кетле (Дембо А.Г., 1988), строятся на определении количества граммов веса тела на 1 см его роста. Этот метод прост и общедоступен, однако точность оценки может быть повышена, если к нему присоединить подход и поправочный коэффициент, предложенный академиком А.А. Покровским. Подход этого ученого строится на том, что по типу физического развития все люди делятся на нормостенические, астенические и гиперстенические типы, и с учетом этих особенностей он разработал нормативные таблицы веса тела для людей разного роста, пола и возраста.

С использованием поправочных коэффициентов А.А. Покровского и внесением дополнений, была рассчитана шестиуровневую нормативно-оценочную таблицу (табл. 53).

Таблица 53

Качественная оценка	Нормостен. тип (N), гр./см	Астенич. тип (А), гр./см	Гиперстенич. тип (Г), гр./см
	Мужчины		
Отлично	390–415	380–404	400–425
Хорошо	416–440; 370–389	405–424; 360–379	426–455; 380–399
Удовлетворительно	441–465; 350–369	425–450; 350–359	456–480; 370–379
Плохо	466–490 <350	451–475 <350	481–505 <370
Очень плохо	491–520	476–505	506–535
Критич.	521 и более	506 и более	536 и более
	Женщины		
Отлично	360–385	350–374	370–395
Хорошо	386–420; 350–359	375–410; 340–349	396–435; 360–369
Удовлетворительно	421–450; 340–349	411–435; 330–339	436–465; 350–359
Плохо	451–480 <340	436–460 <330	466–495 <350
Очень плохо	481–510	461–490	496–525
Критич.	511 и более	491 и более	526 и более

Интерпретация весо-ростового показателя строится на теоретическом обосновании оптимального соотношения костного, мышечного и жирового компонентов массы тела. У взрослых людей, не занимающихся регулярно физической тренировкой, заметное увеличение относительной массы тела предопределяется гипертрофией жирового компонента. По современным взглядам науки избыточный вес является следствием нерационального питания и малоподвижного образа жизни человека. В то же время избыточный вес (или ожирение) выступает в качестве фактора риска, негативно влияющего на здоровье человека, обуславливая чрезмерную постоянную концентрацию белково-жировых компонентов в крови и усугубляя атеросклеротические тенденции сердечно-сосудистой системы.

2.2.2. *Пульс в покое* имеет определенное значение в оценке состояния сердца и сосудистой системы. *Частота сердечных сокращений (ЧСС)* в покое подсчитывается пальпаторно за 1 минуту на лучевой или височной артерии в положении сидя после 5 минутного спокойного отдыха. Чем реже пульс, тем эффективнее работа сердца. При ЧСС 75 уд/мин продолжительность одного сердечного цикла в среднем составляет 0,8 с, из которых 0,3 с приходятся на сокращение желудочков и 0,5 с – на их расслабление и отдых. Хорошо тренированное сердце в покое сокращается 40-50 раз за 1 мин, обеспечивая оптимальное кровообращение и удлиняя паузу отдыха и восстановления для самой сердечной мышцы. Детренированное сердце с ослабленной сердечной мышцей, как правило, характеризуется повышенной частотой сокращений в покое. На этом признаке построена простейшая оценка функционального состояния сердца. В рассматриваемом комплексном подходе (табл. 54) весь диапазон значения ЧСС в покое разделен на 6 зон, каждая из которых имеет качественную оценку.

Таблица 54

Качественная оценка	ЧСС уд/мин	
	Мужчины	Женщины
Отлично	58 и менее	63 и менее
Хорошо	59–67	64–72
Удовлетворительно	68–76	73–81
Плохо	77–84	82–89
Очень плохо	85–93	90–98
Критич.	94 и более	99 и более

2.2.3. *Артериальное давление (АД)* в покое измеряется стандартным методом на плечевой артерии в положении сидя после 5 минут спокойного отдыха. Показатели АД характеризуют состояние системы кровообращения и, в частности, общее периферическое сопротивление кровотоку. Прямые измерения давления крови в разных сосудах показывают, что в крупных и средних артериях давление крови падает всего на 10 %, а в артериолах и капиллярах на 85 %. Это означает, что 10 % энергии, затрачиваемой желудочками сердца на изгнание крови, расходуется на ее передвижение в крупных сосудах, а 85 % – на движение крови в артериолах и капиллярах. Хорошо развитая капиллярная сеть (сумма диаметров всех капилляров примерно в 500-600 раз больше диаметра аорты) обеспечивает оптимальное кровообращение в то время, как блокирование определенной части капиллярной сети приводит к избыточному периферическому сопротивлению для кровотока, повышению АД и излишней механической нагрузке на сердце.

У взрослых здоровых людей максимальное АД в покое составляет 105–120 мм рт. ст. С возрастом максимальное АД повышается на 5–10 %. Минимальное АД у взрослых людей в среднем равно 60–80 мм рт.ст. Пульсовое давление или пульсовая разность составляет 35–50 мм. Различий в нормах АД у мужчин и женщин нет, однако большинством авторов выделяются возрастные нормативы АД.

Для определения должной индивидуальной нормы АД предложена следующая формула:

мужчины: $АД_{\max} = 109 + 0,5 \cdot \text{возраст} + 0,1 \cdot \text{масса тела};$

$АД_{\min} = 74 + 0,1 \cdot \text{возраст} + 0,15 \cdot \text{масса тела};$

женщины: $АД_{\max} = 102 + 0,7 \cdot \text{возраст} + 0,15 \cdot \text{масса тела};$

$АД_{\min} = 78 + 0,17 \cdot \text{возраст} + 0,1 \cdot \text{масса тела}.$

При оценке АД необходимо учитывать состояние психоэмоционального напряжения обследуемого, т.к. длительно сохраняющийся психоэмоциональный стресс формирует устойчивое повышение АД, которое в конечном итоге приводит к необратимым патологическим изменениям в сердечно-сосудистой системе.

Устойчивое повышение АД является одним из факторов, который приводит к возникновению *ишемической болезни сердца* (ИБС). По этой причине контроль и оценка АД включены практически во все программы диагностики здоровья человека. В настоящем подходе качественная оценка артериального давления в покое производится по шестиступенчатой шкале (табл. 74), рассчитанной на базе вышеназванных формул и результатов обработки собственных массовых обследований различных категорий и регионов России.

Таблица 55

Качественная оценка	до 50 лет	51 и старше
Отлично	115–120/70–80	115–125/75–85
Хорошо	125/80–85; 110/75–80	125/90; 110/80
Удовлетворительно	130/85–90; 105/70–75	130/90–95; 105/75–80
Плохо	135/90–95; 100/70–75	135/95–100; 100/70–75
Очень плохо	140/95–100; 95/65–70	140/100–105; 95/60–65
Критич.	145/100–105; 90/60–65	145/105–110; 90/60

2.2.4. *Жизненный показатель* определяется после измерения *жизненной емкости легких* (ЖЕЛ) с помощью спирометра (водяного или механического). Вычисления проводятся посредством деления величины ЖЕЛ в мл на массу тела в кг. Жизненный показатель характеризует газообменные процессы, а также потенциал аппарата внешнего дыхания, который удаляет из организма через легкие углекислый газ и насыщает кровь кислородом.

Недостаточно развитый легочный аппарат с малым дыхательным объемом может служить одной из причин недостаточного кислородного обеспечения организма уже при незначительной физической нагрузке. При длительном отсутствии физических нагрузок межреберные и другие мышцы, обеспечивающие дыхательные движения, снижают свою работоспособность и не раскрывают альвеолярную площадь в полном объеме. В этих условиях часть незадействованных альвеол легочной паренхимы перестают выполнять свою функцию. При отсутствии физических нагрузок постепенно снижается объем легких и жизненный показатель, что приводит к снижению эффективности газообмена и недостатку кислорода даже при легких физических нагрузках.

Недостаточный объем легких, а значит – лимитированное кислородное обеспечение организма накладывает серьезные ограничения на физические возможности человека. Если к этому фактору добавляется интенсивное курение, то у человека многократно возрастает риск проявления со временем серьезных отклонений в функциональной системе кровообращения и газообмена.

В табл. 56 приведена шестиступенчатая шкала оценки жизненного показателя для людей различного возраста и пола.

Таблица 56

Качественная оценка	ЧСС уд/мин			
	Мужчины		Женщины	
	до 40 лет	41 и ст.	до 40 лет	41 и ст.
Отлично	66 и более	61 и более	62	60
Хорошо	61–65	56–60	58–61	56–59
Удовлетворительно	56–60	51–55	54–57	50–55
Плохо	51–55	46–50	50–53	45–49
Очень плохо	46–50	41–45	45–49	40–44
Критич.	45 и менее	40 и менее	44 и менее	39 и менее

2.2.5. *Гипоксическая проба* (проба Штанге). Заключается в произвольно-максимальной задержке дыхания, которая выполняется в положении сидя, без предшествующей гипервентиляции.

тиляции. Обследуемый делает глубокий вдох, слегка выдыхает и на этом прекращает дыхание на максимально возможное время. Интерпретация отдельно рассматриваемого показателя задержки дыхания затруднена, поскольку она зависит от таких субъективных факторов, как волевые качества человека и чувствительность хеморецепторов к изменениям напряжения углекислого газа в крови. Однако в совокупности с АД, ЧСС, жизненным показателем и весо-ростовым индексом, гипоксическая проба несет достаточно объективную информационную нагрузку в оценке физического состояния человека. В табл. 57 представлена нормативно-оценочная шестибальная шкала, разработанная нами на основе массовых обследований нетренированных практически здоровых взрослых людей в возрасте от 20 до 60 лет.

Способность человека к длительной задержке дыхания в определенной мере определяет его гипоксическую устойчивость, а также свидетельствует о наличии значительных резервов в организме, умении экономно расходовать внутренние запасы кислорода и регулировать их поступление в самые жизненно важные органы (головной мозг и сердце). Одновременно это свидетельствует о способности кислотно-щелочной системы организма противостоять закислению, что характеризует резервные анаэробные возможности человека.

Таблица 57

Качественная оценка	Задержка дыхания в секундах (муж. и жен.)			
	до 30	31–40	41–50	50 и старше
Отлично	65 и более	62 и более	60 и более	55 и более
Хорошо	56–64	54–61	50–59	48–54
Удовлетворительно	46–55	43–53	42–49	40–47
Плохо	40–45	38–42	37–41	38–39
Очень плохо	35–39	32–37	32–36	32–35
Критич.	34 и менее	31 и менее	31 и менее	31 и менее

3. Физическая и функциональная работоспособность в тестовых нагрузках

В процессе жизнедеятельности человек постоянно вынужден прилагать определенные волевые и физические усилия в различных ситуациях. Сложные задачи требуют больших усилий и значительной мобилизации функциональных систем организма. Физиологические резервы организма проявляются в силе и крепости мышц, подвижности суставов и связок, мощности и выносливости сердца, систем дыхания и кровообращения, активности гормональной и эндокринной систем организма человека. Физиологические резервы выражаются разницей в показателях функциональных систем организма в покое и при максимальном мышечном напряжении. Чем шире диапазон изменений этих показателей, тем больше у человека скрытых резервов. Для выявления физиологических резервов физической и функциональной работоспособности в данном подходе рекомендуются семь физических упражнений, широко используемых в науке и практике физической культуры и спорта в различных странах мира, в том числе, рекомендованных Всемирной организацией здравоохранения в качестве тестов и оценочных нормативов. Тестовые нагрузки в виде специально подобранных физических упражнений позволяют с достаточной долей объективности оценить физическую и функциональную работоспособность, а также физиологические резервы организма человека.

3.1. Зрительно-двигательная реакция

Зрительно-двигательная реакция оценивается в тесте с том падающей линейки. Испытуемый стоит с вытянутой вперед на уровне плеча рукой. Исследователь устанавливает линейку длиной 40–50 см нулевой отметкой на уровне указательного и большого пальцев испытуемого. При готовности обоих к тесту линейка неожиданно отпускается и начинает падать вертикально вниз. Испытуемый, увидев падение линейки, должен среагировать и пой-

мать ее движением одной лишь кисти. Расстояние, которое преодолает падающая линейка, покажет величину зрительно-двигательной реакции. Тест повторяется трижды. Фиксируется лучший результат. В табл. 58 приведена шестибальная оценочная шкала для данного теста, которая базируется на статистической обработке результатов собственных массовых обследований взрослого населения.

Таблица 58

Падение линейки в сантиметрах

Качественная оценка	до 30 лет	31-40 лет	41-50 лет	51 и старше
Отлично	14 и менее	15 и менее	16 и менее	17 и менее
Хорошо	15–18	16–19	17–20	18–21
Удовлетворительно	19–22	20–23	21–24	22–25
Плохо	23–27	24–28	25–29	26–30
Очень плохо	28–32	29–33	30–34	31–35
Критич.	33 и более	34 и более	35 и более	36 и более

3.2. Гибкость пояснично-крестцового отдела позвоночника

Гибкость пояснично-крестцового отдела позвоночника измеряется в тесте с наклоном вперед из положения стоя на гимнастической скамейке с фиксацией пальцами рук в течение двух секунд возможной нижней точки на измерительной линейке. Во время наклона сгибание коленей не рекомендуется. Нулевая отметка линейки устанавливается на уровне скамейки. Если испытуемый не достает до нулевой отметки, его гибкость оценивается количеством сантиметров со знаком минус (–). При хорошей подвижности в пояснично-крестцовых отделах позвоночника результат выражается в сантиметрах со знаком плюс (+). Гибкость в этом тесте отражает физическое состояние пояснично-крестцового отдела позвоночника, а также растянутость связок и мышечного аппарата задней поверхности спины и нижних конечностей. У людей, выполняющих работу в условиях гиподинамии и не занимающихся физическими упражнениями довольно часто отмечается выраженное ограничение гибкости указанного отдела позвоночника, что повышает риск заболевания остеохондрозом, пояснично-крестцовым радикулитом, а также другими хроническими заболеваниями. Табл. 59 отражает результаты массовых обследований взрослых людей в возрасте от 30 до 55 лет, занятых в различных сферах производства и управления, деятельность которых протекает в условиях гиподинамии. Шестибальная шкала позволяет выполнять качественную оценку гибкости позвоночника, растянутости связок и мышечного аппарата.

Таблица 59

Качественная оценка	Расстояние между пальцами кисти и уровнем стопы до ног					
	до 40 лет		40 – 50 лет		51–60 лет	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
Отлично	10	12	9	12	6	8
Хорошо	7–9	8–11	6–8	7–11	2–5	4–7
Удовлетворит.	4–6	–5–7	2–5	3–6	+1–2	0–3
Плохо	1–3	1–3	–2+1	–3+2	–5–3	–3–1
Очень плохо	–5–0	–3–0	–6–3	–4–7	–6–8	–4–6
Критич.	–6 и более	–4 и более	–7 и более	–8 и более	–9 и более	–7 и более

3.3. Силовая выносливость

Таблица 60

Качественная оценка	Мужчины		
	до 40 лет	41–50 лет	51–60 лет
Отлично	26 и более	24 и более	21 и более
Хорошо	20–23	20–23	18–20
Удовлетворительно	17–21	16–19	15–17
Плохо	14–16	13–15	12–14
Очень плохо	11–13	10–12	9–11
Критич.	10 и менее	9 и менее	8 и менее
	Женщины		
	До 40 лет	41–50 лет	51–60 лет
Отлично	25 и более	22 и более	19 и более
Хорошо	22–24	19–21	17–18
Удовлетворительно	18–21	17–18	14–16
Плохо	15–17	13–16	11–13
Очень плохо	12–14	10–12	9–10
Критич.	11 и менее	9 и менее	8 и менее

Силовая выносливость мышц рук и плечевого пояса измеряется количеством отжиманий от пола выполненных за 30 секунд. Мужчины отжимаются со строго прямым телом, касаясь пола лишь носками ног и ладонями рук. Женщины отжимаются, опираясь на пол коленями. В табл. 60 приведена разработанная в этом тесте оценочная шкала для мужчин и женщин.

3.4. Силовая выносливость мышц брюшного пресса

Силовая выносливость мышц брюшного пресса определяется количеством выполненных за 30 секунд движений из положения лежа на спине с вытянутыми за головой руками, в положение сиди в группировке с обхватом коленей ног двумя руками. В табл. 61 представлена оценочная шкала.

Таблица 61

Качественная оценка	Мужчины		
	до 40 лет	41–50 лет	51–60 лет
Отлично	28 и более	26 и более	23 и более
Хорошо	24–27	22–25	19–22
Удовлетворительно	18–23	17–21	16–18
Плохо	14–17	13–16	12–15
Очень плохо	11–13	10–12	9–11
Критич.	10 и менее	9 и менее	8 и менее
	Женщины		
	до 40 лет	41–50 лет	51–60 лет
Отлично	25 и более	22 и более	19 и более
Хорошо	22–24	19–21	17–18
Удовлетворительно	18–21	17–18	14–16
Плохо	15–17	13–16	11–13
Очень плохо	12–14	10–12	9–10
Критич.	11 и менее	9 и менее	8 и менее

3.5. Координированность движений

Координированность движений (ловкость) определяется в тесте с бросанием в стену в обозначенный круг диаметром 50 сантиметров и ловлей отскочивших от стены мячей на расстоянии 3 метров. Испытуемый последовательно бросает 6 мячей в стену на уровне 2–3 метров от пола и ловит отскакивающие мячи, три раза левой и три – правой рукой. Шкала качественной оценки результатов тестирования координированности движений приведена в табл. 62.

Таблица 62

Качественная оценка	Количество пойманных мячей
Отлично	6
Хорошо	5
Удовлетворительно	4
Плохо	2
Очень плохо	1
Критич.	0

3.6. Восстанавливаемость пульса (в пробе Руффье)

Процедура тестирования начинается с измерения ЧСС в покое, сиди, после 5-минутного отдыха (P_1). Затем выполняется 30 глубоких приседаний за 45 секунд (под метроном) с выпрямлением рук перед собой. Во время подъема руки опускаются вдоль туловища.

Физическая работа, выполняемая человеком за 30 приседаний, зависит от его роста и амплитуды вертикального перемещения части своего тела (около 80 %), и в расчете на 1 кг веса составляет от 13 до 18 кгм/кг за 45 секунд. Например, человек с весом тела в 75 кг при выполнении 30 приседаний за 45 сек совершит физическую работу в 975–1350 кгм.

Сразу же после окончания 30 приседаний измеряется пульс (P_2) в положении стоя, а после минутного отдыха – в положении сидя (P_3).

Оценка скорости восстановления пульса (индекс Руффье) производится по формуле:

$$R = \frac{P_1 + P_2 + P_3 - 200}{10}$$

и классифицируется по табл. 63.

Высокий уровень резервных возможностей сердечно-сосудистой системы обеспечивает выполнение данной тестовой нагрузки преимущественно за счет увеличения ударного объема крови при незначительном увеличении частоты пульса, в то время как детренированное сердце и сосуды приведут к учащению ЧСС и замедленному восстановлению пульса после нагрузки, что будет сопровождаться высоким индексом Руффье.

Таблица 63

Качественная оценка	Индекс Руффье
Отлично	2 и менее
Хорошо	3–6
Удовлетворительно	7–10
Плохо	11–14
Очень плохо	15–17
Критич.	18 и более

3.7. Физическая и функциональная работоспособность

Это один из важнейших компонентов физического состояния и уровня здоровья человека. В мировой практике разработано большое количество различных тестовых программ для интегральной оценки этих параметров. Наиболее точные и совершенные программы реализуются в лабораторных условиях с использованием велоэргометров и бегущих дорожек с автоматическим регулированием мощности нагрузки и измерением реакции функциональных систем организма. Оценка показателей физической работоспособности человека при пульсе 130, 150 или 170 уд/мин, а также определение максимальной аэробной мощности через измерение максимального уровня потребления кислорода позволяет с высокой точностью оценить состояние физиологических систем организма, наличие резервных возможностей (или их отсутствие), прежде всего, сердечно-сосудистой дыхательной и нервно-мышечной систем.

Для массовых обследований населения ряд авторов использовали Гарвардский степ-тест с нашагиванием на ступеньку, а также различные его модификации. Попытка массового применения классического степ-теста для оценки физической и функциональной работоспособности нетренированных взрослых людей в возрасте 30–55 лет оказалась малоуспешной, поскольку более 80 % обследуемых не в состоянии выполнить тестовую нагрузку в полном объеме.

В предлагаемую нами программу включен шестиминутный шаговый тест с последовательным подъемом для мужчин в течение 2-х минут на каждую из трех ступенек высотой: 20, 30 и 40 сантиметров. Для женщин высота ступенек соответственно составляет 15, 20 и 30 сантиметров. Предложенный нами подбор высот и продолжительности работы осуществлен экспериментальным путем после целенаправленных исследований на большом контингенте испытуемых с применением прямых методов определения величин потребления кислорода, легочной вентиляции, газообмена и ЧСС во время непрерывного нашагивания на все три перечисленные ступеньки.

Процедура тестирования заключается в том, что исследуемый выполняет в течение 2-х минут подъем на 1-ю ступеньку высотой 20 см. Сразу же после окончания подсчитывается ЧОС за 10 сек. Затем без паузы продолжается нашагивание в течение 2-х минут на 2-ю ступеньку высотой 30 см. Вновь подсчитывается пульс за 10 секунд, после чего без паузы выполняется подъем на 3-ю ступеньку (40 см). После окончания подсчитывается ЧСС. Показатели ЧСС переводятся в число уд/мин. Темп нашагивания на ступеньку постоянный – 30 подъемов за 1 минуту. Для сохранения темпа выполнения упражнений используется метроном.

Расчет мощности нагрузки при нашагивании на ступеньках осуществляется по формуле, предложенной Н.М. Амосовым (Анохин П.К., 1975):

$$N = M \times H \times T \times 1,33,$$

где N – мощность нагрузки при нашагивании на ступеньку в кгм/мин;

M – масса тела в кг;

H – высота ступеньки в метрах;

T – количество подъемов на ступеньку за 1 мин;

1,33 – поправочный коэффициент с учетом работы, выполняемой при спуске со ступеньки.

Экспериментальная отработка 6-ти минутного трехступенчатого теста проведена нами в специальном исследовании при участии 75 испытуемых (в возрасте от 23 до 57 лет) с использованием прямых методов намерения газообмена с помощью автоматического газоанализатора фирмы «Sensor-medics» и радиотелеметрических регистраторов ЧСС «Спорт-тестер», «Polar».

Общая характеристика 6-ти минутного шагового теста для мужчин на ступеньках 20, 30 и 40 сантиметров в темпе 30 раз за 1 минуту (на каждой ступеньке по 2 минуты) приведена в табл. 64. Расчеты данной таблицы выполнены для человека с массой тела в 70 кг. Как видно из таблицы, мощность тестовой нагрузки составила: на ступеньке 20 см – 578 кгм/мин, 30 см – 838 кгм/мин и 40 см – 1157 кгм/мин. Суммарный объем работы за 6 мин нашагивания (все три ступеньки) составляет 5146 кгм. Максимальные величины ЧСС при последовательном наша-

гивания на каждую из трех ступенек составляли соответственно 137, 162 и 175 уд/мин. Потребление кислорода на ступеньке 20 см равнялось 1,64 л/мин; на 30 см – 2,10 л/мин; на ступеньке 40 см – 2,5 л/мин.

Таблица 64

Общая характеристика шестиминутного шагового теста для мужчин на ступеньках 20, 30 и 40 сантиметров в темпе 30 раз за 1 минуту (на каждой ступеньке по 2 минуты)

	Высота ступеньки			Суммарные показатели за 6 мин. работы по насаживанию на каждую из 3 ступенек (по 2 мин.)
	20 см	30 см	40 см	
N, кгм/мин	578	838	1157	5146 кгм / 6 мин
ЧСС, д/мин	137±8	162±12	175±12	952±64 уд / 6 мин
ПО ₂ , л/мин	1,64±0,14	2,10±0,1	2,50±0,14	12,48 литра О ₂ / 6 мин
Расход энергии, ккал/мин	8,2	10,5	12,5	60,4 ккал / 6 мин
МОК, л/мин	13,9	17,0	20,9	103,8 литра / 6 мин
ЛВ, мин	47,5±10,5	77,0±12	91,0±15	411,0±79,0 литра / 6 мин
	101	105	120	

Примечание: расчеты выполнены для массы тела в 70 кг.

N – мощность работы (кгм/мин); ЧСС – частота сердечных сокращений (уд/мин); ПО₂ – потребление кислорода (л/мин); МОК – минутный объем кровотока (л/мин); ЛВ – легочная вентиляция (СТРД) (л/мин).

Для доставки необходимого количества кислорода к работающим мышцам и органам испытуемые должны были осуществлять достаточно интенсивную вентиляцию легких, которая на ступеньке 30 см составляла в среднем 75–80 л/мин, а на ступеньке 40 см – 90–95 л/мин. Используя представленные в литературе формулы зависимости (см. ниже) мощности нагрузки, ЧСС, потребления кислорода и минутного объема кровотока, были определены средние величины сердечной производительности и ударного объема крови на каждой из трех ступенях теста.

В табл. 65 приведены аналогичные характеристики шестиминутного шагового теста на ступеньках для женщин.

Прямые измерения показали, что данная тестовая нагрузка вызывает интенсивную реакцию кислородно-транспортной системы организма, мобилизуя ее на 70–95 % от индивидуальной максимальной мощности.

Таблица 65

Общая характеристика шестиминутного шагового теста для женщин на ступеньках 15, 25 и 30 сантиметров в темпе 30 раз за 1 минуту (на каждой ступеньке по 2 минуты)

	Высота ступеньки			Суммарные показатели за 6 мин. работы по насаживанию на каждую из 3 ступенек (по 2 мин.)
	15 см	25 см	30 см	
N, кгм/мин	418	698	836	3108 кгм / 6 мин
ЧСС, уд/мин	138±10	164±12	172±12	948±68 уд / 6 мин
ПО ₂ , л/мин	1,50±0,10	1,90±0,12	2,10±0,16	11,0 л / 6 мин
Расход энергии, ккал/мин	7,5	9,5	10,5	55,0 ккал / 6 мин
МОК, л/мин	12	15,3	17	88,6 л / 6 мин
ЛВ, мин	30,0±6	44,0±9	52±12	252±54 л / 6 мин

Примечание: обозначения те же, что в табл. 83.

Расчеты выполнены для массы тела в 70 кг.

По нашим данным, у нетренированных взрослых людей выполнение шагового теста на ступеньках может сопровождаться повышенной частотой пульса уже на первой или второй ступеньке. В этом случае следует ориентироваться на рекомендации академика Н.М. Амосова (Анохин П.К., 1975) и прекращать дальнейшую тестовую нагрузку при достижении 80 % от предполагаемого возрастного максимума ЧСС. Расчетный возрастной максимум ЧСС и уровень 80 %, допустимый при шаговом трехступенчатом тесте показан в табл. 66.

Проведение шагового теста на ступеньках представляет заключительную и наиболее сложную часть комплексного обследования по предлагаемой программе. При этом особое внимание и осторожность должны быть проявлены к тем испытуемым, у которых обнаружены в покое повышенные показатели ЧСС, АД, а также большой избыточный вес и плохая регуляция сердечно-сосудистой системы в пробе Руффье с 30 приседаниями. Допуск этих людей к заключительному испытанию определяется дополнительным врачебным контролем с измерением показателей ЧСС и АД непосредственно перед началом шагового теста. Идеальным вариантом для контроля за адаптационной реакцией сердечно-сосудистой системы в шести минутном трехступенчатом тесте является использование радиотелеметрических спорт-тестеров или электрокардиографов.

Таблица 66

Возраст	Мужчины		Женщины	
	Возможное ЧСС макс.	Допустимое для тестирования 80 % от ЧСС макс.	Возможное ЧСС макс.	Допустимое для тестирования 80 % от ЧСС макс.
25 лет	Мак.	156	Мак.	162
до 30	190	152	193	158
до 35	185	148	193	153
до 40	180	144	189	148
до 45	175	140	184	144
до 50	170	136	179	140
до 55	165	132	175	136
до 60	160	128	170	132
до 65	155	124	165	128

Физиологическая информация, получаемая при проведении предлагаемого теста, представляет широкие возможности для исследователей. Учитывая, что в ступенчато-нарастающей нагрузке между мощностью выполняемой работы, потреблением кислорода и частотой сердечных сокращений (до уровня ЧСС = 75-80 % от индивидуального максимума) существует тесная корреляционная связь. С допустимой для массовых обследований точностью могут быть рассчитаны Следующие индивидуальные параметры:

PWC_{130}
 PWC_{150}
 PWC_{170}

} показатели физической работоспособности при соответствующей частоте пульса (кгм/мин)

МПК – максимальное потребление кислорода: абсолютное (л/мин) и относительное (мл/кг•мин)

МОК – минутный объем кровотока (л/мин);

УОК – ударный объем крови (мл/уд);

O₂ – кислородный пульс (мл/уд).

Для определения величины РИС – 130, 150 или 170 строится график (Метод Андерсена и Смит-Сиверстена–1966), на вертикальной оси которого располагается шкала ЧСС, а по горизонтальной оси шкала мощности механической работы на каждой из трех ступенек (рис. 38).

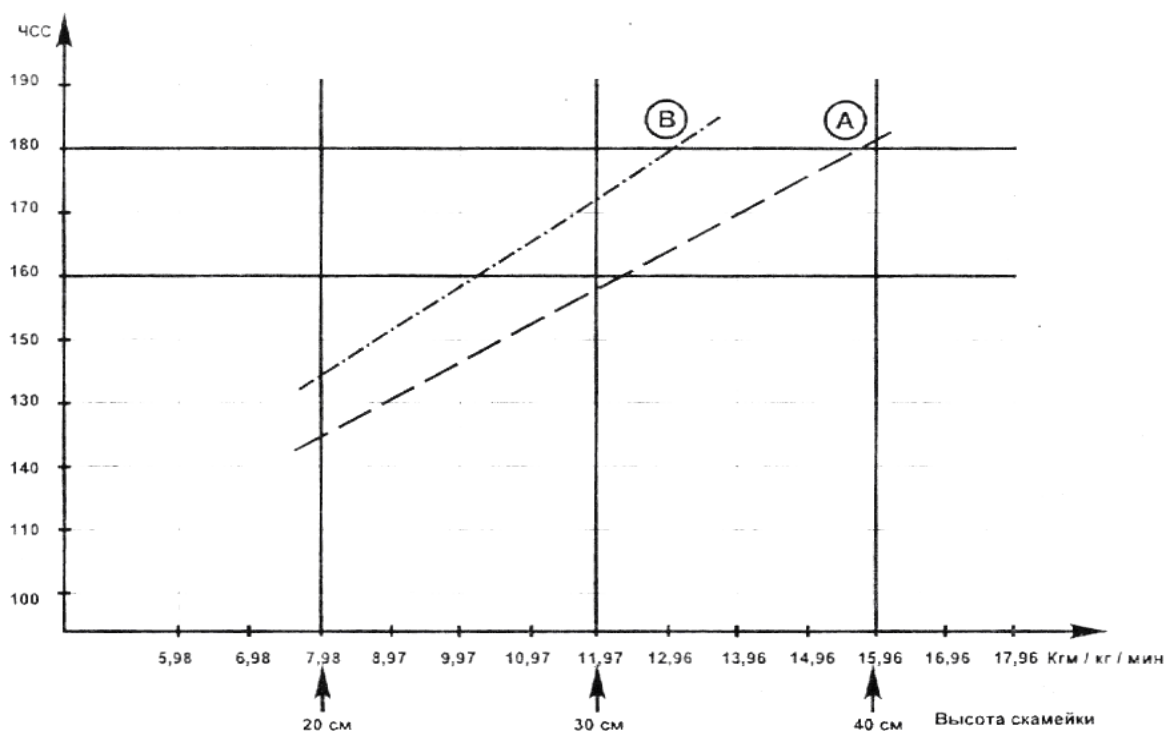


Рис. 38. Графический метод определения PWC_{150} и PWC_{170} в трехступенчатом шаговом тесте.

Показатели ЧСС, зарегистрированные после 2-х минут подъема на каждую из ступенек, наносятся на координаты графика. В том случае, когда испытуемый успешно выполнил на шагивание на все три ступеньки, расчеты PWC и МПК достигнут максимальной точности. Соединение на графике замеренных величин ЧСС испытуемого и экстраполяция этой линии до уровня ЧСС = 170 (если в тестировании эта величина ЧСС не достигнута) с последующим опусканием перпендикуляра на шкалу мощности определит индивидуальный относительный показатель физической работоспособности PWC кгм/(кг·мин). На рис. 38 у испытуемого – «А» PWC_{170} составила 15,8 кгм/(кг·мин), а у испытуемого «В» – PWC_{170} составила 13,2 кгм/(кг·мин). Для вычисления абсолютной величины PWC_{170} необходимо относительный показатель умножить на вес тела испытуемого.

В практике встречаются случаи, когда испытуемый не может в полном объеме выполнить шаговый тест и ограничивается лишь двумя ступеньками. В данном случае мощность графических определений PWC снижается. В такой ситуации для расчетов лучше пользоваться формулой, предложенной В.Л. Карпманом (Волков В.М., Мьяльнер Е.Г., 1987):

$$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \times \frac{(170 - P_1)}{P_2 - P_1}$$

N_1 – мощность первой нагрузки;

N_2 – мощность последней нагрузки;

P_1 – ЧСС в конце первой нагрузки;

P_2 – ЧСС в конце последней нагрузки.

Оценка индивидуального относительного показателя PWC_{170} , выявленного в 6-ти минутном трехступенчатом шаговом тесте, выполняется по нормативной табл. 67. Для лиц старшего возраста или имеющих ограничения к тестированию с высокой частотой пульса, рассчитывается PWC_{150} и оценивается по нормативной табл. 68.

Таблица качественной оценки в 6-минутном трехступенчатом пошаговом тесте

Качественная оценка	20-30 лет	31-39 лет	40-49 лет	50 и старше
	Мужчины			
Отлично	16,5 и более	15,5 и более	15,0 и более	14,0 и более
Хорошо	15,5 – 16,4	14,5 – 15,4	14,1 – 14,9	13,1 – 13,9
Удовлетворительно	14,0 – 15,4	13,5 – 14,5	12,5 – 14,0	11,5 – 13,0
Плохо	13,0 – 13,9	12,5 – 13,4	11,5 – 12,4	10,5 – 11,4
Очень плохо	12,1 – 12,9	11,5 – 12,4	10,6 – 11,4	9,6 – 10,4
Критич.	12,0 и менее	11,4 и менее	10,5 и менее	9,5 и менее
	Женщины			
Отлично	13,5 и более	12,5 и более	12,0 и более	11,0 и более
Хорошо	12,5 – 13,4	11,6 – 12,4	11,1 – 11,9	10,1 – 10,9
Удовлетворительно	11,1 – 12,4	10,6 – 11,5	9,6 – 11,0	8,5 – 10,0
Плохо	10,1 – 11,0	9,6 – 10,5	8,6 – 9,5	7,6 – 8,4
Очень плохо	9,6 – 10,0	9,1 – 9,5	8,1 – 8,5	7,1 – 7,5
Критич.	9,5 и менее	9,0 и менее	8,0 и менее	7,0 и менее

Таблица 68

Нормативно-оценочная таблица показателей PWC_{150} (кгм/(кг · мин)) в трехступенчатом шаговом тесте

Качественная оценка	Мужчины		Женщины	
	40-49 лет	50 и старше	40-49 лет	50 и старше
Отлично	13,0 и более	12,0 и более	9,5 и более	8,5 и менее
Хорошо	12,1 – 12,9	11,1 – 11,9	8,5 – 9,4	7,5 – 8,4
Удовлетворительно	10,6 – 12,0	9,6 – 11,0	7,1 – 8,4	6,8 – 7,4
Плохо	9,6 – 10,5	8,6 – 9,5	6,6 – 7,0	6,0 – 6,7
Очень плохо	9,1 – 9,5	8,1 – 8,5	6,1 – 6,5	5,6 – 5,9
Критич.	9,0 и менее	8,0 и менее	6,0 и менее	5,5 и менее

Максимальное потребление кислорода (МПК) как интегральная величина, отображающая аэробную работоспособность, рекомендована специалистами Всемирной организации здравоохранения в качестве наиболее надежной методики оценки работоспособности человека. Индивидуальная величина МПК весьма надежно отражает функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Удовлетворительное и хорошее развитие кислородно-транспортной системы организма является неременным условием для интенсивной физической работоспособности, что обеспечивает достаточно высокий индивидуальный уровень PWC_{170} . Лица, у которых имеются отклонения в функциональной системе кровообращения, нарушения гиподинамических показателей сердечно-сосудистой системы (порок сердца, атеросклеротические поражения сосудов и др.), имеют низкий уровень МПК. В клинической медицине прямые измерения МПК используются для уточнения диагноза заболеваний, прогноза состояния и оценки эффективности лечебно-профилактических мероприятий.

В разработанной комплексной программе шестиминутный трехступенчатый шаговый тест при подъеме на ступеньки предъявляет достаточно высокие требования ко всем функциональным системам организма. Как показали прямые измерения, аэробная мощность не-

тренированных взрослых людей в этом тесте достигает 70-95 % от индивидуального максимального уровня, т.е. от МПК.

Многие авторы указывают на высокую корреляционную связь показателей PWC_{170} и МПК (Анохин П.К., 1975). Для расчета величины МПК в данной программе используется формула В.Л. Каримана:

$$\text{МПК} = 1,7 \times PWC_{170} + 1240,$$

где PWC_{170} выражается в абсолютном значении (кгм/мин).

После расчета индивидуальной абсолютной величины МПК (в л/мин) необходимо определить ее относительное значение посредством деления этой величины на вес обследуемого (в кг) и выразить МПК в мл/(кг×мин), после чего производится оценка полученной величины по нормативной табл. 69.

Таблица 69

Качественная оценка МПК

Качественная оценка	МПК (мл/мин/кг) Мужчины					
	До 25 лет	26-34	35-44	45-54	55-64	64 и более
Отлично	55 и более	52 и более	50 и более	47 и более	45 и более	43 и более
Хорошо	49-54	45-52	43-50	40-47	37-45	33-43
Удовлетворит.	39-48	38-44	36-42	32-39	29-36	27-32
Плохо	33-38	32-37	30-35	27-31	23-28	20-26
Очень плохо	31-32	29-31	28-29	24-26	21-22	18-19
Критич. с нарушением здоровья	30 и менее	28 и менее	27 и менее	23 и менее	20 и менее	17 и менее
Качественная оценка	Женщины					
	До 25 лет	20-29	30-39	40-49	50-58	59 и более
Отлично	45 и более	42 и более	40 и более	37 и более	35 и более	33 и более
Хорошо	38-44	36-41	35-39	31-36	29-34	27-32
Удовлетворит.	31-37	30-35	28-34	25-30	23-28	21-26
Плохо	24-30	23-29	22-27	20-24	18-22	16-20
Очень плохо	22-23	21-22	20-21	18-19	16-17	14-15
Критич. с нарушением здоровья	21 и менее	20 и менее	19 и менее	17 и менее	15 и менее	13 и менее

Анализ корреляционных взаимоотношений PWC_{170} и объема сердца (Волков В.М., Мяльнер Е.Г., 1987) также свидетельствует о высокой положительной связи между этими величинами ($r = +0,62$). При помощи корреляционного анализа у высокотренированных спортсменов была установлена достоверная положительная взаимосвязь ($r = +0,851$) между значениями PWC_{170} и максимальным ударным объемом крови ($Q_{ax 0}$), который рассчитывается по формуле:

$$Q_{ax 0} \text{ (в мл)} = 0,08 PWC_{170} \text{ (в кгм/мин)} + 25$$

Стандартная погрешность данной формулы составляет ± 25 мл при 90 %-ном уровне вероятности.

С известной степенью условности эту зависимость можно распространить на категорию нетренированных практически здоровых взрослых людей и вычислять ударный объем крови, ориентируясь на величину PWC_{170} , измеряемую в шаговом тесте. Максимальный ударный (систолический) объем крови хорошо иллюстрирует емкость левого желудочка и мощность сердечной мышцы, которая своим сокращением выбрасывает этот объем крови в аорту. Этот показатель достаточно понятен и убедителен для всех категорий обследуемых. На этом осно-

вании и в силу высокой информативности он включен в программу оценки физического состояния и резервных возможностей организма.

Оценка максимального ударного объема крови, рассчитанного по вышеприведенной формуле, выполняется с помощью нормативной табл. 70.

Таблица 70

Нормативно-оценочная таблица максимального ударного объема крови, рассчитанного по PWC_{170} в трехступенчатом шаговом тесте

Качественная оценка	Ударный объем крови в мл.				
	Мужчины				
	20-30 лет	31-39 лет	40-50 лет	51-59 лет	60 и более
Отлично	135 и более	130 и более	125 и более	120 и более	110
Хорошо	126-134	121-129	116-124	109-119	100-109
Удовлетворит.	116-125	111-120	106-115	101-108	90-99
Плохо	106-115	101-110	96-105	91-100	81-89
Очень плохо	95-105	91-100	86-95	81-90	76-80
Критич.	94 и менее	90 и менее	85 и менее	80 и менее	75
	Женщины				
Отлично	105 и более	100 и более	95 и более	90 и более	85
Хорошо	96-104	91-99	88-94	84-89	78-84
Удовлетворит.	87-95	82-90	80-87	76-83	72-77
Плохо	81-86	76-81	72-79	70-75	66-71
Очень плохо	76-80	71-75	67-71	64-69	61-65
Критич.	75 и менее	70 и менее	66 и менее	63 и менее	60

Вместе с тем, шестиминутный трехступенчатый шаговый тест представляет собой нагрузку субмаксимальной мощности и представляет повышенные требования ко всем функциональным системам организма. При этом частота сердечных сокращений и артериальное давление крови могут увеличиваться до 80-100 % от индивидуальных максимальных величин.

Как известно, скорость восстановления физиологических функций после выполнения субмаксимальных нагрузок хорошо отражает физическое состояние и эффективность компенсаторных механизмов организма человека. Поэтому контроль за динамикой ЧСС и АД в течение 1-3-х мин восстановительного периода может значительно расширить и конкретизировать физиологическое состояние организма человека.

После выполнения шагового теста на трех ступеньках и измерения на финише ЧСС за 10 секунд, обследуемый должен продолжить легкую ходьбу в течение нескольких минут и через 1, 2 и 3 минуты восстановления у него измеряется ЧСС.

Оценка скорости восстановления ЧСС через 1 мин отдыха после шестиминутного шагового теста (при условии достижения на финише теста уровня ЧСС, соответствующего возрастному максимуму) представлена в табл. 71.

Таблица 71

Качественная оценка	20-30 лет	31-40 лет	41-50 лет	51-59 лет	60 и более
	ЧСС на финише теста				
	175-185 уд/мин	170-180 уд/мин	165-175 уд/мин	155-165 уд/мин	140-145 уд/мин
	ЧСС через 1 минуту восстановления				

Отлично	155	155	150	142	135
Хорошо	158	157	152	144	137
Удовлетворит.	160	160	154	146	139
Плохо	165	165	156	147	140
Очень плохо	170	168	158	149	142
Критич.	175	170	160	151	145

Для людей старше 51 года, которые не в состоянии выполнить трехступенчатый шаговый тест в полном объеме, оценка скорости восстановления пульса осуществляется по индексу Руффье по упрощенному тесту с 30-ю приседаниями в умеренном темпе.

4. Способ расчета индивидуального индекса физического состояния организма человека

В основу комплексной методики оценки психофизического состояния и резервных возможностей организма человека положена предложенная нами шестиуровневая оценочная шкала, которая используется также и для качественной оценки отдельных физиологических параметров, отражающих физические качества и потенциал функциональных систем организма. Нормативно-оценочные таблицы для каждого измеренного или вычисленного показателя учитывают специфические особенности возраста и пола обследуемых, выражая каждый показатель числовым значением баллов по шестиуровневой шкале. Такой подход позволяет сопоставить в единой системе измерений все категории взрослого населения и использовать интегральную шкалу для оценки *индекса физического состояния* (ИФС) и резервных возможностей организма человека.

Способ расчета индивидуального индекса физического состояния построен на использовании системы носовых коэффициентов для каждого из 18-ти измеряемых параметров. В табл. 72 приведена структура и нормативное значение весовых коэффициентов каждого показателя, включенного в комплексную программу оценки физического состояния человека.

Таблица 72

ЧСС в покое	0,16
АД	0,20
жизненный показатель	0,10
индекс Кетле	0,20
задержка дыхания	0,08
индекс Руффье	0,25
ЗДР	0,12
гибкость позвоночника	0,15
координация движения	0,08
сила мышц плечевого пояса	0,10
брюшного пояса	0,20
PWK	0,50
МПК	0,50
ударный объем крови	0,08
скорость восстановления пульса	0,04

В систему подсчета ИФС включены три субъективных параметра, которые оцениваются обследуемым человеком самостоятельно. Это три фактора, активно влияющие на здоровье и физическое состояние человека:

- 1) двигательная активность;
- 2) интенсивность курения;

3) интенсивность употребления алкоголя.

Расчет индивидуального ИФС выполняется после полнообъемного обследования человека по описанной выше программе по следующему алгоритму: на первом этапе числовое выражение каждого отдельно измеренного показателя переводится в балльную систему оценки, позволяющую интерпретировать состояние конкретной физиологической системы организма человека. Вторым этапом в алгоритме расчета ИФС является нахождение по табл. 74 значения весовых коэффициентов каждого из 18 параметров. Например, по самооценке обследуемого двигательная активность соответствовала 3 баллам; интенсивность курения равна 1 баллу; интенсивность употребления алкоголя равна 6 баллам. По табл. 73 определяем значения весовых коэффициентов для этих параметров. Они равны: 0,15; 0,01; 0,20. Суммирование этой части из всех 18-ти весовых коэффициентов ($0,15 + 0,01 + 0,20 = 0,36$) определит величину субъективно определяемого значения в общем интеграле ИФС.

Объективное обследование этого же человека, к примеру, выявило у него следующие величины весовых коэффициентов:

Таблица 73

Структура весовых коэффициентов 18-ти параметров, учитываемых при расчете индивидуального ИФС человека по программе РАМн (слева – «отлично»)

Двигательная активность	0,30	0,20	0,15	0,10	0,06	0,02
Интенсивность курения	0,20	0,15	0,10	0,08	0,04	0,01
Интенсивность употребления алкоголя	0,20	0,15	0,10	0,08	0,04	0,01
ЧСС в покое	0,20	0,16	0,12	0,08	0,04	0,02
Артериальное давление	0,40	0,30	0,20	0,15	0,10	0,05
Жизненный показатель крови	0,30	0,20	0,15	0,10	0,05	0,02
Индекс Кетле	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15	0,10
Задержка дыхания	0,10	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02
Тест Руффье	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
ЗДР	0,20	0,16	0,12	0,10	0,08	0,05
Гибкость позвоночника	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
Координация Движений	0,20	0,16	0,12	0,08	0,04	0,02
Плечевой пояс	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
Брюшной пояс	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
RWC (150 или 170)	0,80	0,70	0,50	0,40	0,20	0,05
МПК	1,00	0,80	0,70	0,50	0,20	0,10
Ударный объем крови	0,20	0,16	0,12	0,08	0,04	0,02
Восстановление пульса	0,20	0,16	0,12	0,08	0,04	0,01

Таблица 74

Шкала оценки индекса физического состояния организма взрослого человека

Качественная оценка физического состояния и резервных возможностей организма	Диапазон ИФС в баллах
Отличное (атлетическое)	5,0 – 6,0
Хорошее	1,4 – 1,9
Удовлетворительное	0,7 – 1,3
Плохое	4,0 – 4,9
Очень плохое	3,0 – 3,9
Критическое	2,0 – 2,9

Суммирование этой части весовых коэффициентов данного обследуемого составит величину равную 2,76 балла, а соединение субъективного (0,36) и объективного (2,76) определит индивидуальный ИФС человека, равный 3,12.

Использование данного методического подхода к оценке физического состояния при минимальном уровне величин всех 18-ти измеряемых параметров выявит ИФС в 0,70 балла. Максимально возможный показатель ИФС может составить 6 баллов.

Таким образом, обследование по данной комплексной программе и определение физического состояния организма взрослого человека может быть оценено величиной ИФС в диапазоне от 0,7 до 6,0 баллов. Измерительная шкала оценки ИФС построена на интервале в 1 балл, за исключением двух нижних уровней, где интервал составляет 0,7 и 0,6 балла.

В категорию людей с отличным физическим состоянием и величиной ИФС равной 5,0–6,0 должны попадать лица, имеющие высокую степень тренированности организма и не имеющие «слабых» звеньев в функциональных системах организма.

Категория людей с хорошим физическим состоянием (ИФС равен 4,0–4,9) будет иметь сглаженные проявления отдельных слабых звеньев в функциональных системах и очень высокие показатели резервных возможностей при очень эффективном взаимодействии практически всех функциональных систем организма.

У группы людей с удовлетворительным физическим состоянием (ИФС равен 3,0–3,9) могут быть отдельные высокие и низкие показатели резервных возможностей организма. Опыт показывает, что у этой категории людей нередко присутствуют отдельные факторы риска заболевания ишемической болезнью сердца (заметный избыточный вес, повышенное артериальное давление, снижение жизненной емкости легких и т.д.).

В группу людей с плохим физическим состоянием (ИФС равен 2,0–2,9) войдут лица, имеющие значительное количество отдельных слабых звеньев в функциональных системах организма. Как правило, это избыточный лишний вес, повышенное АД, пониженная работоспособность, ограниченные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Категория лиц с очень плохим физическим состоянием (ИФС равен 1,4–1,9) по большинству измеряемых физиологических параметров будут отнесены к предпатологическому состоянию, т.е. находиться на грани нормы и патологии. Как правило, это люди, неспособные в полном объеме выполнить всю программу тестовых нагрузок. Неудовлетворительная физическая работоспособность этих людей может сказываться и на производительности труда, которая сопровождается частым утомлением, срывами в функциональном состоянии организма и периодическими заболеваниями. Большинство людей этой категории имеют выраженные вегетативные нарушения и отклонения в состоянии здоровья.

Экспериментальное обследование взрослого населения различных регионов страны (более 180 тыс. человек) выявило высокую информативность данной методики и измерительной шкалы ИФС для оценки физического потенциала различных категорий взрослого населения. Средняя величина ИФС всех обследованных составила $2,59 \pm 0,34$ балла. Категория населения с отличным уровнем физического состояния составила 1,2 %; хороший уровень отмечен у 11,4 %; удовлетворительные показатели (ИФС равен 3,0–3,9) выявлены у 24 %; плохое физическое состояния (ИФС равен 2,0–2,9) обнаружено у 35 %; очень плохой уровень физического состояния (ИФС равен 1,4–2,0) показали 23 % обследованных, а 5,4 % отнесены к категории лиц, жизнедеятельность которых требует пристального внимания врачей, т.к. их физические и компенсаторные возможности находятся в критическом состоянии.

5. Организация обследования населения по данной комплексной программе

Предложенная комплексная программа тестирования в течение ряда лет отработывалась в Центре «Диагностика здоровья» НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина Российской АМН с привлечением специалистов Российской АМН, Министерства здравоохранения и медицинской промышленности, а также Российского НИИ физической культуры и спорта. Результатом многочисленных экспериментов, выполненных на обширном контингенте практи-

чески здоровых лиц, а также лиц, занимающихся физической культурой и спортом, явилась сама комплексная программа и предлагаемый вариант последовательности операций тестирования, методика электронной обработки результатов и образцы документальных форм носителей информации. Для получения надежной и достоверной информации, характеризующей психофизическое состояние человека, обследование должно быть организовано методически правильно.

Бригада специалистов, проводящих комплексное обследование, должна включать врача со знаниями основ спортивной медицины и функциональной диагностики, а также специалистов по физиологии спорта и физической культуре, владеющих методами тестирования обработки результатов и разработки программ тренировки по повышению уровня физического состояния на основе данных обследования.

В зависимости от состава бригады специалистов в процессе тестирования формируется ряд измерительных комплексов (по принципу круговой тренировки), которые располагаются в определенной последовательности по периметру помещения и оборудуются соответствующими тестирующими инструментами приборами и оборудованием.

5.1. Последовательность операций обследования

Рассматриваемый комплекс процедур тестирования разделен на три последовательных этапа.

Этап 1 включает проведение анкетирования с помощью предложенных вопросов. Эта часть должна занять около 6 мин. Во время заполнения анкеты испытуемый находится в полном покое, это позволяет почти сразу же после окончания работы с анкетой начать измерение ЧСС и АД и провести терапевтическое обследование, включая медицинский анамнез. Врач, проводящий эту часть обследования, заносит результаты в специальную регистрационную карту и определяет возможности испытуемого пройти обследование по полной или только по упрощенной программе.

Этап 2 включает измерение веса и роста тела, жизненной емкости легких (в трех попытках), а также задержку дыхания в положении сидя и оценку зрительно-двигательной реакции (ловля линейки). Результаты всех измерений также фиксируются в индивидуальной регистрационной карте. Затраты времени на эту часть обследования составляют 8–10 минут.

Этап 3 состоит из выполнения описанных ранее тестовых упражнений в течение 15–20 мин. Первым из серии тестов выполняется тест Руффье (30 приседаний) с регистрацией динамики восстановления ЧСС. При медицинских показаниях у отдельной категории обследуемых врач дополнительно измеряет артериальное давление.

Следующим тестом является измерение гибкости позвоночника в пояснично-крестцовом отделе. После этого проводятся тесты на силовую выносливость различных мышечных групп (отжимание руками от пола и группировка в положение сидя из положения лежа на спине). Следующим испытанием является тест на координацию движений.

В финальной части обследования выполняется наиболее трудный шаговый тест на ступеньках. К данному тесту допускаются лишь те испытуемые, у кого на предыдущих этапах обследования отмечались адекватные реакции в показателях работы сердца, сосудистой и дыхательной систем. Обследуемые лица, имеющие факторы риска, а также заболевания ИБС (избыточный вес, повышенное АД, замедленное восстановление пульса после 30 приседаний) тестируются лишь в подъеме на 1-ю и 2-ю ступеньки.

На каждом тесте исследователи вносят в регистрационную карту результаты измерений. После степ-теста регистрационная карта передается исследователями для математической обработки и составления индивидуального заключения, а также изложения рекомендаций по оздоровительной тренировке. Результаты тестирования обрабатываются как вручную, так и на ЭВМ и отображаются в индивидуальном заключении, где дается дифференцированная оценка психофизического состояния организма, уровня развития физических качеств, ре-

зервных возможностей функциональных систем организма и *интегральная оценка физического состояния* (ИФС) организма испытуемого.

5.2. Приборы и оборудование, применяемые для обследования

Реализуя принципы простоты и общедоступности проведения обследования, предлагаемая программа базируется на использовании приборов и инструментов, широко распространенных в медицинской и спортивно-оздоровительной практике. Комплексная бригада, рассчитывающая обследовать до 80-100 человек в день, должна состоять из 8-10 специалистов и иметь следующее оборудование:

- Весы медицинские – 1
- Ростомер – 1
- Секундомеры – 10 шт.
- Спирометры – 3 шт.
- Ступеньки гимнастические – 5 шт.
- Линейки 40-50 см – 4 шт.
- Метрономы – 3 шт.
- Микрокалькуляторы – 10 шт.
- Фонендоскопы и тонометры для измерения артериального давления – 3 комплекта
- Спорт тестеры – 6 комплектов

Обследование может проводиться как в спортивном зале, так и (при благоприятных климатических условиях) на открытой спортивной площадке.

6. Возможный эффект от применения метода оценки физического здоровья и резервных возможностей организма

Критическое положение с состоянием здоровья и физическим развитием населения России делает крайне важным вопрос о диагностике этих состояний и количественном измерении физиологических параметров, с помощью которых возможно оценивать эффективность работоспособности различных категорий трудящихся.

Разработанная комплексная программа и методический подход к количественному измерению психофизического состояния и резервных возможностей функциональных систем организма человека с помощью индивидуального индекса, несмотря на ряд недостатков, выражающихся в недостаточной точности некоторых вычисляемых показателей, все же обладает большим достоинством, позволяющим измерять все возрастные группы населения в единой системе показателей. Методика достаточно проста, она не требует специальной подготовки аппаратуры и может быть применена группой людей и даже отдельным человеком для самодиагностики физического состояния, при условии обладания определенными навыками и таблицами. Использование предлагаемого нами метода обследования и расчета ИФС открывает следующие возможности

6.1. Оценка психофизического состояния, работоспособности и резервных возможностей конкретного человека

Оценка психофизического состояния, работоспособности и резервных возможностей конкретного человека может явиться базисом для разработки индивидуальной целевой программы физической тренировки человека с целенаправленным воздействием на слабые физиологические звенья организма, что несомненно обнаружится при повторном обследовании.

Каждый человек должен знать свое физическое состояние, соизмерять себя с эталонными для своего возраста физиологическими стандартами вычислять свой «биологический возраст» и активно процессу зачастую неестественно быстрого старения организма. В семейном кругу

или трудовом коллективе эта методика может стать элементом игры, состязания за более высокую физическую кондицию каждого члена семьи или коллектива.

6.2. Систематическое использование предлагаемого метода на предприятиях и в организациях

На предприятиях и в организациях систематическое использование предлагаемого метода позволяет иметь надежный способ оценки физического состояния и контроля за физическим состоянием и работоспособно как отдельного человека, так и трудового коллектива. Анализ трудовых коллективов с помощью ИФС, сопоставление с показателями дней нетрудоспособности и экономическими издержками из-за непроизведенной за дни болезни продукции позволит разработать и применять ряд мер по оздоровлению коллективов и повышению производительности труда. Большое значение может иметь проведение диагностики лиц при приеме их на работу с целью выявления соответствия психофизических возможностей характеру и условиям труда.

Оценка психофизического состояния и резервов здоровья членов трудовых коллективов может дать ответ о причинах социально-психологической напряженности и повышенной конфликтности в организации и на предприятии. Как правило, категория людей с низким уровнем психофизической возможности чаще выражает свое недовольство условиями и организацией труда, постоянно предъявляет претензии к администрации.

Организация периодического обследования лиц, работающих на данном предприятии, и введение социального «Паспорта здоровья» трудового коллектива резко повысит эффективность управления перспективным развитием коллектива.

6.3. Широкомасштабное использование методики оценки физического состояния и резервов здоровья населения

Для административных органов управления широкомасштабное использование методики оценки физического состояния и резервов здоровья населения является инструментом для определения эффективности государственного, а также регионального социального экономического развития общества. Это – оценка потенциала трудовых ресурсов регионов, а также базис для принятия стратегических решений о развертывании новых производств и банк данных для прогноза демографической ситуации на перспективу, как в регионе, так и в целом по стране

В идеале с помощью предлагаемой нами методики может быть составлен социальный «Паспорт Здоровья» трудовых ресурсов отрасли города, области, региона, а обобщенные показатели физического состояния, работоспособности и резервов здоровья населения наряду с другими показателями должны выступать как целевые установки долгосрочного государственного планирования и развития народного хозяйства.

Наряду со статистическим учетом дней нетрудоспособности, числа больниц, коек и врачей и т. д., следует учитывать (и это не менее важно) структуру населения страны по показателям ИФС, т.е. численность трудоспособного населения, входящего в каждую из 6-ти выделенных категорий.

Стимулирование процесса оздоровления населения, повышение его физической активности с использованием средств физической культуры и спорта должно регулироваться на государственном уровне в законодательном порядке.

Указанные государственные меры позволят приостановить физическую деградацию населения, понизить демографический спад, а также повысить социально-производственный, трудовой и оборонный потенциал Российского государства.

7. Организация безопасности тестирования по программе (меры предосторожности и показания для прекращения тестирования)

1. Нагрузочное тестирование осуществляют после предварительного медицинского обследования по общепринятой схеме.

2. Нагрузочные тесты на субмаксимальном уровне достаточно безопасны. Полученные данные свидетельствуют об их безопасности даже менее чем через месяц после коррекции сложных пороков сердца, включая протезирование клапанов. Наблюдающиеся осложнения в большинстве своем легкие, скоропроходящие. Сводятся они в основном к различным кратковременным нарушениям ритма, неадекватным колебаниям артериального давления, и частоты сердечных сокращений.

3. При проведении тестов для своевременного выявления возможных осложнений достаточно контроля за субъективным состоянием обследуемого, частотой сердечных сокращений, артериальным давлением и данными электрокардиограммы. При обследовании больных с сердечно-сосудистой патологией постоянный электрокардиографический контроль значительно увеличивает безопасность исследования.

Следует отметить, что возникновение приступа стенокардии не следует рассматривать как осложнение, а лишь как основание к прекращению упражнений, так как одной из задач нагрузочных тестов служит выявление скрытых форм коронарной недостаточности.

При внезапном прекращении больших нагрузок может развиваться ортостатическая гипотония, поэтому рекомендуется постепенное уменьшение нагрузки в конце исследования. В восстановительный период возможно также нарушение ритма, в связи с чем желательно проводить электрокардиографический контроль на протяжении 5-6 мин. после окончания упражнений.

4. Для проведения нагрузочных тестов и обеспечения их безопасности необходимо следующее минимальное оборудование.

1) Эргометр (лестница Мастера и желательно велоэргометр или тредмилл).

2) Кушетка.

3) Ростомер.

4) Весы медицинские.

5) Метроном.

6) Секундомер.

7) Электрокардиограф.

8) Электрокардиоскоп (желательно).

9) Аппарат для измерения артериального давления.

10) Шприцы и медицинские препараты: противоаритмические (новокаинамид, тримексин и др.), спазмолитические средства (нитроглицерин, папаверин, эуфиллин), процессорные амины (адреналин), строфантин, раствор глюкозы, изотонический раствор натрия хлорида, дыхательный мешок Рубена (РДЛ-1 АМБу). (В целях безопасности обследования, особенно больных с сердечно-сосудистой патологией, необходимо оснащение лаборатории дефибрилятором и каким-либо из простейших приборов для искусственного дыхания – дыхательный мешок или «гармошка» с маской)

Тестирование больных с сердечно-сосудистой патологией по данной программе не проводится.

5. Обследуемые не допускаются к нагрузочному тестированию в следующих случаях: нарушение кровообращения IIб – IIIст; активный ревмокардит; острый миокардит; острые инфекционные заболевания и период реконвалесценции после них; клинические и электрокардиографические признаки обострения хронической коронарной недостаточности признаки обострения ИБС, острый инфаркт миокарда и начальный период реконвалесценции (не более 3 мес.); ЧСС после длительного отдыха свыше 100 ударов в минуту; полный атрио-вентрикулярный блок; повышение температуры тела выше 37,5⁰ С; выраженный стеноз аорты; активный или недавно перенесенный тромбофлебит; гипертоническая болезнь II–III ста-

дий при систолической АД выше 160 мм рт. ст., диастолическом – выше 100 мм рт. ст.; восстановительный период в течение 6 мес. после инфаркта миокарда; полная предсердно-желудочная блокада; больные с пороками сердца (особенно аортальными), послеинфарктным коронарокардиосклерозом, мерцательной аритмией, блокадой левой ножки пучка Гиса, синдромом преждевременного возбуждения желудочков (WPW).

Нежелательно проводить тестирование в периоде менструального цикла.

6. Для выполнения степ-теста по программе предусмотрена предварительная разминка (проба Руффье; тесты оценки физических качеств)

7. Тестирование должно быть прекращено при появлении одного из следующих субъективных признаков: жалобы на чрезмерное утомление, головокружение тошноту, боль в затылке; усиливающаяся боль в груди, боль в икроножных мышцах; отказ от продолжения работы в связи с дискомфортом или чувством страха.

Предельно допустимая частота сердечных сокращений во время нагрузочного теста зависит от возраста.

Таблица 75

Частота сердечных сокращений в 1 мин.

Возраст, лет	предельная	оптимальная
20-29	170	160-153
30-39	160	152-145
40-49	150	144-137
50-59	140	136-129
60 и старше	130	128

В случае превышения возрастных пределов частоты сердечных сокращений нагрузку следует прекратить.

Помимо превышения возрастных пределов частоты сердечных сокращений, физический тест должен быть прекращен и в случае возникновения следующих клинических или ЭКГ-признаков, указывающих на достижение предела переносимости нагрузки.

Клинические признаки:

1) приступ стенокардий даже при отсутствии изменений на ЭКГ.
2) сильная одышка или чувство удушья.
3) большая усталость, тенденция к обмороку, головокружение, цианоз или бледность, похолодание и влажность кожи.

4) значительное повышение артериального давления.

5) снижение артериального давления более чем на 25 % от исходного.

6) отказ больного от продолжения исследования в связи с дискомфортом или боязнью.

Электрокардиографические признаки:

1) Возникновение частых экстрасистол (1:10) и других выраженных нарушений ритма (пароксизмальная тахикардия, трепетание предсердий, мерцательная аритмия)

2) Выраженное нарушение предсердно-желудочковой и внутрижелудочковой проводимости.

3) горизонтальное и корытообразное смещение вниз сегмента Т более чем на 0,2 мВ по сравнению с записью в покое

4) Подъем сегмента ST более, чем на 0,2 мВ, сопровождающийся опущением его в противоположных отведениях

5) Инверсия или возникновение заостренного и приподнятого зубца Т с увеличением амплитуды более чем в 3 раза (или на 0,5 мВ) по сравнению с исходным в любом из отведений (особенно V₄).

6) Уменьшение амплитуды зубца Т (не менее чем на 50 % от его величины в состоянии покоя).

7) к тестированию по полной программе не допускаются лица, у которых индекс Руффье превышает 17 усл. ед.

Осложнения при проведении субмаксимальных нагрузочных тестов наблюдаются очень редко и не являются основанием для ограничений внедрения этого метода в широкую практику.

8. Краткая характеристика отдельных показателей физического состояния организма и их значение

1. Индивидуальный *индекс физического состояния* (ИФС) используется для обобщенной оценки состояния организма и интегрирует в себе весь комплекс измеряемых физиологических и физических параметров.

Он оценивается шестибальной шкалой по методике, разработанной в «Центре здоровья» НИИ Нормальной физиологии им. П.К. Анохина РАМН. Наивысший уровень оценки равен 6,0 баллам, низший – 0,7 балла. Низкое значение ИФС (менее 3,0) свидетельствует о неудовлетворительном физическом состоянии организма, отсутствии необходимых резервов здоровья, а возможно – и о присутствии факторов риска заболевания ИВС. Высокий уровень ИФС (более 4,0) указывает на хорошее состояние функциональных систем организма и наличие определенных резервов здоровья. Индивидуальный индекс физического состояния выступает также в качестве интегрального показателя, характеризующего имеющиеся, а в отдельных случаях и быстро прогрессирующие отклонения физиологических функций организма. Значение ИФС, равное 3,1–4,0, свидетельствует о соответствии паспортного и биологического возраста. Низкий уровень ИФС говорит как об интенсивности напряжения отдельных функциональных систем, так и всего организма в целом. Различия в паспортном и биологическом возрасте могут достигать 10–20 лет, но они нивелируются за счет физических возможностей человека.

2. Весо-ростовое соотношение объясняет морфологическую структуру тела, дающую возможность оценивать отклонения от общепринятых стандартов и параметров. В нашей стране каждый четвертый страдает ожирением, которое ведет к измерениям, а значит к патологическим и патологическим состояниям организма. По классификации академика А.А. Покровского:

- до 10 % веса более нормы – избыточный вес;
- 10–20 % – ожирение 1-й степени;
- 20–30 % – ожирение 2-й степени;
- 30–100 % – ожирение 3-й степени;
- более 100 % – ожирение 4-й степени.

Ожирение свидетельствует о явном несоответствии энергопоступления (с пищей) и энергорасхода в жизнедеятельности человека. Избыток белково-жировых компонентов, поступающих с пищей, всасывается в кровь, и прежде всего негативно воздействует на состав крови и внутренние стенки кровеносных сосудов, поражая их атеросклерозом. Избыток жиров «складируется» в различных участках тела человека, отягощая деятельность всего организма, а особенно сердечно-сосудистой системы и непосредственно – сердца.

3. Артериальное давление здорового человека в любом возрасте не должно превышать 120–125/80–85 рт.ст. Повышенное АД свидетельствует об ухудшении эластичности кровеносных сосудов, их поражении атеросклерозом, возможной закупорке периферийных капилляров и ряде других причин.

4. Жизненная емкость легких играет важную роль в газообмене организма, т.к. через легкие удаляется углекислый газ и в кровь поступает кислород. Недостаточный легочный объем при большой массе тела может выступать ограничителем физической работоспособности человека. Этот показатель усугубляется, если человек интенсивно курит, поскольку никотиновое и высокотемпературное (горячий газ) поражение значительного количества

альвеол ухудшает диффузионные свойства легочных мембран. Следствием этого является развивающаяся легочно-сердечная недостаточность, которая резко ограничивает физическую работоспособность человека.

5. Индекс Руффье отражает адаптационные свойства сердечно-сосудистой системы к физической нагрузке умеренной мощности. Хорошее тренированное сердце реагирует на такую нагрузку прежде всего увеличением ударного объема крови, в то время как при сердечной недостаточности резко возрастает частота сердечных сокращений. На этом принципе оцениваются работоспособность сердечной мышцы и адаптационные свойства сердечно-сосудистой системы в целом. Чем ближе к 0 индекс Руффье, тем лучше функциональное состояние сердечно-сосудистой системы.

6. С помощью мышечного аппарата человек выполняет практически все жизненные функции. Степень развития мышц, их эластичность и сократительная способность в значительной мере определяют физическую работоспособность человека, особенно в профессиях, требующих физических усилий. Дистрофия мышц, замена их жировой тканью уродуют фигуру человека, резко снижают его работоспособность и делают непригодным человека для значительного числа профессий.

7. Работоспособность в шаговом тесте на скамейке (PWC_{170}) отражает потенциал кислородно-транспортного механизма и мышечно-двигательного аппарата организма. Этот тест в полном объеме может быть выполнен лишь при условии удовлетворительного состояния сердечно-сосудистой системы и функциональной системы дыхания и газообмена. Невозможность выполнения теста свидетельствует о серьезных нарушениях сердечно-сосудистой системы.

ГЛАВА IX

ТЕПЛО-ХОЛОДОВЫЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ, ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ВИТАМИННО-МИКРОЭЛЕМЕНТНАЯ КОРРЕКЦИЯ, КАК МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ОЗДОРОВЛЕНИЯ

1. Введение

Научно-технический прогресс (НТП) стремительно охватил все сферы производственной и социальной деятельности человека. В короткие временные интервалы интенсивно изменяется природная среда обитания человека, образ его жизни, характер труда и быта.

Наряду с положительным влиянием НТП в наиболее развитых в промышленном отношении странах создал ряд негативных моментов с далеко идущими социальными и медицинскими последствиями. Он обрушил на человечество опасные для здоровья факторы, такие как ускорение темпа жизни, информационные перегрузки, дефицит времени, урбанизацию, адинамию, монотонию, социальные и военные конфликты и т.п. Человек в современных условиях все более вынужден работать в экстремальных условиях и ситуациях, часто связанных с угрозой техногенных аварий, сопровождающихся загрязнением окружающей среды и экологическими катастрофами. Все это приводит к возрастанию стрессорных нагрузок. Уже сейчас более половины молодых людей, работая на современных производствах и предприятиях, испытывают *психозэмоциональный стресс* (ПЭС), сопровождающийся изменениями физиологических функций, которые суммируясь изо дня в день, приводят к психосоматическим и другим заболеваниям (Судаков К.В., 1993 и др.).

Порождаемые эмоциональным стрессом хронические психосоматические заболевания подчас требуют длительного клинического лечения, что в свою очередь снижает физическую активность заболевших людей, уменьшает трудовой потенциал и профессиональное долголетие.

Научные данные, полученные А.А. Хадарцевым и Н.А. Фудиным (1996), свидетельствуют о том, что ПЭС особенно подвержено городское население, а также люди, проживающие и работающие на неблагоприятных в экологическом отношении территориях и предприятиях атомной, углегорнодобывающей, металлургической, химической, нефтегазодобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности. Указанные отрасли народного хозяйства порождают огромное количество социально-экономических, экологических и медицинских проблем.

Определена социальная значимость и государственная важность спорта высших достижений, а также эмоционально-личностная ответственность выступающих на чемпионатах Европы, мира и олимпийских играх. Не трудно себе представить под каким давлением стрессогенных факторов находятся спортсмены, которых ПЭС сопровождает на всех этапах основного, подготовительного и предсоревновательного периода тренировок. Особую угрожающую значимость ПЭС приобретает в период ответственных соревнований, когда из транзиторной фазы он переходит в устойчивую и может сопровождаться вспышками эмоционального стресса в ответственный момент соревнований. Поэтому роль медико-биологических технологий, способствующих снятию ПЭС, сохраняя при этом пик спортивной формы, будет неуклонно возрастать.

Научно доказано, что длительно сохраняющийся ПЭС является причиной многих заболеваний: неврозов, гормональных, иммунных и половых расстройств, нарушений сердечно-сосудистой системы, язв желудочно-кишечного тракта и др. К тому же, эмоциональный стресс, развивающийся в результате техногенно-экологических воздействий (авария на Чернобыльской АЭС), сопровождается радиационным загрязнением организма, а также загрязнением тяжелыми металлами, канцерогенами, химическими реагентами, что во много раз увеличивает угрозу онкологических заболеваний.

Одной из таких глобальных проблем современности, обрушившейся на человечество, является Чернобыльская катастрофа. Несколько миллионов человек, оказавшихся в чрезвычай-

чайно сложной социально-экономической ситуации зоны Чернобыльской аварии, подверглись не только радиационным воздействиям, но и сильнейшим стрессорным нагрузкам.

Авария на Чернобыльской АЭС существенно изменила радиационно-экологическую и медицинскую обстановку на больших территориях Украины, Беларуси, Западных областей России и выдвинула сложнейшие проблемы социального и медицинского характера: люди, зная о наличии загрязнения своего организма радионуклидами, живут в постоянной тревоге как за свое здоровье, так и за здоровье своих детей, родных и близких.

Все это потребовало в кратчайшие сроки разработать комплекс научно-обоснованных реабилитационно-оздоровительных мероприятий, направленных на снятие ПЭС у лиц, подвергшихся техногенно-экологическим воздействиям, предупреждение обострения психосоматических заболеваний, выведение техногенных загрязнений и повышение резистентности организма к их повреждающим воздействиям.

В соответствии с Постановлением Президиума Российской академии медицинских наук № 29/9 и приказа Министерства науки и технической политики Российской Федерации № 765Ф в центре «Диагностика здоровья и реабилитации» НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина РАМН под руководством профессора Н.А. Фудина и академика РАМН К.В. Судакова с привлечением крупнейших специалистов РАМН, Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова, Тульского НИИ новых медицинских технологий и ряда других научных учреждений и организации на протяжении ряда лет разрабатывался, апробировался и внедрялся в клиническую практику высокоэффективный научно-обоснованный реабилитационно-оздоровительный метод, ориентированный на выведение из организма техногенных загрязнений, снятие доминантного ПЭС и предотвращение психосоматических заболеваний.

В основе разработанного реабилитационно-оздоровительного метода лежат тепло-холодовые и физические нагрузки, осуществляемые на фоне приема витаминных комплексов, минеральных веществ, микроэлементов и биологически активных веществ естественного происхождения.

Оздоровление по предложенному методу прошли более 1500 человек, в возрасте от 18 до 62 лет – жители Брянской, Калужской, Тульской и Астраханской областей, г. Москвы и Казахстана, а также Приморского края и Ямало-ненецкого автономного округа.

2. Медико-физиологическое обоснование предлагаемого реабилитационно-оздоровительного метода

Проблема реабилитации практически здоровых лиц все еще недостаточно изучена и разработана. Особое значение она приобретает в условиях НТП и нарастающих психоэмоциональных нагрузок современного человека. К сожалению, как у нас в стране, так и за рубежом, основное внимание современной медицины обращено на лечение уже сформировавшихся заболеваний. При этом практически здоровый человек в условиях техногенных воздействий и нарастания психоэмоционального напряжения часто остается практически незащищенным. Рекомендации по мероприятиям профилактического, реабилитационного и оздоровительного характера в этих условиях носят фрагментарный характер и недостаточно научно обоснованы.

ПЭС характеризуется прежде всего нарушением компенсаторных механизмов саморегуляции основных физиологических функций, биологических ритмов, а также барьерных функций организма (Комаров Ф.И., Судаков К.В., Фудин Н.А., 1992). На этой основе при сочетании с техногенными загрязнениями формируются нервнопсихические, психоневрологические, гастроэнтерологические и сердечно-сосудистые нарушения. При этом выявлены отрицательные гормональные сдвиги и выраженный дефицит витаминов, отмечен рост гипотиреозов и аутоиммунных заболеваний, риск возникновения анемий, а также изменение иммунологической реактивности организма. Некоторые авторы, как у нас в стране так и за рубежом, считают ПЭС причиной онкологических, гематологических и ряда других за-

болеваний. В иммунологическом статусе у данной категории лиц наблюдается снижение количества Т-лимфоцитов и их субпопуляции, снижение иммуноглобулина G и повышение иммуноглобулина A при значимых изменениях иммуноглобулина M в сыворотке крови. Установлено, что ПЭС усиливает адренокортикоидную функцию гипофиза, подавляет секрецию тиреоидного гормона щитовидной железы, угнетает адренопозз в половых клетках. Проведенные рядом авторов исследования выявили при эмоциональном стрессе фиксированные признаки грубого повреждения гипоталамических образований мозга. Таким образом, при сочетанном воздействии техногенных и стрессорных нагрузок, помимо ранее отмеченных психосоматических нарушений, отчетливо проявляются расстройства центральной нервной системы с последующим нарушением эндокринной, гормональной и иммунной систем.

Эффективность реабилитации и оздоровления лиц, находящихся в результате радиационных и техногенных воздействий в состоянии длительно сохраняющегося доминантного ПЭС и пограничных психосоматических заболеваний, в первую очередь, разработки комплекса мероприятий, способствующих восстановлению нарушенных компенсаторных механизмов саморегуляции основных физиологических функций организма, и в первую очередь – функций центральной нервной системы.

В настоящее время для реабилитации и оздоровления указанной категории лиц широко применяются традиционные методы неспецифического лечения: витаминотерапия, рефлексотерапия, противорадиационная физиотерапия, ионизация воздуха в сочетании с гипобарической оксигенацией, применение ультразвука, а также санаторно-курортное лечение и др. Перечисленные разрозненные и не всегда взаимосвязанные оздоровительные методы, как правило, научно слабо обоснованы, нередко они дают кратковременный положительный эффект, не снимают ПЭС и не предотвращают развитие психосоматических заболеваний. После указанных оздоровительных воздействий часто требуется дополнительное и подчас длительное стационарное лечение.

В связи с этим все большую актуальность и приоритетность приобретает проблема разработки и научного обоснования комплексного реабилитационно-оздоровительного метода, направленного на купирование ПЭС, выведение из организма токсических веществ, в частности, радионуклидов, тяжелых металлов, химических реагентов и др.

Многолетние исследования сотрудников НИИ нормальной физиологии имени П.К. Анохина РАМН, проведенные на добровольцах, показали, что в качестве внешнего дополнительного звена саморегуляции нарушенных при ПЭС физиологических функций могут быть эффективно использованы тепло-холодовые и физические нагрузки. Специальные исследования выявили, что различные режимы тепло-холодовых нагрузок в условиях увлажненной сауны оказывают на человека как стрессорные, так и релаксационные влияния (Судаков К.В. с соавт., 1987; Умрюхин Е.А., 1990; Фудин Н.А. с соавт., 1995).

При тепловых нагрузках, обусловленных многократными нагреваниями без охлаждения, преобладают симпатические влияния, при этом возрастают стрессорные нагрузки. При тепло-холодовых воздействиях, связанных с чередованием тепловых и холодовых процедур преобладают парасимпатические влияния. У испытуемых в этом случае снижается уровень ПЭС.

С помощью дозированных тепло-холодовых воздействий оказалось возможным регулировать симпатический или парасимпатический статус организма и направленно влиять на предварительно сформированный у испытуемых ПЭС (Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Цкипури Ю.И., Гуменюк В.А., Тараканов О.П., Класина С.Я., Батова Н.Я., 1995).

Как показали проведенные исследования, у всех без исключения испытуемых чередующиеся тепло-холодовые процедуры на фоне положительных субъективных ощущений привели к снятию ПЭС и значительному повышению физической работоспособности (Орлов В.А., Фудин Н.А., 1992, 1996), а также нормализации измененных гормональных, иммунных и витаминных показателей организма.

Таким образом, имеющиеся в научной литературе данные, и проведенные нами исследования свидетельствуют о принципиальной возможности реабилитации лиц, подвергшихся тех-

ногенным воздействиям и находящимся в состоянии длительно сохраняющегося ПЭС, с помощью комбинированного воздействия тепло–холодовых и физических нагрузок.

Учитывая то, что в условиях тепло-холодовых процедур и физических нагрузок испытуемые теряют с потом значительное количество жидкости, было решено дополнительно ввести в курс реабилитационно–оздоровительных мероприятий обильный прием жидкости, витаминов, микроэлементов и биологически активных веществ естественного происхождения. На основании данных исследований о том, что ПЭС приводит к возрастанию свободно-радикального перекисного окисления липидов – дополнительно применялись антиоксидантные витамины.

С этой целью нами совместно с американской фармакологической фирмой «ЮНИОН ФАРМА КОМПАНИ» был разработан, апробирован и рекомендован к применению специальный витаминно-минеральный комплекс «Дейли ПАК», который был утвержден фармакологическим Комитетом Российской Федерации и получил регистрационное удостоверение за №003238 П-8-242. Состав витаминно-минерального комплекса «Дейли ПАК» приведен в табл. 76.

Таблица 76

Состав витаминно–минерального комплекса «Дейли ПАК»

№	Наименование	Доза	
1	Бета–каротин (витамин А)	25.000	МЕ
2	Эргокальциферол (витамин Д)	400	МЕ
3	Тиамин мононитрат гран. (витамин В ₁)	15	мг
4	Рибофлавин гранул. (витамин В ₂)	15	мг
5	Пиридоксин гидрохлорид (витамин В ₆)	5	мг
6	Цианокобаламин (витамин В ₁₂)	12	мкг
7	Аскорбиновая кислота (витамин С)	600	мг
8	Амид никотиновой кислоты	100	мг
9	Пантотеновая кислота	20	мг
10	Токоферола ацетат (витамин Е)	430	мг
11	Лецитин	1.200	мг
12	Кальций	200	мг
13	Фосфор	90	мг
14	Калия йодид	225	мкг
15	Железа сульфат	8.3	мг
16	Магния оксид	100	мг
17	Меди сульфат	3	мг
18	Цинка сульфат	15	мг
19	Калия хлорид	20	мг
20	Марганца сульфат	5	мг

3. Методика реабилитационно–оздоровительной процедуры

Для прохождения реабилитационно–оздоровительной программы пациенты в обязательном порядке представляют медицинское заключение (справку), разрешающее им проходить оздоровление с использованием тепло–холодовых процедур (сауны).

Показания:

Показанием к прохождению реабилитационно-оздоровительной программы по предложенному методу является:

- состояние длительно сохраняющегося доминантного ПЭС;
- загрязнение организма токсическими веществами, радионуклидами, тяжелыми металлами и химическими реагентами.

Противопоказания:

- онкологические заболевания;
- инфекционные заболевания;
- черепно-мозговые травмы;
- психические заболевания;
- гнойные абсцессы;
- заболевания, при которых имеются противопоказания пребывания в сауне.

Примечание: В процессе прохождения реабилитационно-оздоровительной программы пациентам запрещается принимать спиртные напитки.

В целях индивидуального подбора витаминных и микроэлементных композиций, а также определения тактики пребывания в сауне и оценки эффективности проведенных процедур, все испытуемые до начала процедуры с использованием увлажненной сауны, на 11-й день после ее окончания, а также на 20-й и 30-й дни последствия проходят углубленное медико-физиологическое и биохимическое обследование по следующей схеме:

1. Определение состояния психоэмоционального стресса.
2. Определение сомато-вегетативных показателей.
3. Определение содержания ионов натрия, калия и рН в жидких средах.
4. Определение клеточных элементов крови.
5. Определение биохимических показателей крови.
6. Определение физического состояния и резервных возможностей организма.

Реабилитационно-оздоровительная программа состоит из 2-х этапов и продолжается в целом 20 дней.

I этап – 10 дней.

На данном этапе ежедневно используются тепло-холодовые процедуры по 2–2,5 часа ежедневно при температуре –60–80°C (влажность 80 %). Ежедневно до начала и после окончания оздоровительных процедур с использованием сауны врач-координатор измеряет *частоту сердечных сокращений* (ЧСС) и *артериальное давление* (АД). Полученные данные заносятся в индивидуальную карту пациента. После окончания измерений перед заходом в сауну пациент в течение 7–10 минут в среднем темпе выполняет индивидуально подобранные физические упражнения.

Физические упражнения ориентированы на вовлечение основных мышечных групп организма. Они включают вращательные упражнения на плечевой и тазовый пояс, наклоны туловища, отжимания на руках из упора, приседания, а также легкий бег и подскоки на месте. Указанные упражнения с аналогичным эффектом и нагрузкой могут быть выполнены с использованием специальных тренажеров.

Для отдельной группы лиц физическая нагрузка может быть заменена общим массажем с активным разминанием бедренных, ягодичных, спинных и грудных мышечных групп. По окончании выполнения физических упражнений или окончании массажных процедур пациенту предлагается принять перорально один пакет, состоящий из 5 капсул витаминно-минерального комплекса «Дейли ПАК» и биологически активные вещества естественного происхождения (элеутерококк, пантокрин, вытяжка из аралиевого корня или корня женьшеня, «биомед» и т.д.) и войти в увлажненную сауну.

Пребывание в сауне контролируется врачом-координатором и лимитируется субъективными ощущениями и самооценкой своего состояния самим пациентом. Начальное пребывание в сауне, как правило, не более 10–15 мин.

В зависимости от исходных данных контрольных обследований и субъективного самочувствия пациентов, пребывание в сауне с интервалами отдыха может быть многократным (6–8 и

более раз). При выходе из сауны рекомендуется принять комфортный по температурному режиму душ, или окунуться в прохладный, но не холодный бассейн, после чего протереться махровым полотенцем и завернуться в сухую простыню. Во время первого кратковременного отдыха, перед очередным заходом в сауну пациенту рекомендуется выпить 1–2 стакана не крепкого чая с «биомедом». При последующих выходах из сауны рекомендуется обильное питье жидкости (соки, компоты, минеральная вода по показаниям, чай, чай с молоком, вареньем или медом, горячее молоко, сообразуясь со вкусами и привычками пациентов).

Питание во время тепло–холодовых нагрузок осуществляется за счет молочных продуктов (сметана, творог, кефир, йогурт и т.п.), а также витаминизированных салатов (морковный салат с грецким орехом, изюмом и чесноком, свекольный салат с черносливом и курагой и т.д.).

После окончания ежедневных тепло–холодовых процедур необходимо:

- тщательно промыть тело с мылом и щеткой;
- принять одну десертную ложку биологически активного вещества естественного происхождения («биомед» с добавками прополиса, пантокрина, вытяжки из аралиевого или женьшеневого корня, а также антиоксидантные витамины: С, В₁, Е).

В десятидневном реабилитационно–оздоровительном цикле с использованием сауны дозировка витаминных и микроэлементных композиций, биологически активных веществ и антиоксидантных витаминов может варьировать в зависимости от роста и веса пациентов, от субъективных ощущений, предшествовавших и сопутствующих заболеваний, а также от результатов медико–физиологических обследований и биохимических показаний.

Витаминно–минеральные комплексы в сочетании с биологически активными веществами естественного происхождения и антиоксидантными витаминами составлялись при консультативной помощи академика РАМН, профессора П.В. Сергеева.

2 этап – 10 дней.

Второй этап осуществляется без использования физических нагрузок и тепло–холодовых процедур. На данном этапе преследуется цель закрепления иммунно–гормональных, метаболических и гомеостатических перестроек, происшедших в организме на первом этапе реабилитационно–оздоровительной программы с использованием тепло–холодовых и физических нагрузок.

В процессе прохождения второго этапа пациенты самостоятельно принимают:

- утром во время завтрака витаминный комплекс «Дейли ПАК» и одну десертную ложку «биомеда»;
- во время обеда антиоксидантные витамины (С, В₁, Е);
- во время ужина капсулированные микроэлементы (Calcium, Magnesium, Iron, Zinc, Copper, Potassium, Iodine и др.)

На данном этапе пациентам рекомендуется молочно–белковая и овощная диета. В рацион питания полезно включать квашеную капусту, печеные и моченые яблоки, напитки из клюквы и других дикорастущих ягод (черника, брусника, красная и черная смородина и т.д.).

Учитывая, что все пациенты проходят тщательный медико–физиологический и биологический контроль и являются практически здоровыми лицами, побочных воздействий в процессе реабилитационно–оздоровительных мероприятий и в отдаленные сроки наблюдения (до 5 лет) нами не отмечено.

4. Ожидаемый лечебно–оздоровительный эффект в процессе применения предлагаемого реабилитационно–оздоровительного метода.

Научным обоснованием предлагаемого реабилитационно–оздоровительного метода служат результаты исследований, полученные специалистами центра «Диагностика здоровья» НИИ нормальной физиологии имени П.К. Анохина РАМП, а также ряда других организаций РАМН и Министерства здравоохранения Российской Федерации.

С целью анализа динамики состояния наблюдаемых лиц, проходящих специальный курс реабилитационно–оздоровительных мероприятий, использовали разработанный в НИИ нормальной физиологии имени П.К. Анохина РАМП Судаковым К.В. и Дмитриевой Н.В. (1989) метод *полипараметрического обследования вегетативных показателей*. Метод позволял не только выявлять симптомы донозологических состояний, но и комплексно оценить «уровень здоровья» – состояние основных вегетативных функций – кровообращения, дыхания, нейро-вегетативной регуляции исследуемых лиц.

До и после 20–дневного курса реабилитации было обследовано 10 практических здоровых мужчин 22–46 лет (средний возраст – 28 лет), подвергшиеся радиационному облучению в результате аварии на Чернобыльской АЭС и находящиеся в состоянии длительно сохраняющегося доминантного психоэмоционального стресса. Регистрировали следующие показатели:

1) параметры внешнего дыхания (*форсированную жизненную емкость легких* – ФЖЕЛ, *объем и максимальную скорость форсированного выдоха* – ОФВ₁ и МСФВ₁, *частоту дыхания* – ЧД и др.) с экспресс-анализом симптомов бронхообструкции;

2) тетраполярную интегральную реограмму и кровяное давление по Короткову с расчетом показателей центральной гемодинамики (*ударный, минутный объем кровообращения* (УОК и МОК), *общее периферическое сосудистое сопротивление* (ОПСС), *среднее гемодинамическое давление* (СГД), *частоту сердечных сокращений* (ЧСС) и др.) и выделением типов организации кровообращения;

3) кардиоинтервалограмму с расчетом показателей вегетативной регуляции: *индекса напряжения* (ИН), *индекса вегетативного равновесия* (ИВР) и др.

Результаты обследования документировались в виде распечатки данных с автоматизированного комплекса «Медиана». В реальном масштабе времени полученный массив наиболее информативных физиологических параметров (14 показателей) вводился в базу данных, организованную на компьютере IBM PC/AT, где по специально разработанной нами программе строился индивидуальный полипараметрический физиологический «портрет» каждого испытуемого, графически наглядно отражающий состояние его отдельных вегетативных гомеостатических систем (рис. 39, 40).

По совокупной величине отклонения каждого показателя от индивидуального норматива (на рисунке – центральная окружность) рассчитывался *коэффициент дисбаланса* (Кд) физиологических функций. На основании величины Кд каждый испытуемый был отнесен к одному из четырех классов функционального состояния: 1 – удовлетворительная адаптация к условиям среды, 2 – состояние функционального напряжения, 3 – перенапряжение адаптационных процессов, 4 – астенизация адаптационных механизмов, срыв адаптации с появлением патогномичных симптомов нарушения отдельных функций (Дмитриева Н.В. и соавт., 1989). Кроме того, алгоритм программы позволял делать заключения, уточняющие и конкретизирующие причину отнесения испытуемого к тому или иному классу состояний (гипертензивное состояние, гипердинамика миокарда, нарушение бронхиальной проходимости, гиперсимпатикотония в регуляции вегетативных функций и т.д.).

При первичном полипараметрическом анализе физиологических функций восемь человек были отнесены к классу «состояния функционального напряжения». Трое испытуемых имели признаки перенапряжения адаптационных механизмов и один обследуемый находился в исходном состоянии «срыв адаптации» (значительная гипертензия). Ведущими причинами дисбаланса функций являлись нарушения механизмов кровообращения; повышение сосудистого тонуса – увеличение значения ОПСС – в 66 % случаев, у четырех испытуемых – параллельно с высокими значениями АД (до 140/90–170/100 мм рт.ст.), у 75 % испытуемых отмечен синдром гипердинамики миокарда с повышением энергетических затрат работы сердца, гиперкинетический тип организации гемодинамики.

Минимальные симптомы бронхообструкции (снижение показателей ОФВ₁, индекса Тиффно) выявлены у четырех испытуемых. Еще у двух отмечено тахипное. У трех испытуемых выявлены признаки ваготонических преобладаний, у четырех – гиперсимпатикотония,

что рассматривалось как признак их значительного психоэмоционального напряжения. Результаты психотестирования также отражали высокий уровень психоэмоционального напряжения испытуемых в 66 % случаев отмечены высокие показатели шкалы ситуативной тревожности. Состояние адаптационного «потенциала» пациентов можно было предположительно расценивать как совокупное воздействие на организм 1) неблагоприятных экологических условий (влияние техногенного загрязнения) и 2) повышенной психоэмоциональной напряженности в регионах радиоактивного заражения местности. Причем, отделить первое от второго не представлялось возможным, так как и техногенное загрязнение и реакции на эмоциональный стресс со стороны функциональных систем гомеостатического уровня принципиально однотипны.

Повторное обследование наблюдаемых лиц (после проведения 3-недельного курса реабилитационных мероприятий) показало следующее. Пять человек с исходным состоянием функционального напряжения и один испытуемый с неудовлетворительной адаптацией перешли в класс состояний «удовлетворительная адаптация к условиям среды», еще четверо испытуемых с неудовлетворительной адаптацией перешли в класс «умеренное функциональное напряжение». Для всех испытуемых было характерно снижение ситуативной и личностной тревожности по шкале Спилбергера (в среднем – на 4-8 баллов).

Среди конкретных причин перехода испытуемых в класс «удовлетворительной адаптации» можно отметить изменения ИН и его стабилизацию в зоне нормотонических значений. Как следствие нормализации нейровегетативной регуляции, у испытуемых отмечено снижение ОПСС и, соответственно, – показателей кровяного давления – САД, ДАД, СГД, нормализация работы сердечных и сосудистых механизмов – преобладающим типом гемодинамики стал эукинетический (у семи обследуемых).

Отмечено также улучшение бронхиальной проходимости у лиц с исходной бронхообструкцией – у четырех испытуемых наблюдалось улучшение показателей ОФВ₁, МСФВ₁ и ФЖЕЛ.

Подобные сдвиги можно оценить как выраженную положительную динамику состояния вегетативных функций испытуемых в процессе реабилитации.

В качестве типичного примера приведена динамика полипараметрических «портретов» испытуемого С. До восстановительного курса испытуемый относился к классу «функциональное напряжение» (рис. 39) за счет гипокинетического состояния кровообращения (низкие значения УОК, МОК, увеличение параметров ОПСС, ДАД), сниженной бронхиальной проходимости (показатели ОФВ₁, ФЖЕЛ соответствовали нижней границе нормы). Через три недели наступила очевидная оптимизация состояния вегетативных функций (рис. 40) – все параметры приблизились к своим оптимальным значениям, что позволило характеризовать состояние испытуемого как «удовлетворительная адаптация» к воздействующим факторам реабилитационно-оздоровительных мероприятий по предложенному методу.

Таким образом, у большинства обследуемых в динамике курса реабилитационно-оздоровительных мероприятий отмечены нормализация контролируемых гомеостатических показателей, переход испытуемых из групп «риска» в более «здоровые» классы состояний. Важно подчеркнуть, что интенсивные тепло-холодовые и физические нагрузки в сочетании с приемом витаминных комплексов, микроэлементов и биологически активных веществ не вызывают развития стрессовых реакций. Напротив, проведенные реабилитационно-оздоровительные мероприятия для лиц, подвергшихся радиационным воздействиям, оказывали оптимизирующее влияние на состояние вегетативных систем, их нейровегетативную регуляцию, привели к снижению исходно высокого уровня психоэмоциональной напряженности.

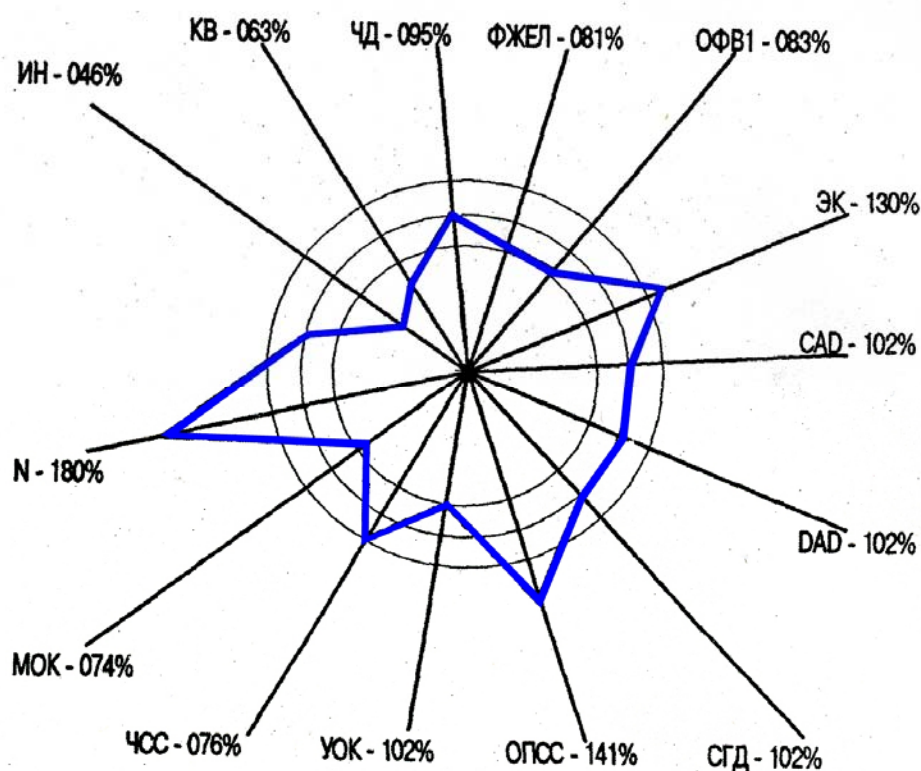


Рис. 39. Испытуемый С. до прохождения реабилитационно—оздоровительной программы

Заключение: адаптационные возможности физиологических систем: К (коэффициент дисбаланса) = 1,62; состояние функционального напряжения ($1,5 < K_d < 2,0$)

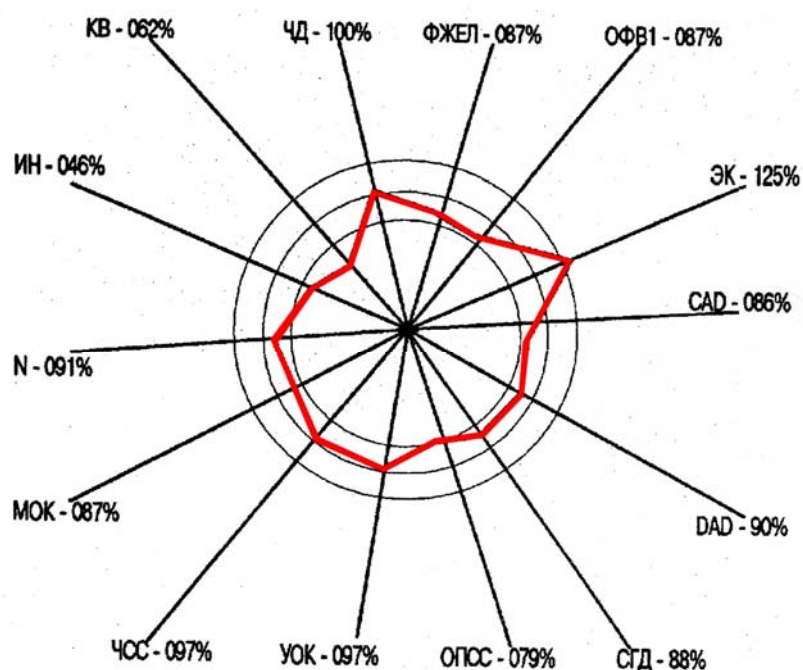


Рис. 40. Испытуемый С. после прохождения реабилитационно—оздоровительной программы

Заключение: адаптационные возможности физиологических систем: К (коэффициент дисбаланса) = 1,25. Выраженная гомеостатическая динамика уровня адаптации организма ($0,5 < K_d < 1,5$).

Исследование психофизиологических показателей осуществлялось с использованием диагностического прибора «МИР», позволяющего регистрировать показатели вариационной пульсометрии (мода – M_0 , амплитуда моды – AM_0 , математическое ожидание – M , среднеквадратичное отклонение – σ , вариационный размах – V) по методике Р.М. Баевского (1984), частоту сердечных сокращений – ЧСС, уд/мин. и частоту дыхания – ЧД, цикл/мин. С помощью аппарата «МИР» осуществлялась также автоматизированная обработка таких показателей, как неравномерность ритма дыхания (Н, %) по методике Ю.Е. Вагина (1985), индекс напряжения регуляторных систем сердечного ритма (ИН, усл.ед.). Кроме того, регистрировали показатели динамического тремора.

При анализе интегральных показателей физиологических функций (ИН, усл. ед.: Н, %) по методу В.И. Бадикова (1990), которые отражали степень психоэмоционального напряжения человека, проведенном до, в процессе комплексного курса реабилитационно-оздоровительных мероприятий, выявлено, что к концу курса у всех испытуемых происходит снижение изученных величин (рис. 41). Аналогичная динамика наблюдалась при изменении показателей частоты дыхания и сердечной деятельности (рис. 42). Все это позволяет говорить о снижении степени психоэмоционального напряжения у наблюдаемых лиц, прошедших курс оздоровления по предложенному методу.

В качестве примера рассмотрим динамику индивидуальных данных испытуемого С., возраст 57 лет, вес 91 кг, рост 174 см, прошедшего курс реабилитационно-оздоровительных мероприятий (рис. 43).

Исходные значения вегетативных показателей испытуемого С при поступлении: артериальное давление (АД) – 145/90 мм. рт. ст., пульс – 72 уд/мин. В анамнезе ишемическая болезнь сердца, длительная медикаментозная терапия, периодические повышения АД до 180/100 мм. рт. ст.

При анализе среднegrupповых данных также можно отметить, что после проведения реабилитационно-оздоровительных процедур наблюдалось снижение от исходных значений изученных физиологических показателей: ЧСС (уд/мин) – на 9,3 %, ЧД (цикл/мин) – на 14,6 %, ИН (усл. ед.) на 39,1 % и Н (%) – на 60 %, что свидетельствует об эффективности реабилитационно-оздоровительного метода, как антистрессорной процедуры.

Дополнительным свидетельством этого положения являются следующие наблюдения. Исследовали показатель динамического тремора (ДТ) по всей группе испытуемых, который косвенно отражал напряжение организма. Показатель ТД рассчитывали по следующей формуле:

$$ТД = t \cdot N,$$

где t , сек – время прохождения лабиринта прибора «Мир»; N – количество касаний о стенки и дно лабиринта.

Выявлено, что в целом по всей группе испытуемых ($n=10$) этот показатель по сравнению с аналогичными показателями, зарегистрированными до проведения восстановительных процедур, снижался по мере их проведения (рис. 44). Если в фоне (до процедур) ТД был равен 379 усл.ед., то уже после второй серии процедур он составлял 324 усл.ед., а к концу процедур был равен 295 усл.ед. В целом по группе этот показатель снизился к концу реабилитационно-восстановительных мероприятий на 21,8 %.

При анализе динамики индивидуальных физиологических показателей до (фон), в процессе и после реабилитационно-восстановительных мероприятий выявлено, что у всех испытуемых показатель Н (%) снижался, что свидетельствовало о снижении степени психоэмоционального напряжения.

Интегральный психофизиологический показатель, характеризующий динамический тремор, у всех 10 испытуемых после проведения комплекса процедур снижался.

Проведенные исследования и полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что курс реабилитационно-оздоровительных мероприятий по предложенному методу достоверно снижает степень психоэмоционального напряжения у наблюдаемых лиц.

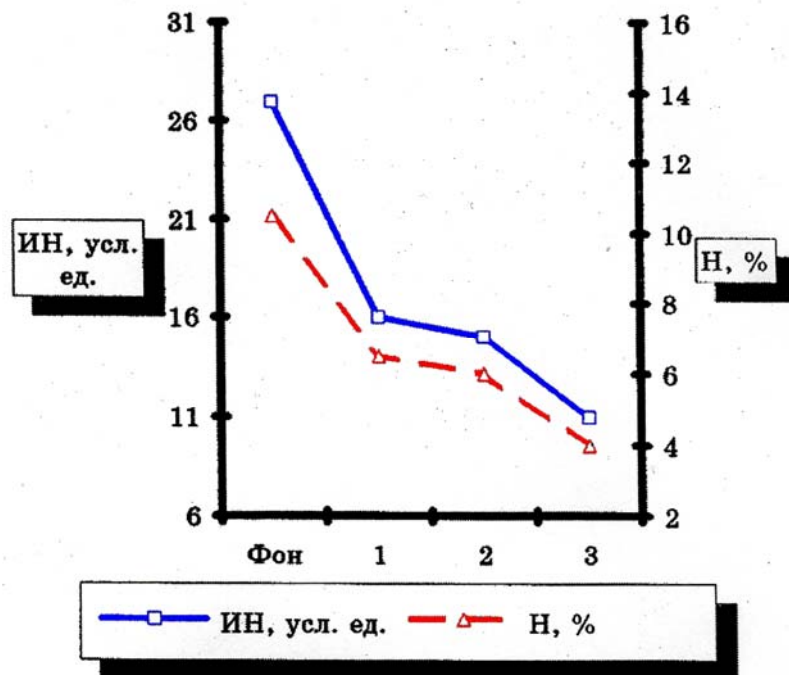


Рис. 41. Динамика интегральных физиологических показателей: неравномерность ритма дыхания (Н, %) и индекса напряжения сердечного ритма (ИН, усл. ед.) у группы испытуемых до (фон), в процессе (1, 2) и после окончания (3) комплексных восстановительных процедур.

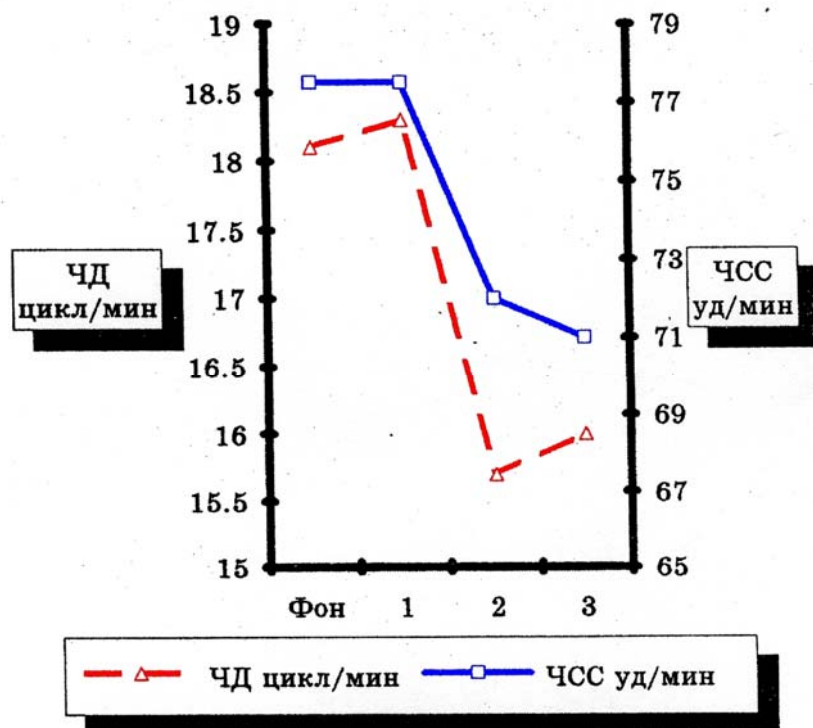


Рис. 42. Динамика частоты дыхания (ЧД, цикл/мин) и частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) у группы испытуемых до (фон), в процессе (1, 2) и после окончания (3) комплексных восстановительных процедур

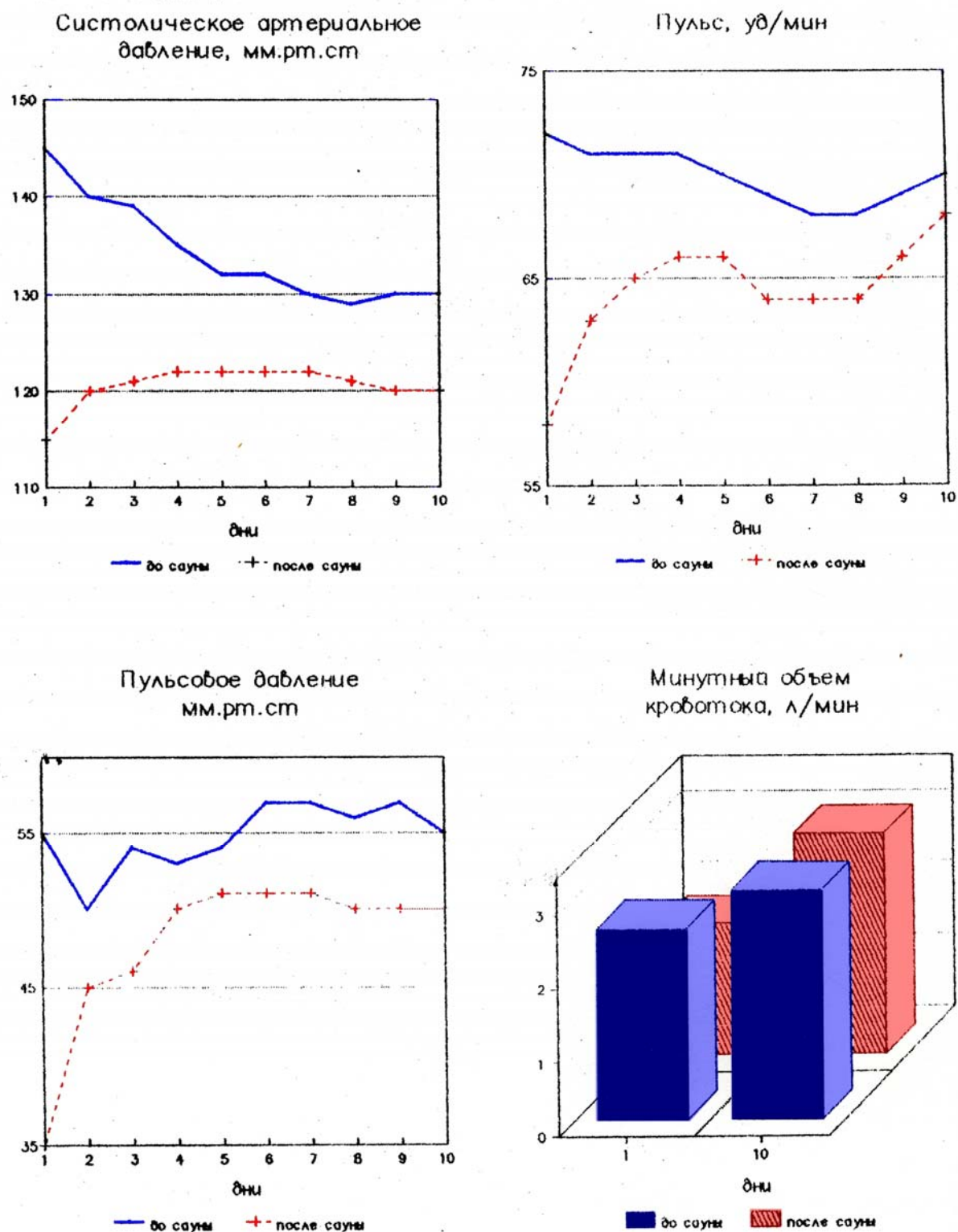


Рис. 43. Динамика индивидуальных данных испытуемого С. в процессе курса реабилитационно-оздоровительных мероприятий

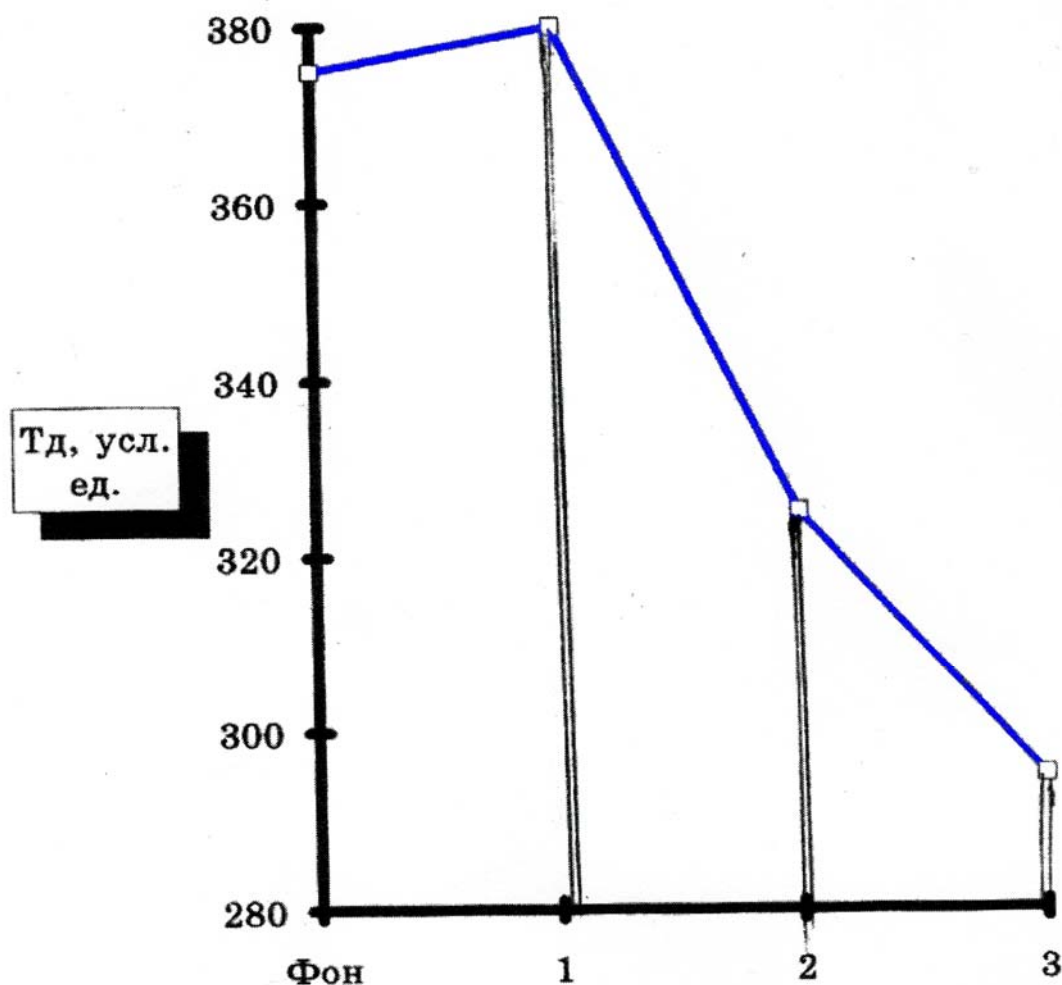


Рис. 44. Динамика интегрального показателя динамического тремора (Тд, усл.ед.) у группы испытуемых до (фон), в процессе (1, 2) и после окончания (3) комплекса реабилитационных процедур.

По мере проведения реабилитационно–оздоровительных мероприятий на фоне отмены специфического медикаментозного лечения наблюдалось снижение систолического артериального давления до 130 мм. рт. ст. при незначимом снижении пульса до 68 уд/мин. Отмечено улучшение гемодинамических показателей – снижение *периферического сопротивления сосудов* (ПСС) и увеличение минутного объема кровотока с 2,58 до 3,11 (л/мин). Последнее свидетельствует в пользу увеличения уровня потребления кислорода, и, в конечном итоге, роста физической работоспособности обследуемого и улучшение общего самочувствия.

Наблюдения в отдаленные сроки (через 1 год) показали устойчивое состояние изучаемых показателей.

Исследования сотрудников Института медицинской радиологии РАМН выявили, что исходно у всех обследуемых уровень радиоактивного цезия-137 в организме колебался в пределах от 20769 до 2773 Бк. После реабилитационных мероприятий по предложенному методу у обследуемых, проходивших реабилитацию без тепло–холодовых процедур, снижения цезия-137 не обнаружено. В тоже время, у обследуемых, проходивших реабилитацию с тепло–холодовыми процедурами в сауне и предварительными физическими нагрузками, на фоне приема высокоэффективных витаминно–микроэлементных комплексов и биологически активных веществ естественного происхождения – содержание цезия-137 в организме снизилось на 20–95 %. Показано, что в результате реабилитации процент выведенного радиоактивного це-

зия–137 носит индивидуальный характер и не зависит от исходного уровня. Можно думать, что степень возникающих нарушений и способность к развитию адаптивных реакций зависит от состояния функциональных систем организма обследуемого на момент радиационного воздействия. В связи с этим индивидуальный анализ показателей в процессе реабилитации приобретает особую значимость.

С учетом того, что тепло–холодовые и физические нагрузки в процессе реабилитационно–оздоровительной программы осуществлялись на фоне приема витаминов и микроэлементов в наших исследованиях совместно с сотрудниками Научно–исследовательского института питания РАМН (ответственные исполнители – акад. РАМН В.А. Тутельян, проф. Н.Э. Богданов и проф. Т.И. Ларина) до и после прохождения оздоровительных процедур – был исследован витаминный статус у лиц, принимавших участие в ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС и подвергшихся не только радиоактивному загрязнению, но и сильнейшим стрессорным нагрузкам.

На рис. 45 представлена гистограмма витаминосодержания у наблюдаемых лиц. Исходно по витамину С этот показатель достигал 86 % (от числа обследованных), по витамину А – 30 %, по бета–каротину – 67 %, по витамину Е – 45 %, по витамину В₁ – 66 %, по витамину В₂ – 76 %, по витамину В₆ – 80 %, по витамину РР – 35 %. К концу реабилитационных мероприятий отмечалось снижение витаминной недостаточности, а именно отсутствие дефицита по витаминам В₁ и Е до 10 %. Однако по витамину В₆ дефицит в основной группе оставался достаточно высоким – 72 %, что, вероятно, обусловлено увеличением метаболизма этого витамина в условиях тепло-холодовых и физических нагрузок. Исходный фон по минеральным веществам в этих же группах обследуемых составил: дефицит по кальцию достигал – 31 %, по селену – 100 %, железу – 1 %.

Отмеченный на гистограмме выраженный витаминный дисбаланс связан в первую очередь с ПЭС, подтверждением чему является нормализация витаминосодержания у наблюдаемых лиц (кроме витамина В₆) в результате снижения психоэмоционального напряжения в процессе реабилитации по оздоровительной программе.

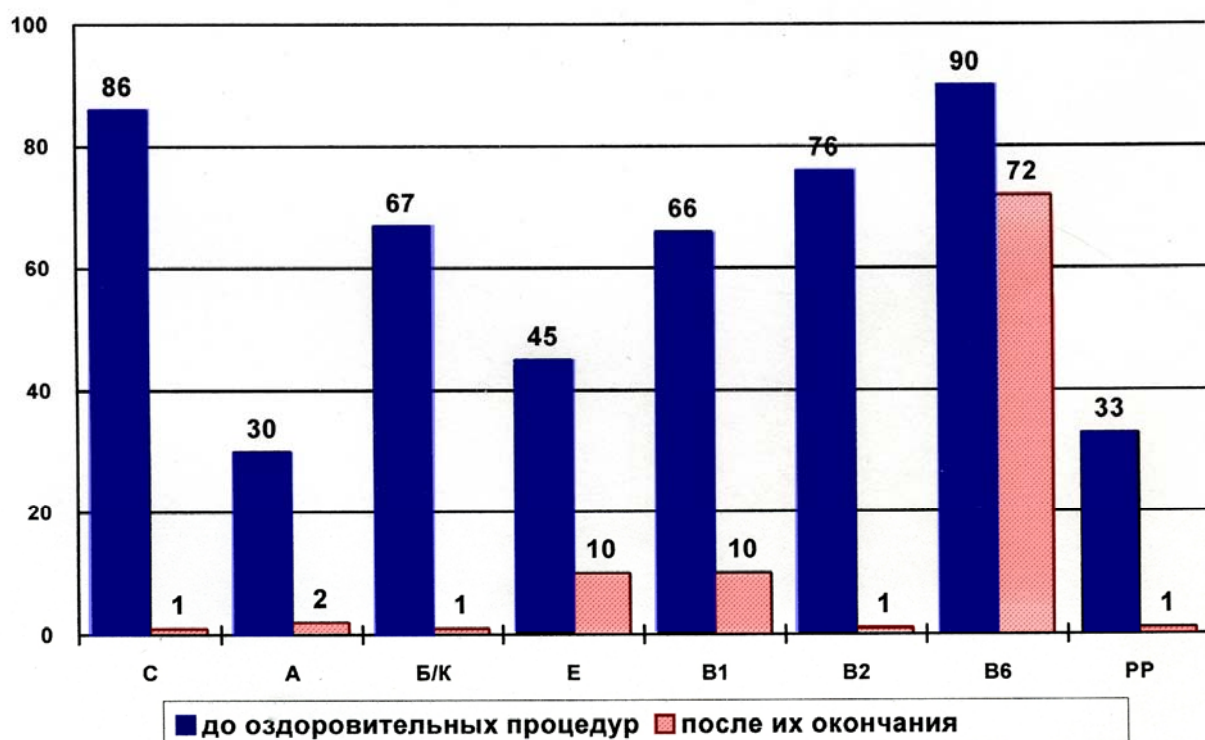


Рис. 45. Динамика содержания витаминов от числа обследованных лиц в процессе реабилитационных мероприятий (26 человек)

Особый интерес представляли адаптивные перестройки при проведении реабилитационно-оздоровительных мероприятий у практически здоровых мужчин (20 человек) в возрасте от 32 до 43 лет, получивших фоновое облучение во время ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС, но по-прежнему занимавшихся физической культурой и спортом. Реабилитационно-оздоровительные мероприятия проводились в клинических условиях на базе стационара Тульского диагностического центра МЗ Российской Федерации. Все обследуемые были разделены на две равноценные группы: основная (10 человек) и контрольная (10 человек). Основная группа по 2–2,5 часа ежедневно в течение 10 дней подвергалась *тепло-холодовым процедурам* (ТХП) в увлажненной сауне при температуре 60–80°C. Перед каждой ТХП обследуемые выполняли комплекс интенсивных физических упражнений (30–40 минут) в спортивном зале (беговая работа и силовые упражнения на тренажере). Аналогичные упражнения выполняли обследуемые из контрольной группы, но они не подвергались воздействию ТХП. До и после физической нагрузки и сразу после ТХП у обследуемых основной группы регистрировали: пульс (PS), артериальное давление по Короткову (*систолическое* и *диастолическое* – САД и ДАД), *тремор* (td) и *субъективную оценку самочувствия* (sam). На основании этих данных рассчитывали *вегетативный индекс Кердо* (vik), пульсовое давление (pd) и *минутный объем кровотока* (МОК). Контрольная группа обследовалась до выполнения физических упражнений и сразу после их окончания. При этом они принимали индивидуально подобранные витаминные комплексы, микроэлементы и биологически активные вещества по аналогичной схеме, что и основная группа.

По своей сути наблюдаемые лица из контрольной группы находились в более предпочтительном положении, т.к. у них была исключена тепло-холодовая нагрузка и они использовали в восстановительных целях только витаминные комплексы, микроэлементы и биологически активные вещества.

Перед началом и в конце реабилитационно-оздоровительных мероприятий, а также после их окончания – наблюдаемых лиц обеих групп подвергали комплексным медико-биологическим обследованиям. Помимо клинических и лабораторных показателей в институте питания РАМН под руководством акад. РАМН В.А. Тутельяна оценивался витаминный статус по критериям обеспеченности витаминами А, С, Е, В₁, В₂, В₆, РР и бета-каротину, минеральный статус – по кальцию, железу и селену. Оценку обеспеченности витаминами проводили по содержанию их в сыворотке крови, по величине экскреции витаминов и их метаболитов в утренней часовой моче, а также по *тиамин-дифосфат* (ТДФ) и *фенил-аденил-динуклеотид* (ФАД) – эффектам (эритроцитов). Определение содержания кальция, железа и селена проводили с использованием унифицированных методов исследования.

В результате определено, что температурное воздействие увлажненной сауны в сочетании с интенсивными физическими нагрузками на фоне приема витаминных комплексов, микроэлементов и биологически активных веществ является эффективным средством активации регуляторных процессов в организме человека. Такие механизмы регуляции как потоотделение, сосудодвигательные реакции – практически мгновенно включаются при тепловом воздействии, причем, основную нагрузку принимают на себя система внешнего дыхания и сердечно-сосудистая система. Программа реабилитации была различной для обследуемых основной и контрольной групп, поскольку в последней группе отсутствовали ТХП, но сохранялась физическая нагрузка аналогичная основной.

Из анализа гистограмм следует, что реабилитационная программа, включающая прием индивидуально дозируемых витаминных комплексов, микроэлементов и биологически активных веществ в сочетании с *тепло-холодовыми процедурами* (ТХП) и физическими упражнениями, оказала существенное влияние на величину и направленность адаптивных реакций обследуемых основной группы. Обращено особое внимание на тот факт, что уровень исходно-преобладающего симпатического вегетативного тонуса у этих лиц был даже несколько ниже ($vik=6,06\pm4\%$), чем у обследуемых контрольной группы ($vik=12,5\pm12\%$). Через 10 дней осуществления реабилитационно-оздоровительной программы у них отмечалось снижение симпатической активации (vik снижался с $6,06\pm4$ до $0\pm1\%$), что, в свою очередь

обусловило достоверное снижение ЧСС с $82,6 \pm 1,4$ до $74,6 \pm 2$ в 1 мин ($p < 0,05$) (рис. 46, 47). При этом отмечалось незначимое снижение САД и ДАД, но пульсовое давление при этом даже возросло с $36 \pm 2,8$ до 42 ± 4 мм рт.ст. Такая направленность адаптивных реакций позволила сохранить исходный уровень минутного кровотока (рис. 48), что согласно В.Л. Карпману (1982), позволяет сделать вывод о сохранении уровня потребления кислорода, и, в конечном итоге, говорить о повышении физической работоспособности обследуемых из основной группы к концу реабилитации. Кроме того, у обследуемых основной группы отмечалось достоверное снижение тремора с $21 \pm 3,6$ до $12,9 \pm 1,8$ кас. ($p < 0,05$) (рис. 49), что свидетельствует о снижении психоэмоционального напряжения.

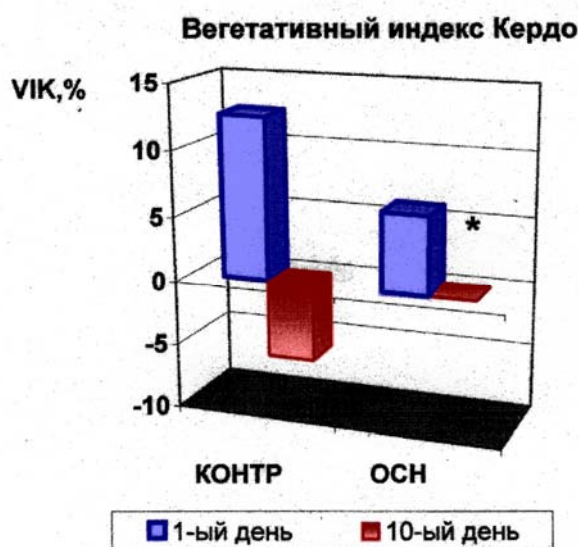


Рис. 46. Средние значения вегетативного индекса Кердо (vik) в первый (белые) и последний (серые столбики) дни реабилитации.
 КОНТР – контрольная группа, ОСН – основная группа. * – $p < 0,05$

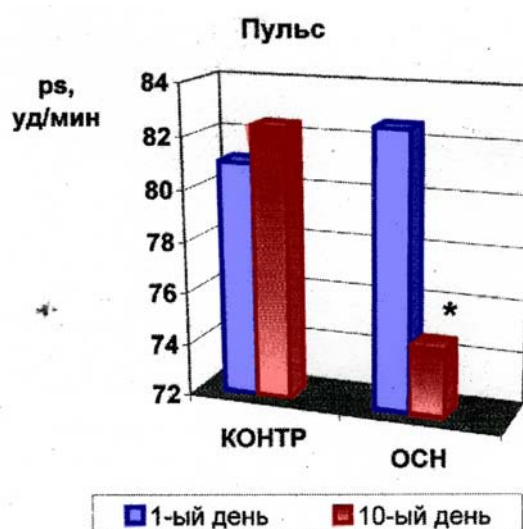


Рис. 47. Средние значения пульса (ps) в первый (белые столбики) и последний (серые столбики) дни реабилитации.
 КОНТР – контрольная группа, ОСН – основная группа. * – $p < 0,05$



Рис. 48. Средние значения минутного объема кровотока (ток) в первый (белые столбики) и последний (серые столбики) дни реабилитации.
КОНТР – контрольная группа, ОСН – основная группа. * – $p < 0,05$

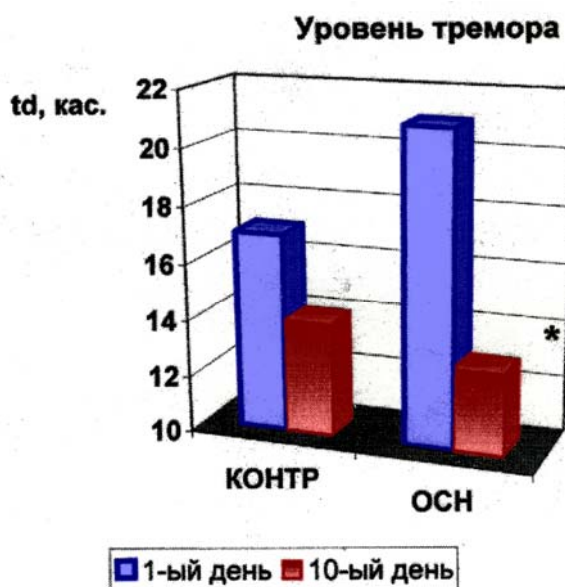


Рис. 49. Средние значения уровня тремора (td) в первый (белые столбики) и последний (серые столбики) дни реабилитации.
КОНТР – контрольная группа, ОСН – основная группа. * – $p < 0,05$

Отсутствие тепло-холодовых процедур в реабилитационно-оздоровительной программе обследуемых контрольной группы сопровождалось выраженным усилением активации парасимпатического отдела *вегетативной нервной системы* (ВНС) к концу реабилитации, что выразилось в снижении показателя vik с $12,5 \pm 12$ до 6 ± 8 % (рис. 46). Столь резкое снижение активации симпатического отдела ВНС у лиц сопровождалось достоверным ($p < 0,05$) снижением САД с 135 ± 8 до 121 ± 4 мм рт.ст. (рис. 50), а также достоверным снижением пульсового давления с $52 \pm 2,5$ до 33 ± 3 мм рт.ст. (рис. 51) на фоне незначительного роста частоты сердеч-

ных сокращений с 81 ± 6 до $82,4 \pm 4,6$ уд/мин (рис. 47). В конечном итоге, это привело к снижению минутного объема кровотока с $3,75 \pm 0,15$ до $2,8 \pm 0,1$ л/мин, что свидетельствует о снижении физической работоспособности обследуемых контрольной группы. Изменения тремора оказались незначительны, что свидетельствует о сохранении исходного уровня психо-эмоционального напряжения.



Рис. 50. Средние значения систолического артериального давления (ads) в первый (белые столбики) и последний (серые столбики) дни реабилитации.
КОНТР – контрольная группа, ОСН – основная группа. * – $p < 0,05$

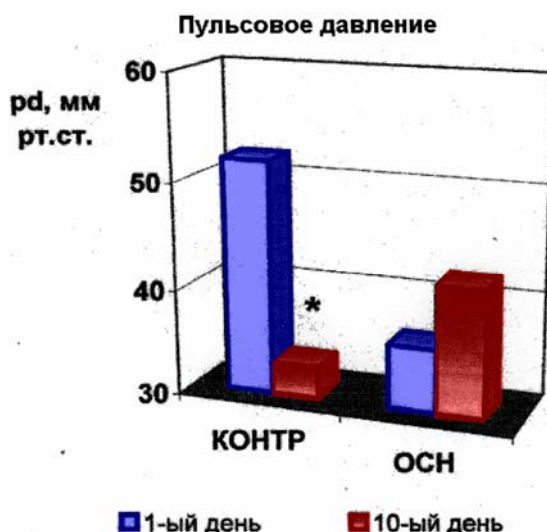


Рис. 51. Средние значения пульсового давления (pd) в первый (белые) и последний (серые столбики) дни реабилитации.
КОНТР – контрольная группа, ОСН – основная группа. * – $p < 0,05$

Различие в реабилитационных программах обусловило характер адаптивных реакций обследуемых основной и контрольной групп. Если у лиц основной группы уменьшение исходного уровня симпатической активности было не столь выражено, как в контрольной группе, и проявилось в достоверном снижении rs , то у лиц контрольной группы оно носило более выраженный характер и проявилось в достоверном снижении систолического, пульсового давления и минутного объема кровотока. Следовательно, при реабилитации в контрольной группе обследуемых наибольшая нагрузка падает на сосудистый компонент сердечно-сосудистой системы, а в основной – на сердечный. Видимо, это связано с более высоким уровнем симпатической активации обследуемых контрольной группы ($vik=12,5\pm 12\%$, $vik=6,06\pm 4\%$), значительно более высокое систолическое (в контроле – 135 ± 8 мм рт.ст., в основной группе – 114 ± 1 мм рт.ст., $p<0,05$) и пульсовое давление ($pd=52\pm 2,5$ мм рт.ст., $pd=36\pm 2,8$ мм рт.ст., $p<0,05$), большой уровень минутного объема кровотока ($МОК=3,75\pm 0,15$ л/мин, $МОК=3,6\pm 0,2$ л/мин). Однако к концу реабилитации (10 день) соотношение физиологических показателей у обследуемых основной и контрольных групп изменилось.

У обследуемых контрольной группы, исходно имевших более высокий уровень симпатической активации, отмечалось столь выраженное нарастание парасимпатических влияний ($vik=-6\pm 8\%$, $vik=0\pm 1\%$), что обеспечило лицам контрольной группы по сравнению с основной достоверно более низкое пульсовое давление ($pd=33\pm 3$ мм рт.ст., $pd=42\pm 4$ мм рт.ст., $p<0,05$) и минутный объем кровотока ($МОК=2,8\pm 0,1$ л/мин, $МОК=3,5\pm 0,1$ л/мин, $p<0,05$).

Таким образом, снижение МОК сопровождалось снижением уровня потребления кислорода, что, в конечном итоге, повлияло на физическую работоспособность обследуемых контрольной группы. Вероятно, это обусловлено тем, что обследуемые контрольной группы, находясь в условиях стационара и выполняя ограниченный объем физической работы на фоне витаминизации, практически поддерживают физическую форму, не увеличивая ее возможности.

В то же время обследуемые основной группы, находившиеся под воздействием тепло-холодовых процедур и тренирующего влияния физических упражнений на фоне приема витаминных комплексов, микроэлементов и биологически-активных веществ – улучшили физиологические показатели практически по всем наблюдаемым параметрам, что способствовало повышению физической работоспособности. Следовательно, тепло-холодовые процедуры в сочетании с витаминизацией и физическими упражнениями являются неотъемлемыми элементами реабилитационно-оздоровительной программы для лиц, занимающихся физической культурой и спортом, поскольку оказывают стимулирующее влияние на все функциональные системы организма.

Известно, что витамины являются специфическим и достаточно эффективным средством терапии доминантного ПЭС и сопровождающих его психосоматических отклонений, поскольку жизненно необходимы организму для осуществления обмена веществ, обновления и репарации тканей.

Проведенные обследования выявили существенный дефицит витаминов до начала реабилитационно-оздоровительных процедур. Данные по витаминнообеспеченности обследуемых лиц до и после реабилитации были аналогичны полученным при предшествующих обследованиях у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС (рис. 45). При фоновом облучении обследуемых лиц – наблюдался повышенный ПЭС (рис. 49). По-видимому, суммарное воздействие радиационного облучения (хотя и незначительного) и стрессогенных факторов вызвали дефицит некоторых витаминов. Витаминно-микроэлементные комплексы, как радиопротекторы, более эффективны в сочетании с физическими нагрузками.

В табл. 77 представлены показатели сердечно-сосудистой системы до и после физической нагрузки у обследуемых основной группы, проходивших 10-дневный курс реабилитации с тепло-холодовыми процедурами и повышенной витаминизацией. Видно, что интенсивное выполнение комплекса физических упражнений с последующим заходом в увлажненную сауну при $t=60-80^{\circ}$ приводят к достоверному увеличению показателей vik , rs , АДс и pd . Таким образом, физические упражнения, обеспечивая дополнительную симпатическую активацию, вероятно, создают, с одной стороны, наиболее благоприятные условия для усвоения витаминов, с другой – го-

товят организм к более интенсивному потоотделению во время термовоздействий в увлажненной сауне. Об интенсивности потоотделения свидетельствует тот факт, что каждый обследуемый из основной группы только в течение сеанса тепло-холодовых процедур потреблял от 2,5 до 3,5 л жидкости при практически неизменном весе.

Динамика вегетативных показателей, зарегистрированных перед ежедневными реабилитационно-оздоровительными процедурами, позволяет судить об адаптивных перестройках вегетативных показателей обследуемых из основной группы в процессе реабилитации.

Таблица 77

Показатели сердечно-сосудистой системы до (I) и после (II) физической нагрузки у обследуемых лиц из основной группы, проходивших курс реабилитации с тепло-холодовыми процедурами в увлажненной сауне

Дни реабилитации	Vik, %		Ps, уд/мин		АДс, мм рт.ст.		Pd, мм рт.ст.	
	I	II	I	II	I	II	I	II
1	6,06±4,0	23,4±6,0*	82,6±1,4	103,9±3,8*	114,0±1,0	131,6±5,0*	36,0±2,8	51,0±7,0*
2	8,56±3,0	32,9±2,9*	83,0±3,5	118,8±10,0*	120,5±6,0	132,6±5,8	45,5±5,0	54,0±5,4
3	4,86±4,0	26,2±5,0*	76,6±2,8	121,1±8,0*	117,5±4,2	137,4±8,7*	45,9±2,2	53,0±6,3
4	11,3±6,2	33,0±3,6*	78,6±1,5	117,8±4,0*	116,5±4,5	133,8±6,0*	44,9±1,8	54,0±3,2*
5	-1,13±3,8	32,6±4,2*	74,8±3,4	114,8±4,0*	132,5±4,0	129,6±3,0	40,5±3,3	52,0±3,4*
6	3,44±3,0	18,2±3,2*	77,2±3,0	98,2±3,4*	117,8±5,0	132,3±4,0*	44,4±4,4	52,4±2,0
7	-1,22±6,6	14,2±6,0*	74,6±2,2	98,7±4,4*	117,5±3,0	126,4±5,0	41,9±3,2	42,9±2,7
8	1,36±4,7	19,9±5,5*	73,6±3,0	102,6±7,0*	112,0±3,0	122,0±2,5*	37,9±2,5	42,8±1,7
9	-1,4±8,5	21,8±5,8*	74,8±4,0	105,6±6,7*	112,0±3,0	132,0±4,0*	37,9±2,4	51,9±3,3*
10	0,0±1,0	16,2±4,0*	74,6±2,0	93,1±6,0*	113,0±3,0	121,5±3,6	42,0±4,0	43,5±3,9

Примечание: vik – вегетативный индекс Кердо, ps – пульс; САД – систолическое артериальное давление, pd – пульсовое давление.

* Достоверность различий $p < 0,05$.

В результате анализа выявлен чрезвычайно большой разброс в характере вегетативных реакций обследуемых. Такой разброс обусловлен тем, что степень возникающих нарушений и способность организма к развитию адаптивных реакций зависит от уровня его физиологических функций в момент формирования ПЭС. Обращает на себя внимание тот факт, что в процессе реабилитационно-оздоровительной программы самочувствие обследуемого прослеживается два этапа: 1–3-й день, когда исходное самочувствие снижается и 4–10-й день, когда самочувствие значительно улучшается. Этапность отмечается и в динамике вегетативных показателей. В первые три дня реабилитационных процедур отмечалось увеличение pd с 37 до 45 мм рт.ст., обусловленное более выраженным ростом САД, незначительным урежением ps с 83 до 79 уд/мин и снижение vik с 6 до 8%. О снижении психоэмоционального напряжения позволяло говорить уменьшение td с 21 до 14 касаний. Последующие дни реабилитационно-оздоровительных процедур характеризуются значительным улучшением самочувствия на фоне нарастающих парасимпатических влияний (vik снижается с 8 до 0 %), снижением pd и ps, а также стабилизацией td. В данном случае на тепловое воздействие сауны (1–3-й день) обследуемые ответили адаптивными реакциями, выражающимися в умеренной симпатической активации, росте пульсового давления, снижением пульса и тремора. Это период адаптации к температурному режиму сауны. Начиная с 4-го дня, самочувствие обследуемых улучшается, пульс и пульсовое давление снижаются, тремор стабилизируется. Этот период можно считать активной реабилитацией. Незначительный рост показателей vik и pd, а также снижение субъективного самочувствия (sam) в последний (10-й) день реабилитации, вероятно, связан с эмоциональным ожиданием завершающих комплексных медико-биологических обследований (забором крови, обследованием терапевта, кардиолога и другими инструмен-

тальными обследованиями). В силу того, что все испытуемые основной группы исходно имели тот или иной преобладающий вегетативный тонус, то представилось целесообразным разделить их на две индивидуально-типологические подгруппы – *симпатотоники* ($vik < 7\%$) и *нормоваготоники* ($vik > 7\%$). Сравнительный анализ динамики показателя vik позволяет сделать вывод о том, что в индивидуальных реакциях обследуемых просматривается те же этапы адаптации: адаптация к температурным воздействиям и непосредственная реабилитация. У *симпатотоников* тепловая адаптация сопровождалась небольшим увеличением симпатических влияний и выраженными адаптивными реакциями. Показатель ps при этом возрос незначимо с 83 до 86 уд/мин, зато рост pd носил более выраженный характер с 40 до 47 мм рт.ст., что, в конечном итоге, позволяет обеспечить должный уровень кровотока. Снижение психоэмоционального напряжения подтверждено снижением td с 25 до 11,5 кас. Можно заключить, что период тепловой адаптации у *симпатотоников* сопровождался небольшим увеличением симпатических влияний (снижение vik), что сопровождается снижением ps и pd , а также значительным улучшением самочувствия. Следовательно, у *симпатотоников* по мере проведения реабилитационно-оздоровительных процедур отмечается тенденция к нормализации вегетативного тонуса при снижении психоэмоционального напряжения.

У *нормоваготоников* на стадии тепловой адаптации отмечалось колебание показателя vik около исходного уровня -2% . При этом у них несколько ухудшалось самочувствие и отмечался рост pd с 33 до 43 мм рт.ст., что косвенно говорит о росте ударного объема. Показатель ps падал с 82 до 76 уд/мин, td снижался с 20 до 14 кас., что подтверждает снижение психоэмоционального напряжения. Следовательно, стадия тепловой адаптации *нормоваготоников* характеризуется нестабильностью вегетативного тонуса и снижением психоэмоционального напряжения. Стадия реабилитации для *нормоваготоников* характеризуется стойким нарастанием парасимпатических влияний и снижением психоэмоционального напряжения.

Наиболее полное представление о смещении вегетативного баланса у *симпатотоников* и *нормоваготоников* основной группы в процессе 10-дневной реабилитации дает вегетативный индекс Кердо (рис. 52).

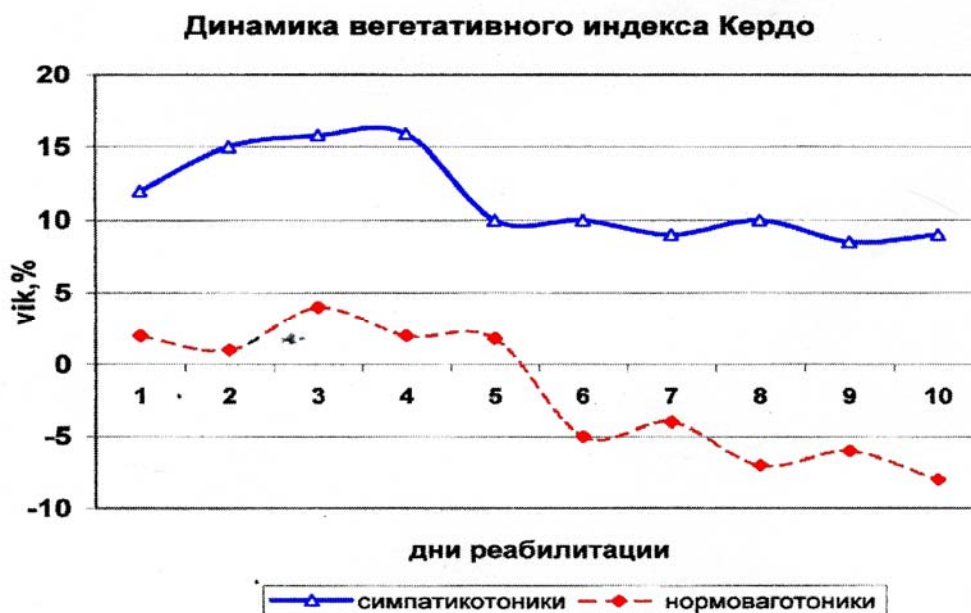


Рис. 52. Сглаженные динамические кривые вегетативного индекса Кердо (vik) у симпатикотоников и ваготоников основной группы (реабилитация с ТХП и физической нагрузкой) в процессе реабилитации

Из этого можно сделать вывод, что температурное воздействие сауны является эффективным средством нелекарственной реабилитации психоэмоционального напряжения для обеих индивидуально-типологических подгрупп. Вместе с тем, в подгруппах существует различие в динамике вегетативных реакций. На температурное воздействие сауны в период тепловой адаптации реакция *симпатотоников* выражается в дополнительной активации симпатического отдела вегетативной нервной системы, которая по мере проведения реабилитационных процедур снижается, а вегетативный тонус *симпатотоников* возвращается практически к исходной норме ($vik > 7\%$). При этом направленность изменений вегетативных показателей, опосредуемых тонусом ВНС (пульс, пульсовое давление, минутный объем кровотока) аналогична.

Неустойчивый баланс симпатического и парасимпатического отделов ВНС у *нормовегетоников* обуславливает колебания показателя vik в период тепловой адаптации, но воздействие комплексно-реабилитационных мероприятий, как уже было показано, ослабляет активацию симпатического отдела ВНС, и баланс смещается в сторону парасимпатического звена ВНС. При этом отмечается стабилизация пульса и пульсового давления, а, следовательно, и МОК, что в конечном итоге обеспечивает повышенную работоспособность.

Резюме

Таким образом, на примере основной группы можно заключить, что предлагаемый реабилитационно-оздоровительный метод, состоящий из тепло-холодовых процедур и физических нагрузок, осуществляемых на фоне приема индивидуально подобранных витаминных комплексов, микроэлементов и биологически активных веществ естественного происхождения, позволяет полностью восстановить дефицит витаминов и микроэлементов, снять ПЭС, нормализовать метаболические процессы в организме.

Полученные данные могут стать основой для разработки научно-обоснованных реабилитационно-восстановительных программ для высококвалифицированных спортсменов в циклических и скоростно-силовых видах спорта, а также в видах спорта связанных с единоборством, где требуется коррекция собственного веса без снижения спортивной работоспособности.

Основная используемая литература

1. Агаджанян Н.А., Смирнов В.М. Нормальная физиология. Учебник для вузов. М.: МИА.–2007. – 520 с.
2. Адайкин В.И., Брагинский М.Я., Еськов В.М., Русак С.Н., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Новый метод идентификации хаотических и стохастических параметров экосреды // Вестник новых медицинских технологий. – 2006. – № 2. – С. 39–41.
3. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Медицина, 1975. – 446 с.
4. Апполонова С.А., Дикунец М.А., Родченков Г.М. Хроматографический метод определения эритропоэтина по биохимическим маркерам в допинговом контроле спортсменов // Журнал физической химии. – 2009. – Т. 83. – № 4. – С. 615–624.
5. Арчвадзе Л.Е. Влияние статической нагрузки на точность двигательных реакций: Автореф. ...дис. канд. биол. наук. – Тбилиси, 1989. – 24 с.
6. Ахметов И.И. Влияние полиморфизмов генов асе и bdkrb2 на аэробные возможности спортсменов // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2010. – № 3 (16). – С. 6–10.
7. Ахметов И.И. Использование днк-технологий для определения предрасположенности к оптимальной двигательной деятельности // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 6. – С. 28–32.
8. Ахметов И.И. Молекулярная генетика спорта – М.: Советский спорт, 2009. – 268 с.
9. Ахметов И.И. Молекулярно-генетические маркеры физических качеств человека: Диссертация д.м.н.– Москва: ГУ "Медико-генетический научный центр РАМН", 2010. – 322 с.
10. Ахметов И.И., Габдрахманова Л.Д., Егорова Э.С., Мартыканова Д.С. Молекулярная диагностика в системе спортивного отбора и ориентации // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2015. – № 3. – С. 29–35.
11. Ахметов И.И., Хакимуллина А.М., Любаева Е.В., Виноградова О.Л., Rogozkin В.А. Влияние полиморфизма гена hif1a на мышечную деятельность человека // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2008. – Т. 146, № 9. – С. 327–329.
12. Ахметов И.И., Хакимуллина А.М., Попов Д.В., Миссина С.С., Виноградова О.Л., Rogozkin В.А. Полиморфизм гена фактора роста эндотелия сосудов (vegф) и аэробная работоспособность спортсменов // Физиология человека. – 2008. – Т. 34, № 4. – С. 97–101.
13. Баевский Р.М. Использование принципов донозологической диагностики для оценки функционального состояния организма при стрессорных воздействиях (на примере водителей автобусов) / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева, Е.Ю. Берсенов [и др.] // Физиология человека. – 2009. – Т. 35, № 1. – С. 41–51.
14. Баевский Р.М. К проблеме физиологической нормы: Математическая модель функциональных состояний на основе анализа variability сердечного ритма/ Р.М. Баевский А.Г. Черникова // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2002. – № 6. – С. 11–17.
15. Баевский Р.М. Проблема оценки и прогнозирования функционального состояния и ее развитие в космической медицине / Р.М. Баевский // Успехи физиологических наук. – 2006. – Т. 37, № 3. – С. 13–25.
16. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М., Медицина, 1979.
17. Баевский Р.М. Физиологическая норма и концепция здоровья // Российский физиологический журнал, 2003. – Т. 89, № 4. – С. 473–489.
18. Бакулев С.Е. Прогнозирование индивидуальной успешности спортсменов-единоборцев с учетом генетических факторов тренируемости: Диссертация д.пед.н. Санкт-Петербург, 2012. – 354 с.

19. Берсенев Е.Ю. Анализ variability сердечного ритма и возможности его использования в практике подготовки спортсменов высшей квалификации / Е.Ю. Берсенев, А.Б. Вдовина / Медико-биологические технологии повышения работоспособности в условиях напряженных физических нагрузок. – М.: 2004. – С. 30-41.
20. Бехтерева Т.Л., Борисова О.Н., Вигдорчик В.И., Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Корягин А.А. Обоснование способа электролазерной миостимуляции и лазерофореза // Вестник новых медицинских технологий. – 2004. – № 1. – С. 66–68.
21. Болюсы Хуато (результаты и перспективы применения): Монография / Под ред. Б.Г. Валентинова, А.А. Хадарцева – Тула: Изд-во ТулГУ – Белгород: ЗАО «Белгородская областная типография», 2012.– 430 с.
22. Бубе Х., Фег Г., Штюблер Х., Трогш. Тесты в спортивной практике. М., ФиС, 1968.
23. Бухтияров И.В., Рыженков С.П., Мухин В.А., Матюшев Т. В., Сударев А.М., Андронов И.А. Влияние метода наружной контрпульсации на гемодинамические эффекты при постуральных воздействиях // Материалы Седьмой научно-практической конференции «Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы».– Москва, 2005 г.– С. 340–343.
24. Венкина И.В. Биоритмологические критерии адаптации у лиц молодого возраста: Дис... канд. биол. наук: 05.13.09 / И.В. Венкина; ТулГУ. – Тула, 1999. – 164 с.
25. Волков В.М., Мьяльнер Е.Г. Человек и бег. К, ФиС, 1987.
26. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко Э.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: «Олимпийская литература», 2000. 503 с.
27. Ворошин И.Н., Ахметов И.И., Астратенкова И.В. Ассоциация полиморфизмов генов с уровнем развития специальной выносливости у бегунов на 400 метров // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2007.– № 3. – С. 9–15.
28. Габрусенко С.А., Малахов В.В., Сергиенко И.В., Бугрий М.Е., Саидова М.А., Кухарчук В.В., Беленков Ю.Н. Новые возможности в лечении больных сердечной недостаточностью. Метод наружной контрпульсации. // Журнал «Кардиология» – 2008.– № 9.
29. Глазачев О.С., Фудин Н.А., Дедов В.И. Динамика вегетативных показателей у лиц из районов радионуклидного загрязнения в курсе реабилитации. // Реабилитация лиц, подвергшихся радиационному облучению в результате Чернобыльской аварии. – М., 1992. – С. 13.
30. Грачев Р.В. Системный анализ уровня здоровья курсантов военного института и его оптимизация фитопрепаратом «Болюсы Хуато»: Автореф. дис. ... к.м.н. – Тула, 2008.– 23 с.
31. Григорьев А.И. Концепция здоровья и космическая медицина / А.И. Григорьев, Р.М. Баевский. – М.: Фирма «Слово», 2007. – 208 с.
32. Григорьев А.И., Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Виноградова О.Л. Электролазерная миостимуляция и лазерофорез биологически активных веществ в спорте: Методическое пособие.– Тула: ООО РИФ «ИНФРА», 2005.– 16 с.
33. Гудков А.Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Севера / А.Б. Гудков, О.Н. Попова, Н.Б. Лукманова // Экология человека. – 2011. – № 1. – С. 12–17.
34. Данилин Д.А. Системный анализ психофизической и социальной адаптации студентов: Дис. ... к.б.н. – Тула, 2005.– 154 с.
35. Данько Ю.И. Очерки физиологии физических упражнений. М.: Медицина, 1974. 255 с.
36. Дармограй В.Н., Карасева Ю.В., Морозов В.Н., Морозова В.И., Наумова Э.М., Хадарцев А.А. Фитоэкдистероиды и фертильные факторы как активаторы синтоксических программ адаптации // Вестник новых медицинских технологий.– 2005.– № 2.– С. 82–84.
37. Дедов В.И., Фудин Н.А., Смелъченко В.Н., Степаненко В.С. Влияние комплексного тепло-холодового воздействия на показатели крови людей, проживающих на терри-

тории с радиоактивными выпадениями в результате аварии на Чернобыльской АЭС. // Реабилитация лиц, подвергшихся радиационному облучению в результате Чернобыльской аварии. – М., 1992. – С.44–53.

38. Дембо А.Г. Врачебный контроль в спорте. М., Медицина, 1988.

39. Добня И.М. Чернобыльский синдром (противорадиационная фитотерапия). // Симферополь, 1991.

40. Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцев А.А., Хадарцева К.А. Фрактальная динамика поведения человеко-мерных систем // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – № 3. – С. 330–331.

41. Зациорский В.М. Основы спортивной метрологии. М.; ФиС, 1980.

42. Зилов В.Г., Мамедов А.М., Машин Ю.Д., Судаков К.В. Системный подход к контролю и коррекции состояния здоровья человека, занятого на производстве. Электронная промышленность. 1985, в. 1(139). – С. 17–23.

43. Ильинич В.И. Физическая культура студентов и жизнь / В.И. Ильинич. – М.: Гардарики, 2005. – 366 с.

44. Карпман В.П., Белоцерковский З.В., Гудков И.Л. Тестирование в спортивной медицине. М.; ФиС., 1988.

45. Карташова Н.М. Системные реакции биологических динамических систем на внешние воздействия: Дис. ... докт. биол. наук. – Тула, 2005. – 317 с.

46. Кидалов В.Н., Хадарцев А.А., Сясин Н.И., Якушина Г.Н., Краюхин А.В. Аутофлуоресценция нативных тканей и клеток крови и ее значение для медицинской практики: Монография. – Тула – Санкт Петербург, 2005. – 108 с.

47. Кодочигова А.И., Киричук В.Ф., Тужилин Ю.А. К вопросу о психологических факторах риска возникновения болезни сердечно-сосудистой системы у военнослужащих молодого возраста // Воен.-мед. журн.. – 2003. – № 5. – С. 25–28.

48. Комаров Ф.И., Судаков К.В., Фудин Н.А. Возможности и перспективы реабилитации лиц, подвергшихся радиоактивным воздействиям. // Реабилитация лиц, подвергшихся радиационному облучению в результате Чернобыльской аварии. / Под ред. акад. РАМН К.В.Судакова. – М., 1992. – С. 7–14.

49. Коц Я.М. Организация произвольного движения. Нейрофизиологические механизмы. М.: Наука, 1975. – С. 227–247.

50. Краюхин А.В. Системная диагностика эффективности лазерофореза биологически активных веществ: Дис. ... к.б.н. – Тула, 2005. – 139 с.

51. Купеев В.Г. Фитолазерофорез в терапии заболеваний внутренних органов: Автореф. дис... к.м.н. – Тула, 2000. – 30 с.

52. Левшин И.В. Способ коррекции функционального состояния спортсменов ситуационного характера деятельности с помощью фармакологического препарата мексидол и гипербарической оксигенации в спорте высших достижений / И.В. Левшин, А.Н. Поликарпочкин, Н.В. Поликарпочкина // Метод рекомендации. – СПб, Пенза, 2006. – 20 с.

53. Лескова Н. Клетка Казначеева // Жизнь. – 2006, 3 Июля. – № 12. – С. 1–2.

54. Лунёва О.Г., Гендель Л.Я., Круглякова К.Е., Смирнов Л.Д., Федин В.А. Изменения структуры мембраны и формы эритроцитов, индуцируемые синтетическими антиоксидантами // II съезд биофизиков России. Тезисы. – М., 1999. (раздел 7: Биофизика мембран). – С. 83.

55. Матвеев Л.П. Теория и методика физической культуры: Учебник. – М., 1991. – 543 с.

56. Мельников А.Х. Очерки интегральной диагностики. – Тула, 1997. – 177 с.

57. Миронов С.П., Бурмакова Г.М., Цикунов М.Б. Пояснично-крестцовый болевой синдром у спортсменов и артистов балета (Клиника. Диагностика. Лечение): Монография. – М., 2006. – 191 с.

58. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / В.М. Михайлов / 2-е изд., перераб. и доп.: Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
59. Морозова Е.Б., Тараскина А.Е., Кострюкова Е.С., Генерозов Э.В., Кулемин Н.А., Ахметов И.И., Говорун В.М. Изучение индивидуальных особенностей генетического статуса высококвалифицированных спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. – 2014. – № 3. – С. 19–28.
60. Никонова Е.А., Родионов А.В. Спортивный психолог. – 2005. – №2(5). – С.75–78.
61. Нормальная физиология человека / Под ред. Ткаченко Б.И. – 2-е изд. – М.: Медицина, 2005. – 928 с.
62. Орлов В.А., Фудин Н.А. Комплексная программа оценки физического состояния и функциональных возможностей организма человека. – М. Издательская группа «АРИ-НА», 1996 – 72 с., ил.
63. Орлов В.А., Фудин Н.А. Оценка физического состояния и резервных возможностей человека, М., 1989. – 19 с.
64. Орлов В.А., Фудин Н.А. Оценка физического состояния и функциональных возможностей человека. – М., 1996.
65. Орлов В.А., Фудин Н.А. Физическое состояние и динамика работоспособности подвергшихся радиационным воздействиям лиц, при комплексной реабилитации. В кн. Реабилитация лиц, подвергшихся радиационному облучению в результате Чернобыльской аварии. – М., 1992. – с. 55–64.
66. Петракович Г.Н. Свободные радикалы против аксиом (новая гипотеза о дыхании) // Русская мысль. – 1992. – № 2. – С. 32–40.
67. Поликарпочкин А.Н. Новые медицинские технологии спорту высших достижений / И.В. Левшин, А.Н. Поликарпочкин, Н.В. Поликарпочкина // Вопросы функциональной подготовки в спорте и физическом воспитании. – Волгоград, 2008. – С.51–56.
68. Поликарпочкин А.Н. Физиологические механизмы воздействия Мексидола и ГБО, предопределяющие эффективность коррекции функционального состояния организма спортсмена в спорте высших достижений (конкурсная работа «Фармасофт») / А.Н. Поликарпочкин, И.В. Левшин, Н.В. Поликарпочкина. – СПб., Пенза, 2006. – 41 с.
69. Равич-Щербо И.В., Марютина Т.М., Григоренко Е.Л. Психогенетика. М.: Аспект-Пресс, 1999. – 447 с.
70. Родионов А.В. Практическая психология физической культуры и спорта. Махачкала: Юпитер, 2002. – с. 7.
71. Розенблат В.В. Проблема утомления. М.: Медгиз, 1961. 220 с.
72. Самойлов В.О. Элементы квантовой биофизики. СПб : СПбГТУ, 2001. – 43 с.
73. Сергеев Ю.П., Язвиков В.В., Иваницкая В.В., Мартиросов Э.Г., Фудин Н.А. Отдел функциональной морфологии: История, основные научные направления и разработки // Теория и практика физической культуры. 1983. № 3. С. 33–35.
74. Смоленский А.В., Любина Б.Г. Внезапная смерть в спорте: мифы и реальность // Теория и практика физической культуры, 2002, №10. – С. 39–42.
75. Сологуб Е.Б., Таймазов В.А. Спортивная генетика: учеб.пособие. М.: Терра-Спорт, 2000. – 127 с.
76. Солодков А.С., Сологуб А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник. – М.: Терра-Спорт, Олимпия-есс, 2001. 520 с.
77. Судаков К.В. Функциональные системы. М.: РАМН, 2011. 320 с.
78. Судаков К.В., Синичкин В.В., Хасанов А.А. Вегетативные реакции человека при разных режимах тепло-холодовых воздействий в условиях сауны. // Физиология человека, 1987. – Т.13. – №1. – С.113–120.
79. Судаков К.В., Тараканов О.П., Юматов Е.А. Кросс – корреляционный вегетативный критерий эмоционального стресса. // Физиология человека, 1992. – 18 с.
80. Судаков К.В., Фудин Н.А., Альбер В.О. Диагностика здоровья. // Сов. медицина,

1990. – №10. – С.46–49.

81. Сударев А.М., Исаев И.А., Кантор П.С., Коротич Е.В. Техническая реализация аппарата наружной контрпульсации (версия на русском) // Труды 4-й Российско-Баварской конференции по биомедицинской технике, Москва: Изд. МИЭТ, Зеленоград.– 2008.– С. 233-235.

82. Сударев А.М., Киласев М.Б., Толпекин В.Е., Коротич Е.В., Лазарева О.В. Первая отечественная система усиленной наружной контрпульсации // Тезисы докладов 4 всероссийского съезда трансплантологов памяти В.И. Шумакова, 9-10 ноября 2008 г.– Москва.– С. 89

83. Тутаева Е.С. Обработка визуализированной информации о микроциркуляции в сосудах глазного дна при коррекции программ адаптации: Дис. ... к.м.н.– Тула, 2002.– 184 с.

84. Улащик В.С. Последствия аварии на Чернобыльской АЭС и лечебные физические факторы. // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – М.: Медицина, 1992. – №1. – С.59 (научн. обзор).

85. Умрюхин Е.А. Принципы применения сауны в оздоровительных целях. // Диагностика здоровья. – Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1990. – С.145–161.

86. Умрюхин Е.А., Фудин Н.А., Дедов В.И., Климина Н.В. Ионы натрия, калия и рН в жидких вредях у лиц, подвергшихся радиационному загрязнению. // Реабилитация лиц, подвергшихся радиационному облучению в результате Чернобыльской аварии. – М., 1992. – С. 31–44.

87. Фарфель В.С. Физиология спорта. М.: Физк. и спорт., 1960. 384 с.

88. Фок М.В., Зарицкий А.Р., Зарицкая Г.А., Переведенцева Е.В. Авторегуляция неспецифической проницаемости мембраны эритроцита. – М.: Наука.–1999. – 219 с.

89. Фролов В.Ф. Эндогенное дыхание – медицина третьего тысячелетия». Новосибирск – 2001.– 139 с.

90. Фудин Н.А. Газовый гомеостазис (произвольное формирование нового стереотипа дыхания) / Под. ред. К.В. Судакова.– Тула, 2004. – 214 с.

91. Фудин Н.А., Вагин Ю.Е. Системная организация спортивной деятельности // Вестник новых мед.технологий (электронный журнал). 2013. № 1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4452.pdf> (дата обращения: 30.07. 2013).

92. Фудин Н.А., Вагин Ю.Е., Классина С.Я. Методология теории функциональных систем как новый подход к управлению тренировочным процессом // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 19. № 4. С. 118–122.

93. Фудин Н.А., Вагин Ю.Е., Пигарева С.Н. Системные механизмы утомления при физических нагрузках циклической направленности // Вестник новых медицинских технологий – 2014 – Т. 21, № 3 – С. 118–121

94. Фудин Н.А., Еськов В.М., Филатова О.Е., Зилов В.Г., Борисова О.Н., Козлова В.В. Утомление человека при статической и динамической физической нагрузке и механизмы адаптации // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №1. Публикация 2-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5064.pdf> (дата обращения: 19.01.2015).

95. Фудин Н.А., Судаков К.В., Хадарцев А.А., Классина С.Я., Чернышов С.В. Индекс Хильдебрандта как интегральный показатель физиологических затрат у спортсменов в процессе возрастающей этапно-дозированной физической нагрузки // Вестник новых медицинских технологий.– 2011.– № 3.– С. 244–247.

96. Фудин Н.А., Тараканов О.П. Чернобыль: Радиация стресс, реабилитация. Журнал «Наука в России» № 5., 1994, с. 29–33.

97. Фудин Н.А., Тараканов О.П., Моисеева Н.В., Красов В.В., Звегинцев Е.А. Исследование психофизиологических показателей у лиц, подвергшихся радиоактивному облучению, после тепло-холодовых и физических воздействий в сочетании с применением витаминных комплексов и биостимуляторов. // Реабилитация лиц, подвергшихся радиацион-

ному облучению в результате Чернобыльской аварии. – М., 1992. – С. 23–31.

98. Фудин Н.А., Хадарцев А.А. Региональные особенности витаминотерапии и витаминопрофилактики стресса. // В сб.: Российский национальный конгресс «Человек и лекарство». – М., 1996.

99. Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Несмеянов А.А. Возможности активации митохондриальной активности у спортсменов мексидолом // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №2. Публикация 2-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-2/5171.pdf> (дата обращения: 05.05.2015). DOI: 10.12737/11204

100. Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Орлов В.А. Медико-биологические технологии в спорте. Монография/ Под руководством академика РАН и РМАН С.П. Смирнова. М.: Издательство «Известия», 2011. 460 с.

101. Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Цкипури Ю.И и др. Адаптивные перестройки вегетативных функций у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС в процессе проведения реабилитационных мероприятий. // Физиология человека. – М., 1995. –Т.21. – №6. – С.144.

102. Хадарцев А.А., Грачев Р.В., Веневцева Ю.Л., Фудин Н.А., Наумова Э.М. Оценка эффективности фитопрепарата «Болюсы Хуато» у лиц, занимающихся спортом // Современные проблемы науки и образования (электронный).– 2012.– № 4. URL: <http://www.science-education.ru/104-6585>

103. Хадарцев А.А., Зилов В.Г., Наумова Э.М., Валентинов Б.Г., Гордеева А.Ю. Болюсы Хуато. Опыт применения и перспективы // Вестник новых медицинских технологий.– 2013.– № 1.– С. 104–106.

104. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Несмеянов А.А., Фудин Н.А. Физиологические основы восприятия золотого сечения в спорте с позиций синергетики // Владикавказский медико-биологический вестник.– 2013. – Т. 16, № 24-25. – С. 104-113.

105. Хадарцев А.А., Купеев В.Г., Морозов В.Н., Тутаева Е.С. Диагностические и лечебно-восстановительные технологии при сочетанной патологии внутренних органов и систем: Монография / Под ред. А.А.Хадарцева.– Тула: Тульский полиграфист, 2003.– 172 с.

106. Хадарцев А.А., Морозов В.Н., Карасева Ю.В., Хадарцева К.А., Гордеева А.Ю. Психонейроиммунологические программы адаптации, как модели дизадаптации у женщин с нарушенным репродуктивным циклом // Фундаментальные исследования.– 2012. – № 5 (часть 2).– С. 359–365.

107. Хадарцев А.А., Морозов В.Н., Карасева Ю.В., Хадарцева К.А., Фудин Н.А. Патопсихология стресса, как баланс стрессогенных и антистрессовых механизмов // Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. – 2012.– № 7. – С. 16–21.

108. Хадарцев А.А., Несмеянов А.А., Еськов В.М., Фудин Н.А., Кожемов А.А. Принципы тренировки спортсменов на основе теории хаоса и самоорганизации // Теория и практика физической культуры.– 2013.– № 9. – С. 87-93.

109. Хадарцев А.А., Потоцкий В.В. Диверсификация результатов научных открытий в медицине и биологии.– Тула, 2009.– Т. 1.– 256 с.

110. Хадарцев А.А., Фудин Н.А. Психофармакологическая коррекция психоэмоционального стресса при стихийных бедствиях. // В сб.: Международная научная конференция «Высокогорные исследования — изменения и перспективы в 21 веке». – Кыргызстан; Бишкек, 1996. – С. 1–5.

111. Хадарцев А.А., Фудин Н.А. Психоэмоциональный стресс в спорте. Физиологические основы и возможности коррекции (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2015. – №3. Публикация 8-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5256.pdf> (дата обращения: 30.09.2015). DOI: 10.12737/ 13378

112. Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Классина С.Я., Андреева И.С. Эндозкологические способы реабилитации и восстановления. // В сб.: Всероссийская научно-практическая

конференция «Актуальные вопросы медико-социальной реабилитации».— М., 1996.

113. Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Радчич И.Ю. Физиологические основы визуального восприятия при подготовке спортсменов с позиций синергетики // Вестник новых медицинских технологий.— 2012.— № 2.— С. 17–20.

114. Хакимуллина Д.Р., Кашеваров Г.С., Хафизова Г.Н., Габдрахманова Л.Д., Ахметов И.И. Модельные антропометрические и морфологические характеристики бегунов на различные дистанции // Наука и спорт: современные тенденции. — 2015. — Т. 6., № 1.— С. 92–96.

115. Хакимуллина Д.Р., Хафизова Г.Н., Габдрахманова Л.Д., Ахметов И.И. Антропометрические и морфологические характеристики гребцов-академистов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. — 2015.— № 5.— С. 4–7.

116. Холодов, Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта / Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 480 с.

117. Черешнев В.А., Юшков Б.Г. Патопфизиология / DJVU.— 2001.— 702 с.

118. Шокин М.Н., Власов А.П., Ховряков А.В. Клинико-лабораторный эффект Мексидола при черепно-мозговой травме / Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. — 2011 — № 1. — URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2011-1/3529.pdf>

119. Ядчук В.Н., Клепиков А.Н., Работкин О.С. и др. Медицинское обеспечение подготовки граждан к военной службе (сообщение первое) // Военно-медицинский журнал.— 2003.— № 6.— С. 20–23.

120. Яковлев Н.Н. Биохимические особенности скелетной мускулатуры. Экологическая физиология животных: руководство по физиологии. — Л.: Наука, 1981. — С. 300–340.

121. Ahmetov I.I., Gavrilov D.N., Astratenkova I.V., Druzhevskaya A.M., Malinin A.V., Romanova E.E., Rogozkin V.A. The association of ace, actn3 and ppara gene variants with strength phenotypes in middle school-age children // Journal of Physiological Sciences.— 2013. — Т. 63, № 1. — С. 79-85.

122. Ahmetov I.I., Hakimullina A.M., Rogozkin V.A., Lyubaeва E.V., Vinogradova O.L. Effect of hifla gene polymorphism on human muscle performance // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. — 2008. — Т. 146, № 3. — С. 351–353.

123. Ahmetov I.I., Mozhayskaya I.A., Rogozkin V.A., Lyubaeва E.V., Vinogradova O.L. Pparg gene polymorphism and locomotor activity in humans // Bulletin of Experimental Biology and Medicine.— 2008. — Т. 146, № 5.— С. 630-632.

124. Browne JK, Cohen AM, Egrie JC, Lai PH, Lin FK, Strickland T, Watson E and Stebbing N .Erythropoietin: gene cloning, protein structure, and biological properties. Cold Spring Harb Symp Quant Biol. —1986.—V. 51.— P. 693–702.

125. Brukada R. Role of Molecular Biology in identifying individuals at Risk for Sudden Cardiac Death. // Am.J.Cardiol.,2000; v.85: Suppl.28 K. — 33K.

126. Coffey V.G. The molecular bases of training adaptation / V.G. Coffey, J.A. Hawley // Sports Med. —2007. — V. 37 (9). — P. 737.

127. Duchateau J. Training adaptations in the behavior of human motor units / J. Duchateau, J.G. Semmler, R.M. Enoka // J. Appl. Physiol. — 2006. — V. 101, № 6. — P. 1766.

128. Enoka R.M. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function / R.M. Enoka, J. Duchateau // J. Physiol. — 2008. — V. 586, № 1. — P. 11.

129. Farina D. Adjustments differ among low-threshold motor units during intermittent, isometric contractions / D. Farina, A. Hotobar, M. Gaupni [et. al.] // J. Neurophysiol. — 2009. — V. 101, № 1. — P. 350.

130. Farthing J.P. Neuro-physiological adaptations associated with cross-education of strength / J.P. Farthing, R. Borowsky, P.O. Chilibeck [et. al.] // Brain Topogr. — 2007. — V. 20 (2), — P. 77.

131. Fukuda M.N., Sasaki H., Lopez L. and Fukuda M. Survival of recombinant erythropoietin in the circulation: the role of carbohydrates // Blood .—1989. — 73:— P. 84–89.

132. Gruber M. Excitability at the motoneuron pool and motor cortex is specifically modulated in lengthening compared to isometric contractions / M. Gruber, V. Linnamo, V. Sirojnik [et. al.] // *J. Neurophysiol.* – 2009. – V. 101, № 4. – P. 2030.
133. Maciejewska A., Sawczuk M., Cieszczyk P., Mozhayskaya I.A., Ahmetov I.I. The ppargc1a gene gly482ser in polish and russian athletes // *Journal of Sports Sciences.* – 2012. – T. 30, № 1. – C. 101–113.
134. Maron B.J., Doerer J.J., Haas T.S. et al. Sudden Deaths in Young Competitive Athletes: Analysis of 1866 Deaths in the United States, 1980–2006. *Circulation.* March 3.–2009. – V.119. P. 1085–1092.
135. Nasibulina E.S., Mustafina L.D., Akhmetova I.I. Polymorphysm association ala55val of ucp2 gene with predisposition for team sports // *European researcher. Series A.* – 2012. – № 6-2 (24). – C. 968–969.
136. Shikhova J.V., Ahmetov I.I., Lyubaeva E.V., Astratenkova I.V., Vinogradova O.L., Rogozkin V.A. Nfatc4 gene variation is associated with muscle fiber composition of athletes // *European Journal of Human Genetics.* – 2007. – T. 15. – C. 264.
137. Taylor J.L. A comparison of central aspects of fatigue in submaximal and maximal voluntary contractions / J.L. Taylor, S.C. Gandevia // *J. Appl. Physiol.* – 2008. – V. 104, № 2. – P. 542. (260)
138. Tomasbarberan F.A., Blazquez F.F.M.A., Garcaviguera C., Tomaslorente F. HPLC of honey flavonoids // *Journal of Chrom.* – 1993. – Vol. 634. – P. 41–46.
139. Wang G., Deason M., Lee R., Pitsiladis Y.P., Mikami E., Chiu L.-L., De Perini A., Caporossi D., Pigozzi F., Fuku N., Tanaka M., Miyachi M., Murakami H., Kaneoka K., Hsieh L.-L., Hsieh S.S., Hilley A., Galloway S.D.R., Gulbin J., Rogozkin V.A. et al. Association analysis of ace and actn3 in elite caucasian and east asian swimmers // *Medicine and Science in Sports and Exercise.* – 2013. – T. 45, № 5. – C. 892–900.

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

Адаптогены – фармакологическая группа препаратов природного или искусственного происхождения, способных повышать неспецифическую сопротивляемость организма к широкому спектру вредных воздействий физической, химической и биологической природы.

Акупунктура (лат. *acus* игла + *punctura* укол) – метод рефлексотерапии, заключающийся в воздействии на функции организма различными по силе, характеру и продолжительности раздражениями, наносимыми путем введения игл в строго определенные точечные зоны (активные точки) поверхности тела.

Биологические динамические системы – развивающиеся (саморазвивающиеся) биологические системы с позиций динамической теории информации. К ним относятся все функциональные системы организма человека.

Биомеханика (био- + механика) – раздел биофизики, изучающий механические свойства живых тканей, органов и организма в целом, а также физические явления, происходящие в них в процессе жизнедеятельности и перемещения тела в пространстве.

Биорезонанс – изменение функций живых организмов, их органов и тканей в ответ на биофизические воздействия, такие как малые электрические токи, электромагнитные и лазерные излучения, но только в определенных временных пределах и воздействующих режимах.

Болюсы Хуато – современный комплексный лекарственный препарат, включающий сухие экстракты 10 растений, с преимущественно ноотропным действием, широко применяемый в китайской медицине.

Вегетативная нервная система (*systema nervosum autonomicum* (PNA); син.: автономная нервная система, висцеральная нервная система) – отдел нервной системы, регулирующий деятельность внутренних органов, желез внутренней и внешней секреции, кровеносных и лимфатических сосудов.

Вектор состояния организма (человека) – направленность взаимодействующих компонент, составляющих результат деятельности функциональных систем организма человека.

Газоразрядная визуализация – экспресс-диагностика физического состояния здоровья человека, на основе анализа изображений, полученных с помощью высоко-частотного фотографирования.

Гиалуроновая кислота – несulfированный гликозаминогликан, входящий в состав соединительной, эпителиальной и нервной тканей. Является одним из основных компонентов внеклеточного матрикса, содержится во многих биологических жидкостях.

Гиперкапния (*hypercapnia*: гипер- + греч. *karpnos* дым) – повышенное содержание двуокиси углерода в крови и (или) других тканях.

Гомеостаз – комплекс способов поддержания стабильности, устойчивости состояния, структур открытой системы, организма, посредством скоординированных реакций, направленных на поддержание динамического равновесия.

Грудной проток (*ductus thoracicus*) – основной лимфатический коллектор, собирающий лимфу из большей части тела человека и впадающий в венозную систему.

Кататоксины – (от греч. – *cata* – против) – факторы (вещества, поля, излучения и др.), способствующие отторжению организмом эндогенных и экзогенных стрессорных агентов

Кататоксические программы адаптации – приспособительные реакции организма, характеризующиеся активацией окислительных, свертывающих, симпатических влияний при явлениях иммуноактивации. Реализуются через гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую систему.

Кариолимфа (*caryolympha*; карио- + греч. лимфа нечто образованное; син.: кариоплазма, нуклеоплазма) – жидкость, содержащаяся в клеточном ядре.

Компьютерная термография – регистрация инфракрасного излучения и обработка его компьютерной программой с вы печаткой результатов.

Кровь – жидкая ткань сердечно-сосудистой системы позвоночных животных, в том числе человека. Состоит из плазмы, эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов. Циркулирует по замкнутой системе сосудов под действием силы ритмически сокращающегося сердца и непосредственно с другими тканями тела не сообщается.

Кровяное давление – давление, которое кровь оказывает на стенки кровеносных сосудов, или, по-другому говоря, превышение давления жидкости в кровеносной системе над атмосферным. Наиболее часто измеряют артериальное давление; кроме него, выделяют следующие виды кровяного давления: внутрисердечное, капиллярное, венозное.

Лейкоциты (от греч. *λευκος* – белый и *κύτος* – клетка, белые кровяные клетки) – неоднородная группа различных по внешнему виду и функциям клеток крови человека или животных, выделенная по признаку отсутствия самостоятельной окраски и наличия ядра.

Лимфа – жидкая прозрачная, слабо-опалесцирующая ткань организма, имеющая соленый вкус и щелочную реакцию. Удельный вес лимфы 1.012-1.023, pH –7,35-9,0.

Лимфатические капилляры – начальные отделы лимфатической системы, локализуются в интерстициальных пространствах всех органов и тканей, за исключением головного и спинного мозга, глазного яблока, внутреннего уха, эпителиального покрова кожи и слизистых оболочек, хрящей, паренхимы селезенки, костного мозга и плаценты.

Лимфатические сосуды (*vasa lymphatica*) – сосуды, по которым в организме происходит отток лимфы из тканей и органов в венозную систему; часть лимфатической системы.

Лимфатические узлы – неотъемлемая часть системного и органного лимфообращения, местного (в том числе противоопухолевого) иммунитета, которая обеспечивает на 20 % обмен тканевой воды, превращая ее в первичную (до лимфоузла) и в последующем – во вторичную (сконцентрированную в лимфоузле) лимфу.

Лимфоидная ткань (анат. *lymph*, от лат. *lymph* чистая вода, влага + греч. *-eides* подобный) – комплекс лимфоцитов и макрофагов, располагающихся в клеточно-волокнутой ретикулярной стро-ме; составляет функционирующую паренхиму лимфоидных органов.

Лимфопения – состояние, при котором уменьшается число лимфоцитов в единице объема кро-ви.

Лимфоцитоз – увеличение числа лимфоцитов в периферической крови.

Люминесценция (лат. *lumen, luminis* свет) – излучение света некоторыми веществами, избы-точное над тепловым излучением при данной температуре, возбужденное каким-либо источником энергии; Используется в некоторых видах клинко-диагностических, гигиенических и судебно-медицинских исследований.

Метод наружной контрпульсации – неинвазивный метод коррекции коронарного кровообращения, основанный на перемещении крови в артериальном и венозном руслах под воздей-ствием компрессии нижних конечностей манжетами, заполняемыми воздухом, с целью создания рет-роградного артериального кровотока и увеличения диастолического давления в аорте.

Плазма крови (от греч. *πλάσμα* – нечто сформированное, образованное) – жидкая часть крови, в которой взвешены форменные элементы. Макроскопически представляет собой однородную прозрачную или несколько мутную желтоватую жидкость, собирающуюся в верхней части сосуда с кровью после осаждения форменных элементов. Гистологически плазма является межклеточным ве-ществом жидкой ткани крови.

Прелимфатическое (дососудистое, тканевое) звено представляет собой тканевые щели в ин-терстиции (межклеточном пространстве) – несосудистые пути продвижения жидкости в сторону лимфатического капилляра.

Прессотерапия (прессомассаж, пневмомассаж) – воздействие на лимфатическую систему сжатым воздухом, нагнетаемым в пневмоманжеты, дозируемое компьютером.

Саногенез – (от лат. *sanos* – здоровье, *genesis* – происхождение, развитие) – динамический ком-плекс защитно-приспособительных процессов при воздействии на организм чрезвычайного раздражите-ля, направленных на восстановление нарушенных функций.

Синтоксинны – (от греч. *syn* – вместе) – факторы (вещества, поля, излучения и др.), способст-вующие сопереживанию организма с эндогенными и экзогенными стрессорными агентами.

Стабилометрия – это метод регистрации проекции общего центра масс тела на плоскость опо-ры и его колебаний в положении обследуемого стоя, а так же при выполнении различных диагности-ческих тестов.

Стероиды – вещества животного или реже растительного происхождения, обладающие высо-кой биологической активностью.

Стресс (англ. *stress* напряжение) – состояние организма, возникающее в результате интенсив-ных или длительных воздействий независимо от их качественной природы и характеризующееся на-пряжением неспецифических адаптационных механизмов. Понятие «стресс» введено в науку в 1936 г. канадским патологом Селье (Н. Selye).

Тонус (лат. *tonus*, от греч. *tonos* натяжение, напряжение) – длительно поддерживаемый уровень активности организма в целом, его отдельных систем и органов.

Тромбоциты (кровяные пластинки, бляшка Биццочеро) (от др.-греч. *θρόμβος* – «ком», «сгусток» и *κύτος* – «вместилище», здесь: «клетка») – мелкие плоские бесцветные тельца неправильной формы, в большом количестве циркулирующие в крови; это постклеточные структуры, представляющие собой окружённые мембраной и лишённые ядра фрагменты цитоплазмы гигантских клеток костного мозга – мегакариоцитов. Образуются в красном костном мозге.

Ультразвуковая доплерография – информативный метод оценки состояния кровотока в сосудах, основанный на эффекте Доплера, регистрирующий смещение отраженной ультразвуковой волны от движущегося объекта.

Функциональная блокада – обратимое ограничение подвижности в смежных позвонках в пределах его нормальной физиологической функции в результате изменения взаиморасположения внутрисуставных соединительно-тканых элементов в связи рефлекторной околосуставной миофиксацией.

Цветотерапия (хромотерапия) – это направление использует релаксирующее воздействие цветовой гаммы на психоэмоциональное состояние человека, на его самочувствие, после выполнения большого объема тренировочных и соревновательных нагрузок, относится к природным нанотехнологиям.

Электростимуляция (нейростимуляция) – это использование импульсных токов для восстановительного лечения тканей, органов и систем.

Эмоция(-и) (франц. *emotion*; от лат. *emoveo, emotum* возбуждать, волновать) – реакция в виде субъективно окрашенного переживания индивида, отражающая значимость для него воздействующего раздражителя или результата собственного действия (удовлетворение или неудовлетворение).

Эритроциты (от греч. *έρυθρός* – красный и *κύτος* – вместилище, клетка), или красные кровяные тельца – клетки крови человека, позвоночных животных и некоторых беспозвоночных.

Янтарная кислота (бутандионовая кислота, этан-1,2-дикарбоновая кислота: $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$) – двухосновная предельная карбоновая кислота. Бесцветные кристаллы, растворимые в воде и спирте. Температура плавления 185 °С. Содержится в небольших количествах во многих растениях, янтаре. Участвует в процессе клеточного дыхания кислорододышащих организмов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АД – артериальное давление
АДМА – асимметричный диметиларгинин
АТФ – аденозинтрифосфат
АФ – аутофлуоресценция
БАТ – биологически активная точка
БЛ – биолюминесценция
БЛС – бронхо-легочная система
БХ – Болюсы Хуато
ВНС – вегетативная нервная система
ВОЗ – всемирная организация здравоохранения
ВС – внезапная смерть
ВСП – вариабельность сердечного ритма
ГКФ – гранулоцитарный колониестимулирующий фактор
ГРВ – газоразрядная визуализация
ГТМ – гемодинамический тип микроциркуляции
ДДАГ – диметиларгининдиметиламиногидролаза
ДЕ – двигательная единица
ЖЕЛ – жизненная емкость легких
ЖК – жидкие кристаллы
ИБС – ишемическая болезнь сердца
ИВР – индекс вегетативного равновесия
ИК – инфракрасный
ИМ – индивидуальная минута
ИМ – инфаркт миокарда
ИМТ – индекс массы тела
ИН – индекс напряженности
ИСС – индекс сосудистого сопротивления
ИСТ – индекс сосудистого тонуса
ИФС – индекс физического состояния
ИЭМ – индекс эффективности микроциркуляции
КВЧ – крайне высокие частоты
КЖС – кожно-жировые складки
КК – креатинкиназа
КТ – компьютерная термография
КЧСМ – критическая частота слияния мельканий
КЭ – квантитативная эритрограмма
ЛГ – локальная гипермобильность
ЛДФ – лазерная доплеровская флоуметрия
ЛТ – личностная тревожность
МАРС – математический анализ ритма сердца
МДА – малоновый диальдегид
МОК – минутный объем кровообращения
МПК – максимальное потребление кислорода
МПО – межпозвонковое отверстие
МТ – миогенный тонус
МФБС – миофасциальный болевой синдром
НКП – наружная контрпульсация
НЛ – нейролимфатические
НТ – нейрогенный тонус
НТП – Научно-технический прогресс
НФА – низкая физическая активность
ОАС – общий адаптационный синдром
ОДС – опорно-двигательная система
ОП – объем параллелепипеда
ОПСС – общее периферическое сосудистое сопротивление
ПАРС – показатель активности регуляторных систем
ПБМИ – патобиомеханические изменения
ПВПО – передняя верхняя подвздошная ость
ПДС – позвоночный двигательный сегмент
ПИРМ – постизометрическая релаксация мышц
ПМ – параметр микроциркуляции

ПСС – периферическое сопротивление сосудов
 ПШ – показатель шунтирования
 ПЭС – психоэмоциональный стресс
 РКК – резерв капиллярного кровотока
 РПДМ – регионарный постуральный дисбаланс мышц
 РТ – реактивная тревога
 САД – систолическое артериальное давление
 СГД – среднее гемодинамическое давление
 СИМ – симпатическая вегетативная нервная система
 СКК – стволовая клетка крови
 ССБВ – семидневный самоотчет бюджета времени
 ССР – социально-стрессовые расстройства
 ССС – сердечно-сосудистая система
 ТД – динамический тремор
 ТТ – теппинг-тест
 ТТ – триггерные точки
 ТТМ – транстеоретическая модель
 УЗ – ультразвук
 УОК – ударный объем кровообращения
 УПС – условно-полиморфные стомы
 УФ – ультрафиолетовый
 ФАЧ – физическая активность человека
 ФБ – функциональный блок
 ФНП – физически низкоактивное поведение
 ФР – функция равновесия
 ФЭУ – фотоэлектронный умножитель
 ХР – хронические риносинуситы
 ЦНС – центральная нервная система
 ЦТЛ – цветовой тест Люшера
 ЧСС – частота сердечных сокращений
 ЭКГ – электрокардиограмма
 ЭМИ – электромагнитное излучение
 ЭП – электропроводность
 ЭПО – эритропоэтины
 АСФ – амплитуда пульсовых колебаний
 ALF – амплитуда вазомоторных колебаний
 sTfR – растворимый трансферриновый рецептор
 ИК-CF – индекс концентрации пульсовых колебаний

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
ГЛАВА I. ИННОВАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И КОРРЕКЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ.	7
1. Системы диагностики	7
1.1. Доплеровские диагностические системы для исследования кровообращения и работы сердца	7
2. Ультразвуковая система диагностики воспалительных заболеваний придаточных пазух и особенности диагностики латентных хронических риносинуситов при занятиях водными и зимними видами спорта	10
2.1. Ангиодин-ЭХО/П-ЛОР	10
2.2. Визуальная диагностика латентного течения хронических риносинуситов	12
3. Системы для электростимуляции лимфатического и венозного оттока	13
3.1. БодиДрейн	13
4. Система вакуумного воздействия	15
5. Устройство микроволнового воздействия	15
6. Коротковолновое воздействие	16
7. Ультразвуковое воздействие	17
8. Комбинированное воздействие	18
8.1. Ионосон-ИФ-Эксперт	18
8.2. ВокаСтим	19
8.3. Автоматический внешний дефибриллятор АД-1	20
9. Комплекс программно-аппаратный для дыхания многокомпонентными газовыми смесями «БАРС-ГД»	21
10. Метод наружной контрпульсации	22
10.1. История метода	22
10.2. Теоретические основы метода наружной контрпульсации	23
10.3. Техника процедуры наружной контрпульсации	24
11. Прессотерапия	28
12. Хромотерапия	29
ГЛАВА II. ВОЗМОЖНОСТИ КОРРЕКЦИИ ПРОГРАММ АДАПТАЦИИ У СПОРТСМЕНОВ	31
1. Оценка уровня адаптации с помощью скрининговых и аппаратных методик	31
1.1. Анализ состояния здоровья и психофизиологического статуса	31
1.2. Автоматизированная диагностическая система «АМСАТ»	36
1.3. Состояние органов и систем по данным диагностической системы «АМСАТ»	36
1.4. Сравнительный анализ вегетативной регуляции по данным математического анализа ритма сердца у лиц молодого возраста в организованном и неорганизованном контингенте ..	37
1.5. Результаты психофизического тестирования лиц молодого возраста в организованном и неорганизованном контингенте	37
1.6. Показатели психологического тестирования	38
1.7. Взаимосвязь данных анкетирования и электропроводности биологически активных зон ..	41
1.8. Анализ взаимосвязей данных анкетирования и математического анализа ритма сердца..	43
2. Влияние внешних факторов на функциональное состояние лиц, занимающихся спортом, и возможность его оптимизации	45
2.1. Динамика уровня здоровья спортсменов под влиянием факторов внешней среды	45
2.2. Субъективная оценка эффективности применения фитопрепарата «Болюсы Хуато» по данным анкетирования лиц, занимающихся спортом	50
2.3. Динамика электропроводности биологически активных зон по данным АМСАТ после приема препарата «Болюсы Хуато» при занятиях спортом	53
2.4. Динамика показателей математического анализа ритма сердца спортсменов	53
2.5. Эффективность приема препарата «Болюсы Хуато» по данным психотестирования спортсменов	55

2.6. Особенности адаптации юношей, занимающихся спортом при разной эффективности курса «Болюсы Хуато»	56
2.7. Динамика математического анализа ритма сердца и артериального давления у спортсменов в зависимости от субъективно оцениваемой эффективности препарата «Болюсы Хуато»	57
ГЛАВА III. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПСИХОФИЗИЧЕСКОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ	59
1. Обследованный контингент	59
2. Методы исследования	60
3. Анализ анкет валеологического мониторинга студентов, отнесенных по состоянию здоровья к разным медицинским группам	62
4. Параметры психофизической адаптации студентов основной медицинской группы	66
5. Анализ амбулаторных карт студентов	69
ГЛАВА IV. ГЕНЕТИКА И СПОРТ. ПЕРСПЕКТИВЫ И РЕАЛИИ	76
ГЛАВА V. УЛЬТРАФИОЛЕТОВАЯ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ, КАК МЕТОД КОНТРОЛЯ, И ЛАЗЕРОФОРЕЗ, КАК СПОСОБ ДОСТАВКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ К ТКАНЯМ, ПРИ ЗАНЯТИЯХ СПОРТОМ	83
1. Ультрафиолетовая спектрофотометрия аутофлуоресценции тканей при метаболических и физических нагрузках	83
2. Технологии определения эффективности лазерофореза биологически активных веществ.....	101
3. Механизмы воздействия янтарной кислоты в эксперименте	104
4. Аутофлуоресценция тканей при воздействии лазерофореза янтарной кислоты у спортсменов	106
5. Электролазерная миостимуляция и лазерофорез биологически активных веществ в спорте ..	107
5.1. Аппарат для электролазерной миостимуляции и лазерофореза биологически активных веществ	109
5.2. Электролазерная миостимуляция при мышечных напряжениях в различных видах спорта в тренировочной и соревновательной деятельности	113
ГЛАВА VI. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ УТОМЛЕНИЯ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ И МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ. ВОЗМОЖНОСТИ КОРРЕКЦИИ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ	116
1. Особенности механизмов утомления при различной спортивной деятельности	116
2. Утомление как компонент системной организации спортивной деятельности	118
3. Механизмы адаптации при утомлении	119
4. Возможности митохондриальной активации при утомлении	125
ГЛАВА VII. СИСТЕМА КРОВИ. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ В СПОРТЕ ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ	128
1. Функциональные и гормональные особенности крови спортсменов.....	128
2. Эритропоэтины в современном спорте	140
ГЛАВА VIII. КОМПЛЕКСНАЯ ПРОГРАММА ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА	145
1. Существующие подходы к оценке физического состояния и резервных возможностей организма	145
2. Методы оценки психофизического состояния организма человека	147
2.1. Субъективные методы обследования	148
2.2. Медико-биологические и врачебно-педагогические методы обследования	150
3. Физическая и функциональная работоспособность в тестовых нагрузках	153
3.1. Зрительно-двигательная реакция	153
3.2. Гибкость пояснично-крестцового отдела позвоночника	154
3.3. Силовая выносливость	155
3.4. Силовая выносливость мышц брюшного пресса	155
3.5. Координированность движений	156

3.6. Восстанавливаемость пульса (в пробе Руффье)	156
3.7. Физическая и функциональная работоспособность	157
4. Способ расчета индивидуального индекса физического состояния организма человека	164
5. Организация обследования населения по данной комплексной программе	166
5.1. Последовательность операций обследования	167
5.2. Приборы и оборудование, применяемые для обследования	168
6. Возможный эффект от применения метода оценки физического здоровья и резервных возможностей организма	168
6.1. Оценка психофизического состояния, работоспособности и резервных возможностей конкретного человека	168
6.2. Систематическое использование предлагаемого метода на предприятиях и в организациях	169
6.3. Широкомасштабное использование методики оценки физического состояния и резервов здоровья населения	169
7. Организация безопасности тестирования по программе (меры предосторожности и показания для прекращения тестирования)	170
8. Краткая характеристика отдельных показателей физического состояния организма и их значение	172
 ГЛАВА IX. ТЕПЛО-ХОЛОДОВЫЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ, ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ВИТАМИННО-МИКРОЭЛЕМЕНТНАЯ КОРРЕКЦИЯ, КАК МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ОЗДОРОВЛЕНИЯ	
1. Введение	174
2. Медико–физиологическое обоснование предлагаемого реабилитационно–оздоровительного метода	175
3. Методика реабилитационно–оздоровительной процедуры	177
4. Ожидаемый лечебно–оздоровительный эффект в процессе применения предлагаемого реабилитационно–оздоровительного метода	179
Основная использованная литература	196
Терминологический словарь	204
Список сокращений	207

Научное издание

Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Орлов В.А.

**МЕДИКО–БИОЛОГИЧЕСКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ В СПОРТЕ**

Монография

*Под редакцией академика РАН
А.И. Григорьева*