

Characteristics of compensatory mechanisms changes under the condition myoneural imbalance of the professional sportsmen's lower extremities muscles

M.N. Alfimov, T.F. Abramova, V.V. Arkov, T.M. Nikitina

This article focuses on the research of the influence on the dynamic of the power symptom and the picture of tone component by the method of myoneural imbalance of leg muscles with a different level of pathology lower extremities. Several things have been determined in the research: muscle tone function of lower extremities is determined by a pathology rate and also it might be a marker in the initial stage of .Recovery of normal tone rate with a high pathology level leaves to extremity hyper excitability reflex reduction of the extremity that hasn't been operated. The result of this process is the reduction of compensation rate. Slight pain muscular and joint syndrome of lower extremities indicates its tone-power misbalance. Also it shows availability of compensatory mechanism and a lack of developing maximal muscular power opportunity. The different support-motor apparatus compensation levels have reflex, reflex-tone formation character.

Key words: myoneural imbalance, hypotension, power symptom, dynamometry, sportsmen, pain muscular syndrome, operated knee joint.

Использование современных аппаратно-программных комплексов для изучения особенностей адаптации организма к физическим нагрузкам

С.Д. Руненко¹, Е.Е. Ачкасов^{1,2}, Н. Самамикоджеди¹, Н.Н. Каркищенко², Е.А.Таламбум¹, О.А. Султанова¹, Т.В. Красавина¹, Е.Н. Кекк¹

¹ – Первый московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова, Москва

² – Научный центр биомедицинских технологий РАМН, Московская область

Контактная информация: Светлана Давидовна Руненко svetfit@mail.ru

В статье представлены возможности современных аппаратно-программных комплексов для изучения особенностей адаптации к физическим нагрузкам. В 2007-2010 гг. обследованы 160 человек в возрасте от 17 до 25 лет, из них 115 студентов ММА им. И.М.Сеченова и 45 человек, занимающихся в московском фитнес клубе. В результате обследования с помощью АПК «Истоки здоровья» было выявлено снижение общих резервов здоровья студентов-медиков по сравнению со сверстниками, занимающимися в фитнес клубе. Помимо этого определены следующие особенности адаптации к физическим нагрузкам: у студентов 1-го курса снижение общих резервов здоровья определялось за счет низкого гомеостатического компонента, у студентов 6-го курса превалировало снижение соматической составляющей общих резервов здоровья.

Ключевые слова: физическая нагрузка, функциональное состояние, адаптационные резервы, физическая работоспособность, максимальное потребление кислорода, оздоровительно-тренировочная программа.

Традиционные диагностические технологии клинической медицины позволяют определить состояние здоровья с точки зрения наличия или отсутствия патологических изменений, а технологии спортивной и восстановительной меди-

цины — с точки зрения оценки резервов адаптации [4, 9].

В качестве наиболее оптимальной методологии охраны здоровья здоровых, в соответствии со стратегией ВОЗ, рассматриваются мониторинг функциональных резервов, донозологическая диагностика на ранних стадиях развития адаптационного синдрома и своевременная коррекция функционального состояния [4, 9].

В последние годы все большее внимание уделяется вопросам оценки функциональных резервов организма как показателя уровня здоровья, играющего центральную роль и в процессах приспособления к изменяющимся условиям окружающей среды, и при восстановлении после перенесенных заболеваний [4]. Очевидно, что проблема оценки функциональных резервов должна базироваться на фундаментальных положениях теории адаптации, поскольку речь идет о механизмах приспособительной деятельности организма, о перенастройке систем управления физиологическими функциями, о процессах активации и мобилизации различных звеньев регуляции.

Многие годы одним из направлений научно-исследовательской работы кафедры лечебной физкультуры (ЛФК) и спортивной медицины Первого МГМУ им. И.М. Сеченова является разработка методов управления адаптационным процессом с целью повышения резистентности организма, главным аспектом которого является использование оптимальных физических нагрузок [11]. Существующая до настоящего времени система физического воспитания в ВУЗах недостаточно эффективна из-за отсутствия дифференцированного подхода к выбору объема и интенсивности оздоровительно-тренировочных нагрузок. В таких условиях общей тенденцией при стандартном врачебном обследо-

вании с целью распределения студентов на медицинские группы (по форме 061-у) является снижение физической нагрузки у лиц с отклонениями в состоянии здоровья, что в свою очередь ведет к еще большему снижению их физической работоспособности [3, 6]. Широко применяющиеся в практике врачебного контроля за занимающимися оздоровительной физической культурой функциональные пробы (20 приседаний, PWC_{-170} и др.) не дают достаточной информации об имеющихся адаптационных резервах организма [1, 5, 9].

Одним из наиболее важных направлений реализации национального проекта «Здоровье нации» и отраслевой программы «Охрана и укрепление здоровья здоровых на 2003-2010 гг.» (Приказ МЗ РФ №114 от 21.03.03) [7, 8, 10] является создание и совершенствование методик донозологической диагностики, неинвазивных, в том числе экспресс-методов исследования функционального состояния организма для практики массовых скрининг-обследований.

В настоящее время известен целый ряд компьютеризованных комплексов, позволяющих осуществлять экспресс-диагностику состояния систем адаптации организма человека с одновременной количественной оценкой интегрального показателя здоровья [2, 11, 12].

Цель. Исследование функционального состояния и особенностей адаптации к физическим нагрузкам с помощью современных методик экспресс-диагностики, разработанных для массовых скрининг-обследований.

Материалы и методы

Для решения поставленных в работе задач в 2007-2010 гг. были обследованы 160 человек в возрасте от 17 до 25 лет

(средний возраст — 20,8±0,4 лет). Было 87 девушек и 73 юноши. Все обследованные были разделены на 3 группы: I группа — 82 студента 1-го курса Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (ранее ММА им. И.М. Сеченова); II группа — 33 студента 6-го курса Первого МГМУ им. И.М. Сеченова; III группа — 45 человек, занимающихся в одном из московских фитнес-клубов.

В работе использовался аппаратно-программный комплекс (АПК) «Истоки здоровья» (Св. РОСПАТЕНТ №2004610012 от 5 января 2004 г), который представляет собой комплексную программу тестирования функционального состояния и адаптационных резервов организма. Входящие в состав АПК «Истоки здоровья» диагностические тесты являются общепризнанными и хорошо зарекомендовавшими себя в функциональной диагностике: проба PWC₋₁₇₀ позволяет оценить физическую работоспособность, определить фактическое и должное максимальное потребление кислорода (МПК), характеризующее аэробную производительность и функциональные резервы кислородтранспортной системы организма; тест вариационной пульсометрии (по Р.М. Баевскому) [4] — высокоэффективный метод исследования системы нейрогуморальной регуляции и оценки на этой основе текущего функционального состояния и адаптационных резервов организма; тест зрительно-моторной реакции (по Т.Д. Лоскутовой) позволяет оценить функциональное состояние ЦНС по показателям возбудимости, реактивности и устойчивости реагирования; тест физических возможностей (по Г.Л. Апанасенко) [2] является известным экспресс-методом количественной оценки уровня физического здоровья; тест общей реактивности

(по Л.Х. Гаркави с соавт.), основанный на тесной связи психофизиологического состояния человека с общей неспецифической адаптационной реакцией, позволяет определить тип и уровень адаптивных реакций организма; блок тестов для оценки психоэмоционального состояния человека (тест Люшера, Спилбергера, САН), используемый для характеристики уровня тревожности, эмоциональной стабильности и стрессоустойчивости.

По результатам проведенного исследования определялся так называемый «интегральный показатель здоровья» [12], который вычислялся как производная величина от значений соматического, психологического и гомеостатического компонентов, исходя из принципа выявления и учета «слабых» звеньев в функциональном состоянии организма.

На заключительном этапе диспансеризации, проводимой в студенческой поликлинике при участии сотрудников кафедры ЛФК и спортивной медицины Первого МГМУ им. И.М. Сеченова после предварительно назначенной специальной или подготовительной группы всем студентам I группы обследованных было проведено углубленное медицинское обследование (УМО) с помощью АПК «Истоки здоровья». При этом у 18 (22,0%) студентов этой группы общие резервы здоровья оказались более 75%, что при тестировании с помощью АПК «Истоки здоровья» соответствует оценке «Выше среднего». В этом случае студенту назначали подготовительную или основную группу, врачебно-педагогическое наблюдение и дополнительное обследование у специалиста (в зависимости от имеющегося диагноза) для подтверждения фазы ремиссии основного заболевания и оценки функционального состояния вовлеченной в патологический процесс системы.

II группа обследованных — студенты 6 курса Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, обучающиеся на кафедре ЛФК и спортивной медицины. На занятиях по темам: «Исследование и оценка функционального состояния», «Медицинское заключение», «Врачебный контроль в оздоровительной физической культуре» студентов знакомили с современными аппаратно-программными комплексами, в том числе АПК «Истоки здоровья». На учебном занятии одному из студентов каждой группы проводили демонстрационное тестирование, результаты которого анализировали и включали в исходные данные по II группе обследованных.

III группа обследованных — это молодые люди, занимающиеся в одном из московских фитнес-клубов. Результаты первичных тестирований 45 человек в возрасте от 18 до 25 лет составили исходные данные по III группе обследованных.

С помощью АПК «Истоки здоровья» у всех 160 обследуемых определяли общие резервы здоровья по 3 составляющим: соматическому, психологическому и гомеостатическому компонентам.

Соматический компонент определяли на основании 3 тестов: уровня физического здоровья в баллах (по Г.Л. Апанасенко), оценки физической работоспособности по тесту PWC_{170} и тесту зрительно-моторной реакции (по Т.Д. Лоскутовой).

Психологический компонент определяли с помощью блока тестов для оценки психоэмоционального состояния человека (тест Люшера, Спилбергера, САН) и использовали для характеристики уровня тревожности, эмоциональной стабильности и стрессоустойчивости.

Гомеостатический компонент определяли по тесту общей реактивности (по Л.Х. Гаркави с соавт.) и тесту вариацион-

ной пульсометрии (по Р.М. Баевскому). Это метод объективно отражает состояние нейрогуморальной регуляции и позволяет на этой основе оценить общее функциональное состояние и общие адаптационные резервы организма. В АПК «Истоки здоровья» реализован исходный авторский алгоритм вычисления показателя активности регуляторных систем (ПАРС) Р.М. Баевского, который ориентирован на скрининговое выявление функциональных резервов сердечно-сосудистой системы по наблюдению 100 кардиоинтервалов. Класс состояния системы регуляции ритма сердца определяли по пяти характеристикам: суммарному эффекту всех регуляторных воздействий; функции автоматизма сердечной мышцы; вегетативному гомеостазу; устойчивости регуляции; состоянию подкорковых нервных центров. После этого вычисляли показатель активности регуляторных систем (ПАРС) и определяли пять основных групп состояний: норма (ПАРС = 0-1), умеренное функциональное напряжение (ПАРС = 2-4), выраженное функциональное напряжение (ПАРС = 5-6), резко выраженное функциональное напряжение (ПАРС = 7-8), астенизация (истощение) регуляторных систем (ПАРС > 9).

Результаты и их обсуждение

Общие резервы здоровья, которые вычислялись как производная величина от значений соматического, психологического и гомеостатического компонентов по результатам тестирования с помощью АПК «Истоки здоровья», у студентов Первого МГМУ им. И.М. Сеченова оказались сниженными и составили в среднем $46,5 \pm 2,1\%$ и $49 \pm 3,4$ в I и II группах соответственно, тогда как у их сверстников, занимающих-

ся в фитнес-клубе, этот показатель составлял $67 \pm 1,6\%$ (табл. 1). Заслуживает внимания тот факт, что при достоверной разнице ($p > 0,05$) между конечными результатами обследования студентов 1 и 6 курса (I и II группа), когда общие резервы здоровья снижены в одном диапазоне значений интегрального показателя здоровья (ИПЗ), отмечена существенная разница между составляющими этот показатель компонентами. Так, в I группе (у студентов 1 курса) при общей оценке резервов здоровья ниже среднего отмечали более высокий соматический компонент и более низкий гомеостатический компонент по сравнению с аналогичными составляющими во II группе студентов (6 курса).

Резервы здоровья и составляющие их компоненты, выявленные у обследованных студентов, можно представить следующим образом: в I группе общие резервы — $46,5 \pm 2,1\%$ (ниже среднего); соматический компонент — $53,8 \pm 3,6\%$ (средний), гомеостатический компонент — $35,4 \pm 2,3\%$ (ниже среднего), при среднем психологическом компоненте — $57,8 \pm 1,8\%$. Во II группе при аналогичных общих резервах здоровья на уровне $49 \pm 3,4\%$ их составляющие существенно отличались: соматический компонент был ниже среднего — $34,7 \pm 1,6\%$, а гомеостатический выше среднего — $71,2 \pm 3,1\%$ при среднем психологическом компоненте ($56,2 \pm 2,5\%$), существенно не отличающимся от аналогичного показателя I группы.

Таблица 1

Исследуемые показатели: общие резервы здоровья и составляющие их компоненты

Показатель	I группа (n=82)	II группа (n=33)	III группа (n=45)	P ₁	P ₂	P ₃
Общие резервы здоровья	$46,5 \pm 2,1\%$	$49 \pm 3,4\%$	$67 \pm 1,6\%$	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
Соматический компонент	$53,8 \pm 3,6\%$	$34,7 \pm 1,6\%$	$59,2 \pm 3,8\%$	$p < 0,05$	$p > 0,05$	$p < 0,05$
Психологический компонент	$57,8 \pm 1,8\%$	$56,2 \pm 2,5\%$	$61,5 \pm 4,7\%$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$
Гомеостатический компонент	$35,4 \pm 2,3\%$	$71,2 \pm 3,1\%$	$75,4 \pm 1,6\%$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p > 0,05$

P₁ — достоверность различий показателей I и II группы
 P₂ — достоверность различий показателей I и III группы
 P₃ — достоверность различий показателей II и III группы

В табл. 2 представлены характеристики соматического здоровья: в I группе были выявлены удовлетворительные показатели физического здоровья в баллах по Г.Л. Апанасенко (от 8 до 12) и хорошие показатели физической работоспособности по тесту PWC₁₇₀ (от 16 до 20, в среднем — $18,4 \pm 2,4$ кгм/мин/кг). При этом основной

показатель функционального состояния кислородтранспортной системы — МПК также соответствовал хорошему уровню и составлял от 30 до 38 мл/мин/кг (в среднем $35,4 \pm 1,7$ мл/мин/кг) у девушек и от 40 до 48 мл/мин/кг (в среднем $43,2 \pm 2,5$ мл/мин/кг) у юношей. Однако, показатель адаптационных резервов организма по тесту ва-

риационной пульсометрии — ПАРС, входящий в состав гомеостатического компонента, явно указывал на «высокую цену адаптации» и у 90% (74 из 82) обследованных первокурсников составлял от 2 до 5 баллов. Это свидетельствовало о напряжении механизмов адаптации, поскольку, по Р.М. Баевскому, показатель ПАРС в диапазоне от 2 до 4 баллов свидетельствует об умеренном функциональном напряжении. Это донозологическое состояние, при котором функции организма реализуются более высоким, чем в норме, напряжением регуляторных систем. Такое состояние возникает как результат высокой активности человека или после работы, к концу рабочего дня. Постоянное пребывание в этом состоянии указывает на то, что регуляторные механизмы работают с более высокой

нагрузкой, чем это должно быть в норме. ПАРС на уровне 5-6 баллов соответствует выраженному функциональному напряжению. Это преморбидное состояние, которое характеризуется снижением функциональных резервов. Для здорового человека такое состояние возможно во время выполнения напряженной физической или умственной работы. Оно характерно для лиц со сниженными функциональными возможностями системы кровообращения, с неудовлетворительной адаптацией организма к условиям окружающей среды. Такое состояние в покое является признаком неадекватного ответа организма на воздействие факторов окружающей среды. Состояние постоянного стресса ведет к ускоренному расходованию жизненных ресурсов и к развитию заболеваний.

Таблица 2

Показатели физической работоспособности (PWC₁₇₀, МПК) и активности регуляторных систем (ПАРС)

Показатель	I группа (n=82)	II группа (n=33)	III группа (n=45)	P ₁	P ₂	P ₃
PWC ₁₇₀ , кгм/мин/кг	18,4±2,4	14,3±1,7	20,4 ±3,4%	p<0,05	p>0,05	p<0,05
МПК, мл/мин/кг						
мужчины	43,2±2,5(м)	36,4±3,2(м)	45,2±2,5(м)	p<0,05	p>0,05	p<0,05
женщины	35,4±1,7(ж)	28,4±2,4(ж)	38,4±2,4(ж)	p<0,05	p>0,05	p<0,05
ПАРС баллы	2-5	0-1	0-1	p<0,05	p<0,05	p>0,05

P₁ — достоверность различий показателей I и II группы

P₂ — достоверность различий показателей I и III группы

P₃ — достоверность различий показателей II и III группы

Во II группе обследованных (студенты 6 курса) наблюдалась обратная картина: отмечены низкие показатели соматического здоровья — от 4 до 8 баллов по Г.Л. Апанасенко, низкие показатели PWC₁₇₀ — от 14 до 16 кгм/мин/кг (в среднем — 14,3±1,7) и скромные значения МПК — от 25 до 32 мл/мин/кг (в среднем — 28,4±2,4 мл/мин/кг) у девушек и от 33 до 42 мл/мин/кг (в среднем 36,4±3,2 мл/

мин/кг) у юношей. Гомеостатический же компонент был достоверно выше среднего, и у 75% обследованных показатель ПАРС составил от 0 до 1 баллов, что соответствовало физиологической норме (по Р.М. Баевскому) — состоянию полной или достаточной уравновешенности организма с внешней средой. При этом отмечались достаточные функциональные (адаптационные) возможности (ре-

зервы) организма. Высокая (удовлетворительная) приспособляемость организма к текущим условиям достигается при минимальном напряжении регуляторных систем.

В III группе обследованных (молодые люди, занимающиеся в оздоровительных центрах) были отмечены более высокие общие резервы здоровья ($67 \pm 1,6\%$) по сравнению со студентами Первого МГМУ им. И.М. Сеченова ($46,5 \pm 2,1\%$ в I группе и $49 \pm 3,4\%$ во II группе). У них выше среднего были и гомеостатический ($75,4 \pm 1,6\%$), и психологический компоненты ($61,5 \pm 4,7\%$). Показатели физической работоспособности по тесту PWC_{170} были выше среднего (от 18 до 22 кгм/мин/кг, в среднем — $20,4 \pm 3,4\%$). При этом показатель МПК тоже соответствовал хорошему уровню и составлял от 35 до 44 мл/мин/кг (в среднем $38,4 \pm 1,9$ мл/мин/кг) у девушек и от 42 до 50 мл/мин/кг (в среднем $45,2 \pm 2,5$ мл/мин/кг) у юношей. Показатель активности регуляторных систем (ПАРС), отражающий уровень адаптационного потенциала, у большинства обследованных соответствовал норме (от 0 до 1 балла), не отличаясь от аналогичного показателя студентов-шестикурсников. Все полученные данные подтверждают известный факт, что регулярные физические нагрузки, выбранные в соответствии с функциональным состоянием организма, полезны для здоровья и повышают его резервы.

Заключение

Результаты обследования с помощью АПК «Истоки здоровья» позволили не только количественно определить общие резервы здоровья в выделенных группах, но и изучить особенности адаптации к физическим нагрузкам у разного контин-

гента лиц. Так, при одинаковых итоговых результатах (по показателю общих резервов здоровья) у первокурсников снижение общих резервов здоровья происходило за счет высокой цены адаптации (низкого гомеостатического компонента), а у шестикурсников такие же низкие показатели общих резервов здоровья определялись низкими показателями физического здоровья, физической работоспособности, которые имеют неуклонную тенденцию к снижению с 1 по 6 курс.

Выводы

1. Использование АПК «Истоки здоровья» позволяет дать количественную характеристику резервам здоровья, изучить особенности адаптации к физической нагрузке на основании анализа соматического, гомеостатического и психологического компонентов.

2. Общие резервы здоровья студентов 1 и 6 курсов Первого МГМУ им. И.М. Сеченова существенно снижены (~20%) по сравнению с молодыми людьми, занимающимися в оздоровительных центрах.

3. В снижении общих резервов здоровья у студентов-медиков выделены нарушения разных механизмов адаптации к физическим нагрузкам: у первокурсников — за счет низкого гомеостатического компонента (по показателю ПАРС в тесте вариационной пульсометрии), у студентов-шестикурсников — за счет соматической составляющей (низкого уровня физической работоспособности по тесту PWC_{170} и низкого значения МПК).

4. Результаты обследования с помощью АПК «Истоки здоровья» необходимо учитывать при разработке индивидуальных оздоровительно-тренировочных программ для коррекции выявленных нарушений адаптации.

Список литературы

1. *Анищенко В.С., Пермяков И.А. и др.* Взаимосвязь функционального состояния и общей физической работоспособности студентов-медиков. — М. — 2003. — с.13-14.
2. *Апанасенко Г.Л.* О возможности количественной оценки здоровья человека // Гигиена и санитария.—1985. — № 6. — с.55-57.
3. *Апарин В.Е., Короткова С.Б., Коротков Б.Н.* Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы студентов специальной медицинской группы при планировании занятий по физическому воспитанию.— М. — 2005. — с.20-22.
4. *Баевский Р.М., Сыркин А.Л., Ибатов А.Д., Соболев А.В., Черникова А.Г.* Оценка адаптационных возможностей организма и проблемы восстановительной медицины.//Вестник восстановительной медицины. — 2004. — № 2. — с. 18-22.
5. *Васильев Д.А., Выходец И.Т.* Дифференциация медицинской группы на основе интегральной оценки морфофункциональных, вегетативных и психологических характеристик студентов начальных курсов вуза г. Москвы» //Журнал РАСМИРБИ. — 2004. — № 2. — с.30-38.
6. *Венецева Ю.Л., Егоров В.Н., Мельников А.Х. и др.* Пути индивидуализации

защиты нагрузки в процессе по физическому воспитанию. — М. — 2005. — с.51-53.

7. Постановление Правительства Российской Федерации от 29.12.2004 № 872, «О Федеральных учреждениях здравоохранения и федеральных учреждениях оздоровительного профиля»

8. Приказ МЗ РФ № 114 от 21.03.2003г. «Об утверждении отраслевой программы «Охрана и укрепление здоровья здоровых на 2003-2010 годы»

9. *Прошляков В.Д., Комратова А.В., Лутонин А.Ю.* Поиск наиболее информативных методов оценки физического состояния учащейся молодежи. — М. — 2005. — с. 166-169.

10. *Перхуров А.М.* Очерки донозологической функциональной диагностики в спорте. — М. — 2006. — с.150.

11. *Руненко С.Д., Таламбум Е.А., Ачкасов Е.Е.* Исследование и оценка функционального состояния спортсменов. Учебное пособие для студентов медицинских вузов. — М.: Профиль. — 2010. — с. 72.

12. *Соколов А.В.* Интегральная оценка резервов здоровья в восстановительной медицине. // Вестник восстановительной медицины — 2002. — № 1 — с.16-18.

The use of modern hardware-software complexes for the study of the features of adaptation of organism to physical exercises

S.D. Runenko, E.E. Achkasov, N. Samamikodgedi, N.N. Karkishchenko,
E.A.Talambum, O.A. Sultanova, T.V. Krasavina, E.N. Kekk

The paper presents the capabilities of modern software and hardware complex for studying adaptation to physical stress. In 2007-2010 yy 160 people aged 17 to 25 years were surveyed, of which 115 students of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (MSMU), before I.M. Sechenov Moscow Medical Academy and 45 visitors of one Moscow fitness club. A survey by APC «Sources of Health» revealed decrease of students` general health reserves in comparison with young people training in a fitness club. In addition, the following features of adaptation to physical stress were identified: within freshman students reduction in overall health reserves was determined by low homeostatic component, senior students possessed reduction of somatic component of overall health reserves.

Key words: physical activity, functional state, adaptive reserves, physical working capacity, maximal oxygen consumption, individual fitness health-improving program.