

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС И ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ДЕВУШЕК-РЕГБИСТОК В СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

MINERAL STATUS AND THE FUNCTIONAL STATE DYNAMICS OF FEMALE RUGBY PLAYERS IN THE COMPETITIVE PERIOD

**А.Г. Фесенко¹, А.В. Скальный^{1,2}, Н.Б. Панкова^{3*}, Е.Н. Архипова³,
И.Б. Алчинова³, М.Ю. Карганов³**

**A.G. Fesenko¹, A.V. Skalny^{1,2}, N.B. Pankova^{3*}, E.N. Arkhipova³,
I.B. Alchinova³, M. Yu. Karganov³**

¹ Институт биоэлементологии ГОУ ОГУ, Оренбург

² Российское общество медицинской элементологии, Москва

³ НИИ общей патологии и патофизиологии РАМН, Москва

¹ Institute of bioelementology, Orenburg State University, Orenburg, Russia

² Russian Society of Trace Elements in Medicine, Moscow, Russia

³ Research Institute for General Pathology and Pathophysiology at Russian Academy of Medical Science, Moscow, Russia

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: регби, микроэлементы, полисистемный мониторинг

KEY WORDS: rugby, trace elements, polysystemic monitoring

РЕЗЮМЕ: Проведен полисистемный мониторинг функционального состояния членов женской национальной сборной по регби в условиях коррекции микроэлементного статуса их организма по индивидуальной схеме в соревновательный период. Оценивали показатели дыхательной системы, показатели гемодинамики, показатели вариабельности сердечного ритма и артериального давления, показатели психомоторной координации, показатели метаболизма (методом лазерной корреляционной спектрометрии), показатели антиоксидантной системы, а также показатели психологического тестирования. Выявлены позитивные сдвиги в состоянии систем антиоксидантной защиты, а также изменения характера метаболизма. При этом изменения биохимических показателей сопровождались значимым повышением функциональных резервов сердечно-сосудистой системы (за счет повышения уровня функциональной активности симпатического звена вегетативной регуляции) и улучшением показателей психомоторной сферы.

ABSTRACT: It was carried out a polysystemic monitoring of the functional state of members of national women's rugby team under the correction of trace element status of the organism via an individual scheme during the competitive season. The performance of respiratory system, hemodynamic parameters, heart rate and blood pressure variability, indices of psychomotor coordination, indicators of metabolism (the method of laser correlation spectroscopy), indicators of the antioxidant system, as well as indicators of psychological testing were evaluated. Positive changes in the status of the antioxidant defense system, as well as the changing nature of metabolism were revealed. The changes of biochemical parameters were accompanied by a significant increase in the functional reserves of the cardiovascular system (by increasing the level of functional activity of the sympathetic level of autonomic regulation) and improvements in psychomotor sphere.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы с появлением комплекса экспрессных полифункциональных методов саногенетического мониторинга, а именно спироартериокардио ритмографии (САКР), компьютерного

* Адрес для переписки: Панкова Наталия Борисовна, д.б.н.; лаборатория полисистемных исследований НИИ общей патологии и патофизиологии РАМН; 125315, Москва, ул. Балтийская, д. 8; e-mail: nbpankova@gmail.com

измерения движений (КИД), лазерной корреляционной спектроскопии (ЛКС) различных биологических жидкостей организма было показано, что их использование в практике спорта высших достижений позволяет в значительной степени объективизировать изменения в функциональном состоянии организма как в процессе тренировочных, так и соревновательного периодов, что способствует оптимизации адаптационных возможностей спортсменов. Известно, что изменения в обмене макро- и микроэлементов существенно влияют на функциональное состояние организма (Скальный, 2000; Нотова, 2005; Дубовой, 2009; Нотов, 2010), в том числе у спортсменов (Катулин, 2004; Олейник и др., 2010).

Результаты антропометрических и физиологических исследований показывают, что женщины-регбистки элитной лиги, по сравнению с женщинами-профессионалами, играющими в футбол и хоккей, имеют большую массу тела и толщину кожных складок и более низкие показатели скорости и маневренности, мышечной силы, гликолитических потенциала, а также максимальной аэробной мощности (Gabbett, 2007). Это согласуется с универсальным характером развития физических качеств при игре в регби.

В регби матч состоит из 2 таймов по 40 мин, не включая потерянное время, с 10-минутным перерывом. Показано, что во время соревнований для любительских, полупрофессиональных и профессиональных игроков лиги регби средняя концентрация лактата в крови составляет соответственно 5,2, 7,2 и 9,1 ммоль/л, средняя частота сердечных сокращений достигает соответственно 152 уд./мин (78% от максимального пульса), 166 уд./мин (84% от максимального пульса) и 172 уд./мин (93% от максимального пульса) (Gabbett, 2005). Анализ соревновательной деятельности высококвалифицированных регбистов мира показывает, что игра требует высокого проявления силового потенциала игроков и различных сторон специальной выносливости и что именно уровень развития этих качеств в большей степени обеспечивает командам успешность выступлений на мировой арене (Сахарова, 2000).

Также следует учитывать, что длительность соревновательного периода в регби составляет около 30 недель. Есть данные о том, что к концу сезона, когда тренировочные нагрузки являются самыми низкими, физиологические возможности игроков ухудшаются: у них снижается мышечная сила и максимальная аэробная мощность и увеличивается толщина кожной складки, что не соответствует нагрузкам и ведет к повышению травматизма (Gabbett, 2008). Обнаружена негативная динамика показателей, характеризующих уровень общей и специальной работоспособности игроков на различных этапах годового макроцикла, подтверждающая невозможность длительного поддержания максимальной спортивной формы всеми игроками команды в продолжительном соревновательном периоде (Сахарова, 2004). Кроме

того, интенсивные аэробные и анаэробные физические нагрузки во время тренировок и соревнований, характерные для профессиональных игроков регби, вызывают возрастание показателей окислительного стресса, что, в свою очередь, провоцирует повреждения мышц и развитие состояния перетренированности (Finaud et al., 2006) и, вероятно, отрицательно влияют на обмен макро- и микроэлементов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие члены женской национальной сборной команды по регби (14 человек, средний возраст $22,6 \pm 0,8$ лет). Контролем служили студентки и женщины-учителя физической культуры сопоставимого возраста из Москвы (117 человек).

Для достижения поставленной цели в апреле, в предсоревновательный период, проведено первое комплексное обследование функционального состояния организма спортсменок. По результатам содержания макро- и микроэлементов в моче, цельной крови и сыворотке крови, данных анализа пищевого рациона были разработаны индивидуальные рекомендации по применению биологически активных добавок к пище (БАДП) (по «Методу доктора Скального®» и согласно Медицинской технологии «Выявление и коррекция нарушений минерального обмена организма человека», № регистрационного удостоверения ФС-2007/128 от 9 июля 2007 г.) и изменению пищевого рациона. Данные рекомендации были разработаны в АНО «Центр биотической медицины» на весь соревновательный период, с апреля до середины декабря.

Определение макро- и микроэлементов проводилось комбинацией методов атомной эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой в лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (Москва) по стандартной методике (Иванов и др., 2003).

Полисистемный мониторинг функционального состояния организма девушек-регбисток в соревновательный период включал:

- Контроль за состоянием дыхательной и сердечно-сосудистой систем при помощи компьютерно-аппаратного комплекса «спироартериокардио-оритмограф» (САКР), обследования проведены в апреле (предсоревновательный период), июне (между 2 соревновательными периодами) и в ноябре (перед заключительными соревнованиями). В группы сравнения вошли женщины-учителя физической культуры, весной (апрель—май) $n = 20$, средний возраст $24,1 \pm 0,6$ лет, и осенью (ноябрь—декабрь) $n = 24$, средний возраст $25,3 \pm 0,6$ лет. Активность систем нейровегетативной регуляции оценивали по показателям variability сердечного ритма (СР) и пальцевого артериального давления (пАД), используя следующие параметры: суммарная мощность спектра ТР, абсолютная и относительная мощность диапазонов высо-

ких частот HF, низких частот LF и очень низких частот VLF, расчетных индексов LF/HF и индекса централизации (ИЦ $=$ (VLF+LF)/HF).

- Контроль показателей психомоторной координации с использованием «компьютерного измерителя движений» (КИД), обследования проведены в апреле, июне и в ноябре. В группы сравнения вошли женщины-учителя физической культуры, весной $n = 17$, средний возраст $23,9 \pm 1,1$ лет, осенью $n = 22$, средний возраст $26,3 \pm 0,6$ лет.

- Контроль показателей метаболизма методом лазерной корреляционной спектроскопии (ЛКС) рото-глоточных смывов (РГС) и крови, обследования проведены в апреле, июне и ноябре. В группу сравнения вошли студентки, занимающиеся в спортивных секциях по игровым видам спорта со смешанной аэробно-анаэробной нагрузкой не менее 2 лет, $n = 16$, средний возраст $19,8 \pm 0,6$ года (группа «студентки_спорт»), а также студентки-москвички, чья физическая нагрузка ограничена занятиями физической культурой в соответствии с учебным планом, $n = 18$, средний возраст $22,6 \pm 1,2$ лет (группа «контроль»).

- Контроль самооценки психоэмоционального состояния по опроснику САН («самочувствие-активность-настроение»), обследования проведены в апреле, июне и ноябре. В группу сравнения вошли женщины-учителя физической культуры, весной — 19 человек, средний возраст $22,9 \pm 1,1$ лет, осенью — 19 человек, средний возраст $30,3 \pm 0,9$ лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исходный биоэлементный статус определяли по результатам анализа цельной крови и мочи. Показано, что из всех взятых в анализ элементов пониженное содержание Fe (по критериям АНО «Центр биотической медицины») выявлено в крови в 70% случаев, пониженное содержание Mg и P — в крови в 50% случаев, пониженное содержание Zn — в крови и моче у 50% девушек, повышенный уровень As — в моче у 70% спортсменов. Содержание остальных элементов не выходило за пределы нормы.

Оценка исходного функционального статуса регбисток выявила характерные особенности в состоянии их кардиореспираторной системы, свойственные для длительной адаптации к высокой физической нагрузке: низкую частоту дыхания ($14,81 \pm 0,85$ циклов в минуту при $17,78 \pm 1,09$ в контроле) при возрастании величины дыхательного объема до 631 ± 32 мл (при 527 ± 45 в контроле), спортивную брадикардию $67,05 \pm 2,31$ уд./мин (при $78,30 \pm 2,31$ в контроле), повышение величины чувствительности спонтанного артериального барорефлекса до $30,96 \pm 4,58$ мс/мм рт.ст. (при $16,15 \pm 1,54$ в контроле), увеличение размаха колебаний длительности межсистолических интервалов до 359 ± 53 мс (при 271 ± 25), и, соответственно, возрастание суммарной мощности спектра вари-

абельности СР до 7419 ± 1733 мс² (при 4548 ± 868 в контроле) за счет возрастания выраженности дыхательных волн диапазона HF со снижением индекса LH/HF до $1,21 \pm 0,32$ (при $2,36 \pm 0,43$ в контроле). Оценка уровня вегетативной активности по последнему показателю выявила, что у большинства девушек-регбисток данный индекс был в диапазоне от 0,5 до 2,0 у.е., что соответствует нормотонии. В одном случае отмечена динамика данного показателя по срокам тестирования апрель → июнь → ноябрь как $4,41 \rightarrow 0,54 \rightarrow 0,89$, в другом случае как $1,96 \rightarrow 4,04 \rightarrow 1,42$. В обоих случаях мы расценили однократное проявление выраженной симпатикотонии как неконституциональное состояние и приняли, что в целом выборка испытуемых по вегетативному балансу является достаточно однородной.

Анализ динамики показателей дыхательной системы не выявил их значимых изменений за спортивный сезон. Тестирование основных показателей сердечно-сосудистой системы показало, что за соревновательный период происходит снижение диастолического ПАД (рис. 1, А, левые гистограммы), снижение чувствительности артериального барорефлекса (рис. 1, Б, левые гистограммы) и возрастание ударного объема сердца (рис. 1, В, левые гистограммы). Значительный временной промежуток между тестированиями, захватывающий 3 времени года, потребовал проведения контрольных исследований хронобиологических закономерностей в изменении данных показателей. Оказалось, что снижение к зиме диастолического ПАД является нормальным физиологическим феноменом, отражающим сезонные колебания вегетативной активности в организме испытуемых, чей образ жизни связан с физическими нагрузками (рис. 1, А, правые гистограммы). Изменения двух других параметров являются специфическими для соревновательного периода у спортсменов. Повышенная вариабельность ударного объема сердца описана у женщин-регбисток, причем показано, что степень вариабельности находится в положительной корреляционной связи с уровнем спортивной квалификации (Вахитов, 2010).

Изучение динамики спектральных показателей вариабельности СР и ПАД выявило наличие 2 групп изменений (табл. 1). К 1-й группе относятся изменения, происходящие достаточно быстро и регистрируемые уже через 2 месяца коррекции элементного статуса. Это перераспределение в спектре вариабельности СР относительной мощности разных диапазонов в сторону усиления представленности диапазона LF и возрастание суммарной мощности спектра вариабельности систолического ПАД, отражающих повышение уровня симпатических влияний на СР и сосудистый тонус (Баевский, Иванов, 2001; Malpas, 2002). В ноябре статистически значимых отличий данных показателей ни от апреля, ни от июня не выявлено, что предполагает вероятное наличие компенсаторных процессов, результат которых, однако, не достиг за анализиру-

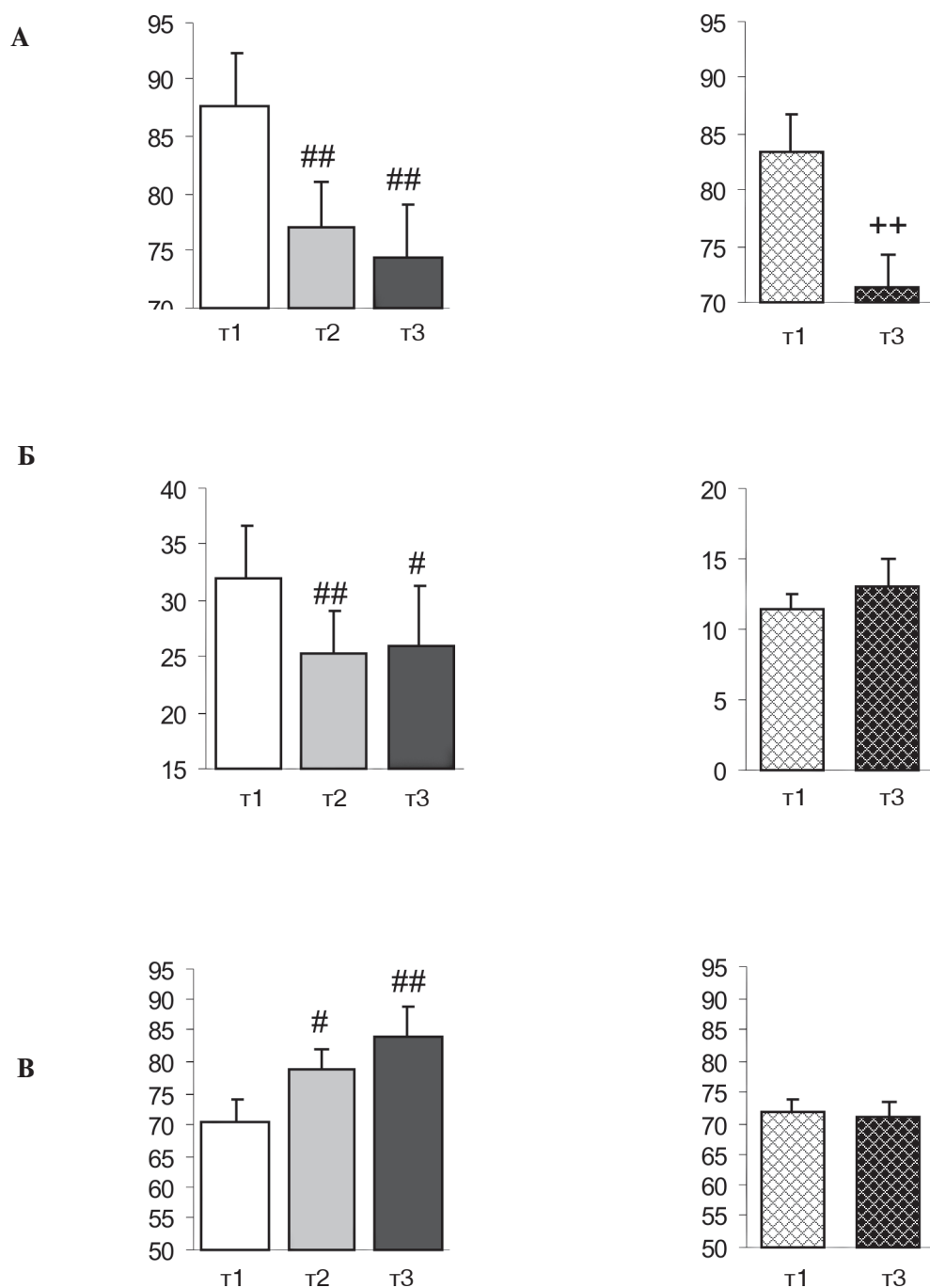


Рис. 1. Динамика показателей диастолического пальцевого АД (А) в мм рт.ст., чувствительности артериального барорефлекса (Б) в мс/мм рт.ст. и ударного объема сердца (В) в мл регбисток (левые гистограммы) и в контроле (правые гистограммы)

Точки тестирования: т1 — апрель (предсоревновательный период), т2 — июнь (между 2 соревновательными периодами), т3 — ноябрь (перед заключительными соревнованиями). Отличия от показателей т1 у регбисток (по непараметрическому парному критерию Вилкоксона): # — $p < 0,07$, ## — $p < 0,05$. Различия между показателями контрольных групп (по непараметрическому критерию Манн-Уитни): ++ — $p < 0,05$.

Таблица 1. Показатели variability сердечного ритма и пальцевого систолического (S) и диастолического (D) АД у регбисток на разных сроках обследований

Параметр	Апрель	Июнь	Ноябрь
TP, мс ²	8056 ± 1897	7617 ± 2698	7273 ± 1924
VLF, мс ²	1731 ± 330	1489 ± 675	2063 ± 976
VLF, %	25,67 ± 4,36	22,57 ± 3,91	24,81 ± 4,82
LF, мс ²	2389 ± 433	3430 ± 1433	2521 ± 539
LF, %	32,73 ± 4,35	40,88 ± 2,91 ##	37,60 ± 5,05
HF, мс ²	3669 ± 1630	2410 ± 813	2483 ± 751
HF, %	37,94 ± 5,39	32,98 ± 4,96 #	34,56 ± 4,52
LF/HF	1,28 ± 0,34	1,73 ± 0,35 ##	1,34 ± 0,40
ИЦ=(VLF+LF)/HF	2,26 ± 0,49	2,85 ± 0,64 #	2,22 ± 0,57
TPS, мм рт.ст. ²	19,76 ± 3,08	28,96 ± 5,20 ##	43,06 ± 11,42 # ↑
VLFS, мм рт.ст. ²	9,65 ± 2,16	13,52 ± 2,94	19,44 ± 6,31
LFS, мм рт.ст. ²	6,20 ± 1,39	11,84 ± 3,11	17,11 ± 5,29 ## ↑
HFS, мм рт.ст. ²	3,42 ± 0,71	3,17 ± 0,52	5,59 ± 1,43
TPD, мм рт.ст. ²	13,62 ± 1,58	14,56 ± 2,81	17,57 ± 5,40
VLFD, мм рт.ст. ²	6,40 ± 1,17	7,52 ± 2,65	6,88 ± 2,11
LFD, мм рт.ст. ²	4,80 ± 1,02	4,84 ± 1,08	8,20 ± 2,82 ## ↑
HFD, мм рт.ст. ²	1,99 ± 0,63	1,84 ± 0,46	2,01 ± 0,59

Примечание: обозначения параметров см. в разделе «Методика». Статистическая значимость отличий от данных апреля (по непараметрическому парному критерию Вилкоксона): # — $p < 0,07$, ## — $p < 0,05$.

емый период времени уровня статистической достоверности.

Ко 2-й группе относятся изменения, достигшие уровня статистической значимости к 3-му тестированию: это продолжающееся повышение уровня суммарной мощности спектра variability систолического АД и возрастание абсолютной мощности диапазонов LF в спектрах variability как систолического, так и диастолического АД. Параллельная оценка динамики спектральных показателей variability в контрольной группе выявила наличие противоположно направленных изменений (табл. 2): снижение суммарной мощности спектра variability СР, снижение абсолютной мощности диапазонов LF и HF в спектрах variability СР и систолического АД, что говорит об общем снижении уровня вегетативной активности (Баевский, Иванов, 2001; Malpas, 2002).

Оценка реактивности показателей сердечно-сосудистой системы и нейровегетативной регуляции в функциональной пробе с увеличением «мертвого» дыхательного пространства (степень изменения показателя при тестировании в надетой спирометрической маске по сравнению с тести-

рованием без маски, в %) также выявила, что статистические значимые изменения происходят только в показателях, отражающих активность симпатической нервной системы: относительной мощности диапазона LF в спектре variability СР и абсолютной мощности диапазонов LF в спектрах variability АД (рис. 2). Характер этих изменений свидетельствует о повышении устойчивости организма девушек-регбисток к функциональной нагрузочной пробе, имитирующей последствия физической нагрузки (Панкова и др., 2008).

Изучение биохимических показателей, характеризующих функциональное состояние организма, показало, что исходное состояние девушек-регбисток характеризуется снижением по сравнению со студентками с разным уровнем двигательной активности вклада в светорассеяние частиц II диапазона ЛК-спектров РГС при повышении содержания частиц III диапазона (рис. 3, А), что является признаком преобладания анаболических процессов (Бажора, Носкин, 2002). На протяжении соревновательного периода у регбисток выявлены транзиторные изменения в ЛК-спектрах РГС, с «нормализацией» показателей в июле (рис. 3, Б) и

Таблица 2. Показатели variability сердечного ритма и пальцевого систолического (S) и диастолического (D) АД у женщин-учителей физической культуры на разных сроках обследований

Параметр	Апрель	Ноябрь
TP, мс ²	3762 ± 483	2501 ± 375 ++ ↓
VLF, мс ²	961 ± 243	628 ± 161
VLF, %	23,18 ± 3,10	23,56 ± 3,86
LF, мс ²	1319 ± 187	858 ± 141 + ↓
LF, %	34,43 ± 3,49	35,06 ± 3,52
HF, мс ²	1391 ± 187	943 ± 209 ++ ↓
HF, %	39,95 ± 4,88	35,06 ± 3,52
LF/HF	1,49 ± 0,35	1,64 ± 0,40
ИЦ=(VLF+LF)/HF	2,63 ± 0,68	3,23 ± 0,95
TPS, мм рт.ст. ²	40,17 ± 9,95	49,36 ± 16,68
VLFS, мм рт.ст. ²	13,61 ± 3,90	34,78 ± 15,04
LFS, мм рт.ст. ²	13,04 ± 2,63	8,77 ± 1,84 + ↓
HFS, мм рт.ст. ²	11,47 ± 4,20	5,05 ± 0,87 + ↓
TPD, мм рт.ст. ²	22,02 ± 3,42	18,17 ± 3,86
VLFD, мм рт.ст. ²	8,74 ± 2,18	8,21 ± 2,41
LFD, мм рт.ст. ²	7,49 ± 1,31	6,39 ± 1,28
HFD, мм рт.ст. ²	5,00 ± 2,38	2,80 ± 0,91

Примечание: обозначения параметров см. в разделе «Методика». Статистическая значимость отличий от данных апреля (по непараметрическому критерию Манн-Уитни): + — $p < 0,07$, ++ — $p < 0,05$.

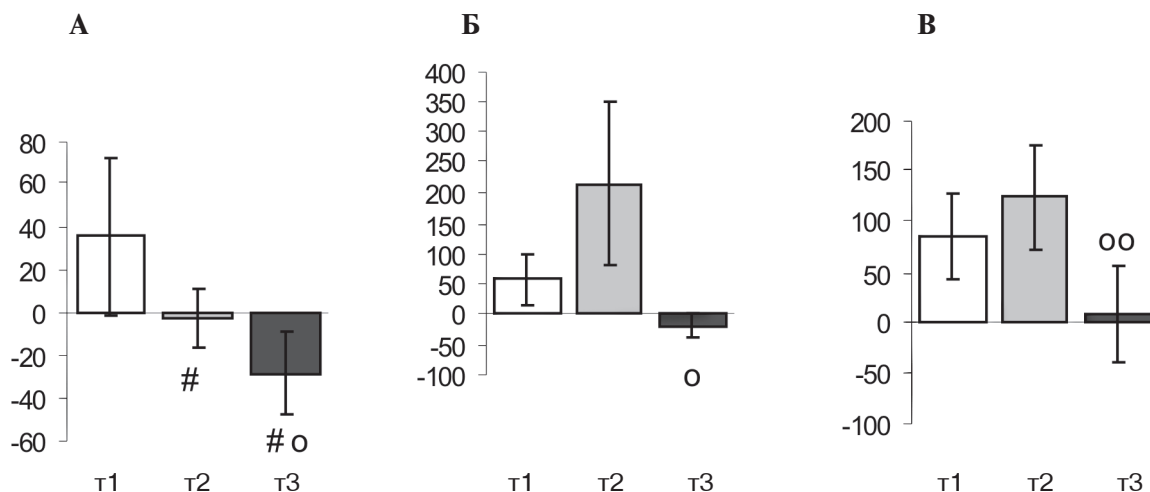


Рис. 2. Динамика реактивности (степени изменения в %) спектральных показателей variability у регбисток

А — относительной мощности диапазона LF спектра variability сердечного ритма, Б — абсолютной мощности диапазона LF спектра variability систолического пальцевого АД, В — абсолютной мощности диапазона LF спектра variability диастолического пальцевого АД.

Обозначение точек тестирования — как на рис. 1. Статистическая значимость отличий от показателей t1 (по непараметрическому парному критерию Вилкоксона): # — $p < 0,07$, отличий от показателей t2: o — $p < 0,07$, oo — $p < 0,05$.

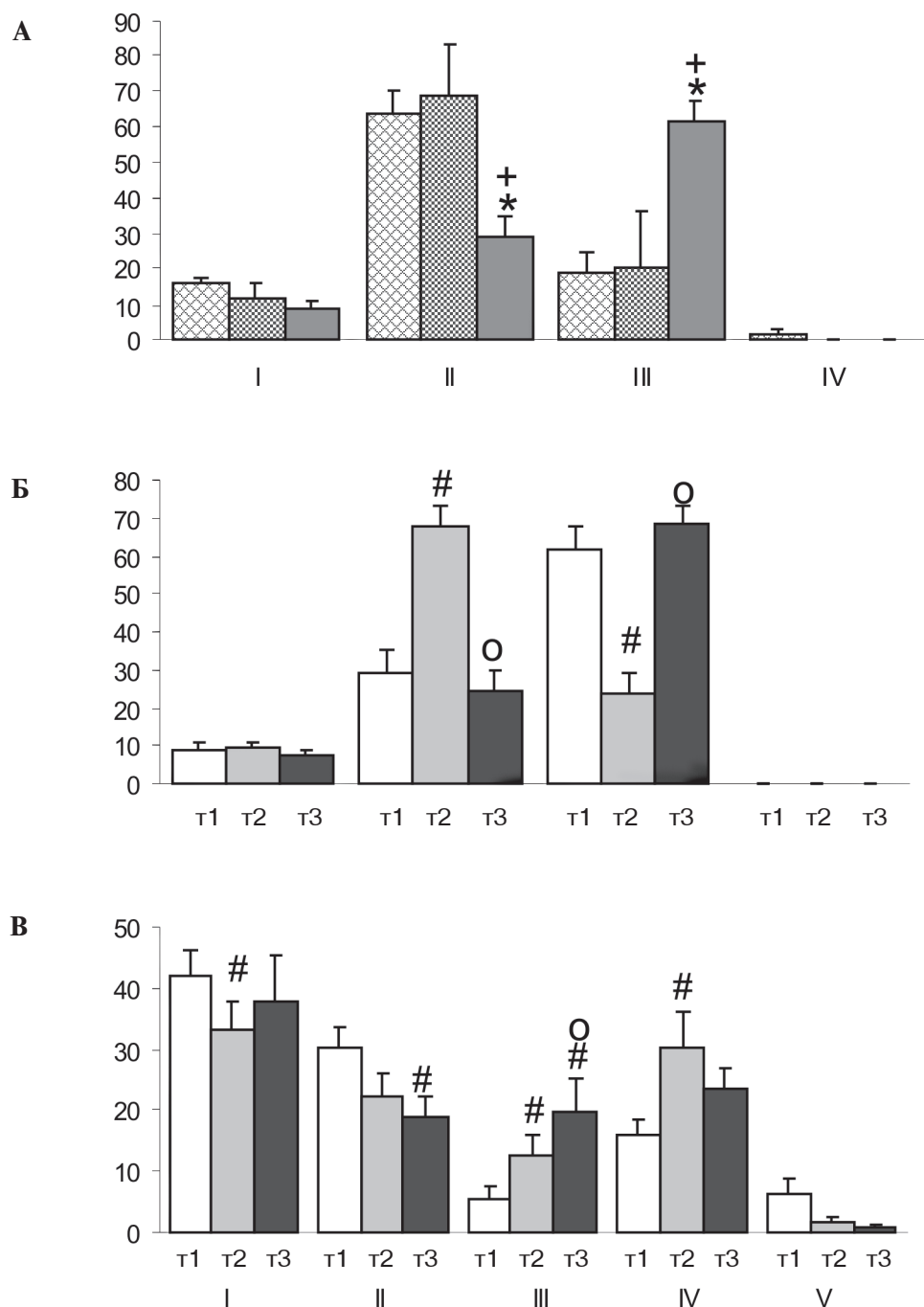


Рис. 3. Результаты мониторинга показателей ЛКС

А — вклад в светорассеяние различных диапазонов (I—IV) ЛК-спектра рото-глоточных смывов в группе «контроль» (крупная штриховка, в группе «студентки_спорт» (мелкая штриховка) и у регбисток (серые столбики), по результатам тестирования в апреле. Статистическая значимость отличий от группы «контроль» (по непараметрическому критерию Манн-Уитни): * — $p < 0,05$, от группы «студентки_спорт»: + — $p < 0,05$.

Б — динамика показателей ЛК-спектров рото-глоточных смывов у регбисток,

В — динамика показателей ЛК-спектров крови у регбисток.

Обозначения точек тестирования — как на рис. 1. Статистическая значимость отличий от показателей t1 (по непараметрическому парному критерию Вилкоксона): # — $p < 0,05$, отличий от показателей t2: o — $p < 0,05$.

восстановлении исходного статуса к ноябрю и усиливающиеся к ноябрю сдвиги в ЛК-спектрах крови (рис. 3, В).

Сопоставление динамики функциональных показателей сердечно-сосудистой системы и метаболических изменений показало наличие между ними корреляционных связей. Оказалось, что степень возрастания от апреля к июню индекса LF/HF, отражающего преобладание симпатических влияний, находится в положительной связи со степенью изменения диапазона II ЛК-спектра РГС ($r = 0,624$, $p = 0,054$ по непараметрическому алгоритму Спирмена). Также показано, что степень изменения индекса централизации (ИЦ $=$ (VLF+LF)/HF), отражающего степень преобладания недыхательных составляющих синусовой аритмии над дыхательными, находится в корреляционной связи со степенью изменения как упомянутых показателей ($r = 0,600$, $p = 0,067$ и $r = 0,576$, $p = 0,082$ соответственно), так и со степенью изменения диапазона III ЛК-спектра РГС ($r = -0,818$, $p = 0,004$) и диапазона III ЛК-спектра крови ($r = 0,583$, $p = 0,077$). Выявлено, что степень изменения вклада в светорассеяние диапазона IV ЛК-спектра крови коррелирует со степенью изменения реактивности показателя абсолютной мощности диапазона LF в спектрах variability как систолического ($r = 0,685$, $p = 0,029$), так и диастолического ($r = 0,600$, $p = 0,067$) пАД, а степенью изменения относительной мощности диапазона LF в спектре variability CP коррелирует со степенью изменения диапазона II ЛК-спектра крови ($r = 0,600$, $p = 0,088$).

Анализ динамики показателей во временном диапазоне апрель — ноябрь показал наличие корреляционной связи между степенью изменения вклада в светорассеяние диапазона II ЛК-спектра крови и степенью изменения величины чувствительности артериального барорефлекса ($r = -0,771$, $p = 0,072$), а также степенью изменения минутного объема кровообращения ($r = 0,928$, $p = 0,008$). В ЛК-спектрах РГС степень изменения диапазона II коррелировала со степенью изменения ударного объема сердца ($r = 0,886$, $p = 0,019$), а степень изменения диапазона III находилась в отрицательной корреляционной связи со степенью изменения суммарной мощности спектра variability систолического пАД ($r = -0,841$, $p = 0,026$) и степенью изменения абсолютной мощности диапазона LF в спектре variability диастолического пАД ($r = -0,754$, $p = 0,084$).

Изучение корреляционных связей между уровнем элементов, чье содержание было изменено в организме девушек-регбисток, и функциональными показателями организма спортсменок показало следующее (табл. 3). Оказалось, что снижение Fe в крови коррелирует с показателями ЛК-спектров крови и РГС, а также с реактивностью тех показателей сердечно-сосудистой системы при выполнении функциональной пробы, по которым спортсменки отличаются от контрольных групп (Панкова и др., 2011). Снижение в крови Mg коррелирует с величиной значимых диапазонов ЛК-спектров крови и РГС. Снижение в крови P коррелирует с величиной большинства показателей ЛК-спектров крови и РГС и с реактивностью значи-

Таблица 3. Коэффициенты непараметрической корреляции (по Спирмену) между содержанием элементов и функциональными показателями организма регбисток

Показатели	R	p
1	2	3
Fe в крови (n = 10)		
диапазон III ЛК-спектров крови	-0,624	0,053
диапазон IV ЛК-спектров крови	-0,628	0,052
диапазон II ЛК-спектров РГС	-0,703	0,023
диапазон III ЛК-спектров РГС	0,761	0,011
TPS (реактивность в функциональной пробе)	0,641	0,034
TPD (реактивность в функциональной пробе)	0,567	0,069
стресс-индекс (реактивность в функциональной пробе)	0,701	0,023
Mg в крови (n = 10)		
диапазон III ЛК-спектров крови	-0,501	0,098
диапазон III ЛК-спектров РГС	0,632	0,050

1	2	3
Р в крови (n = 10)		
диапазон III ЛК-спектров крови	-0,852	0,002
диапазон IV ЛК-спектров крови	0,585	0,086
диапазон V ЛК-спектров крови	-0,615	0,059
диапазон I ЛК-спектров PГC	-0,629	0,051
диапазон II ЛК-спектров PГC	-0,657	0,039
диапазон III ЛК-спектров PГC	0,856	0,002
VLF% спектра вариабельности CP (в покое)	-0,630	0,038
TPS (реактивность в функциональной пробе)	0,676	0,022
TPD (реактивность в функциональной пробе)	0,532	0,092
стресс-индекс (реактивность в функциональной пробе)	0,784	0,007
Zn в крови (n = 10)		
диапазон II ЛК-спектров PГC	-0,628	0,052
диапазон III ЛК-спектров PГC	0,624	0,054
VLF спектра вариабельности CP (в покое)	-0,575	0,064
VLF% спектра вариабельности CP (в покое)	-0,662	0,026
HFS спектра вариабельности АДС (в покое)	0,809	0,003
ЧБР (в покое)	-0,545	0,083
стресс-индекс (реактивность в функциональной пробе)	0,892	0,001
Zn в моче (n = 7)		
диапазон I ЛК-спектров крови	-0,900	0,037
диапазон V ЛК-спектров крови	0,872	0,054
диапазон I ЛК-спектров PГC	0,812	0,050
VLF% спектра вариабельности CP (в покое)	0,857	0,014
LF% спектра вариабельности CP (в покое)	0,714	0,071
LFD спектра вариабельности АДД (в покое)	0,857	0,014
HF спектра вариабельности CP (в покое)	-0,857	0,014
HF% спектра вариабельности CP (в покое)	-0,893	0,007
HFD спектра вариабельности АДД (в покое)	-0,857	0,014
LF/HF (в покое)	0,786	0,036
ударный объем сердца (в покое)	-0,823	0,021
ЧСС (реактивность в функциональной пробе)	-0,678	0,094
АДС (реактивность в функциональной пробе)	-0,678	0,094
HF% спектра CP (реактивность в функциональной пробе)	0,771	0,072

мых показателей сердечно-сосудистой системы при выполнении функциональной пробы, отличающихся в группе спортсменок от контроля. Снижение в крови и моче Zn, закономерно происходящее при высокой физической нагрузке (Stefanidou et al., 2006; Saper, Rash, 2009), находилось в корреляционной связи с биохимическими показателями, а также с большинством значимых показателей сердечно-сосудистой системы, зарегистрированных как в состоянии покоя, так и при выполнении функциональной пробы.

Перечисленные данные позволяют сделать предположение об обусловленности изменений функционального состояния сердечно-сосудистой системы регбисток в соревновательный период метаболическими сдвигами, индуцируемыми приемом индивидуально рекомендованных препаратов макро- и микроэлементов.

Позитивные изменения динамики функционального состояния сердечно-сосудистой системы у регбисток за период с апреля по ноябрь сопровождались также позитивными изменениями в показателях, характеризующих их физические качества. Так, тестирование на приборе КИД выявило снижение за период наблюдений времени изменения двигательного стереотипа (при движении руками) и латентного периода простой сенсорной реакции на звуковой стимул (рис. 4, А, Б, левые гистограммы), что говорит об улучшении скоростных показателей. Также показано снижение величины ошибки сенсорной коррекции экстензоров левой руки (рис. 4, В, левые гистограммы), что является признаком улучшения точностных показателей. В группе сравнения за анализируемый период времени произошло, наоборот, снижение точности работы правой рукой (рис. 4, В, правые гистограммы).

Психологическое тестирование самооценки самочувствия, активности и настроения показало, что за период от апреля до ноября у регбисток ухудшается самочувствие: средняя балльная оценка снижается от $5,82 \pm 0,20$ до $5,33 \pm 0,24$ ($p = 0,001$ по непараметрическому парному критерию Вилкоксона). В группе учителей физической культуры за тот же интервал времени отмечено снижение самооценки настроения от $5,87 \pm 0,30$ до $5,28 \pm 0,19$ ($p = 0,065$). При этом исходные (в апреле) балльные оценки самочувствия в 2 группах не различались, оценка настроения была хуже у учителей ($5,87 \pm 0,15$ против $6,30 \pm 0,20$ в группе регби, $p = 0,040$ по непараметрическому критерию Манн-Уитни), а самооценка активности в контроле имела тенденцию в сторону ухудшения ($4,67 \pm 0,23$ против $5,20 \pm 0,32$ в группе регби, $p = 0,096$). Данные результаты свидетельствуют об исходно высоком уровне психологической готовности девушек-регбисток к соревновательному сезону и снижению у них за этот сезон субъективной оценки своего самочувствия при высоком уровне активности и настроения, что не проти-

воречит описанным выше результатам полисистемного мониторинга функционального состояния их организма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные свидетельствуют о том, что полисистемный саногенетический мониторинг позволяет оперативно оценивать функциональное состояние различных систем организма в течение годового макроцикла, своевременно выявлять донологические формы отклонений от нормы, а также выявлять индивидуальные особенности организма спортсмена с целью обеспечения фармакокоррекции тренировочного процесса. В частности, в работе выявлено, что коррекция микроэлементного статуса организма девушек-регбисток высшего уровня спортивного мастерства, проведенная по индивидуальной схеме, привела к выраженным изменениям в состоянии их организма. В соревновательный период отмечены позитивные сдвиги в состоянии систем антиоксидантной защиты, а также изменения характера метаболизма. При этом изменения биохимических показателей сопровождались значимым повышением функциональных резервов сердечно-сосудистой системы (за счет повышения уровня функциональной активности симпатического звена вегетативной регуляции) и улучшением показателей психомоторной сферы.

ЛИТЕРАТУРА

- Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2001. № 3. С. 108—127.
- Бажора Ю.И., Носкин Л.А. Лазерная корреляционная спектроскопия в медицине. Одесса: Друк, 2002. 400 с.
- Вахитов И.Х. Особенности изменений показателей насосной функции сердца девушек, систематически занимающихся спортивной игрой регби-7 // Теория и практика физической культуры. 2010. № 8. С. 39—41.
- Дубовой Р.М. Элементный статус при действии неблагоприятных факторов производственной деятельности и его алиментарная восстановительная коррекция. Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. М., 2009. 47 с.
- Дятлов Д.А., Львовская Е.И., Волчегорский И.А., Пушкарёв Е.Д., Янченко Н.А. Перекисное окисление липидов и «трибулиновая» активность мочи как показатели неинвазивного контроля стресс-устойчивости гандболистов в период соревнований // Теория и практика физической культуры. 2000. № 4. С. 83—86.
- Иванов С.И., Подунова Л.Г., Скачков В.Б., Тутельян В.А., Скальный А.В., Демидов В.А., Скальная М.Г., Серебрянский Е.П., Грабеклис А.Р., Кузнецов В.В. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрией: Методические указания (МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03). М.: ФЦГСЭН МЗ РФ, 2003. 56 с.

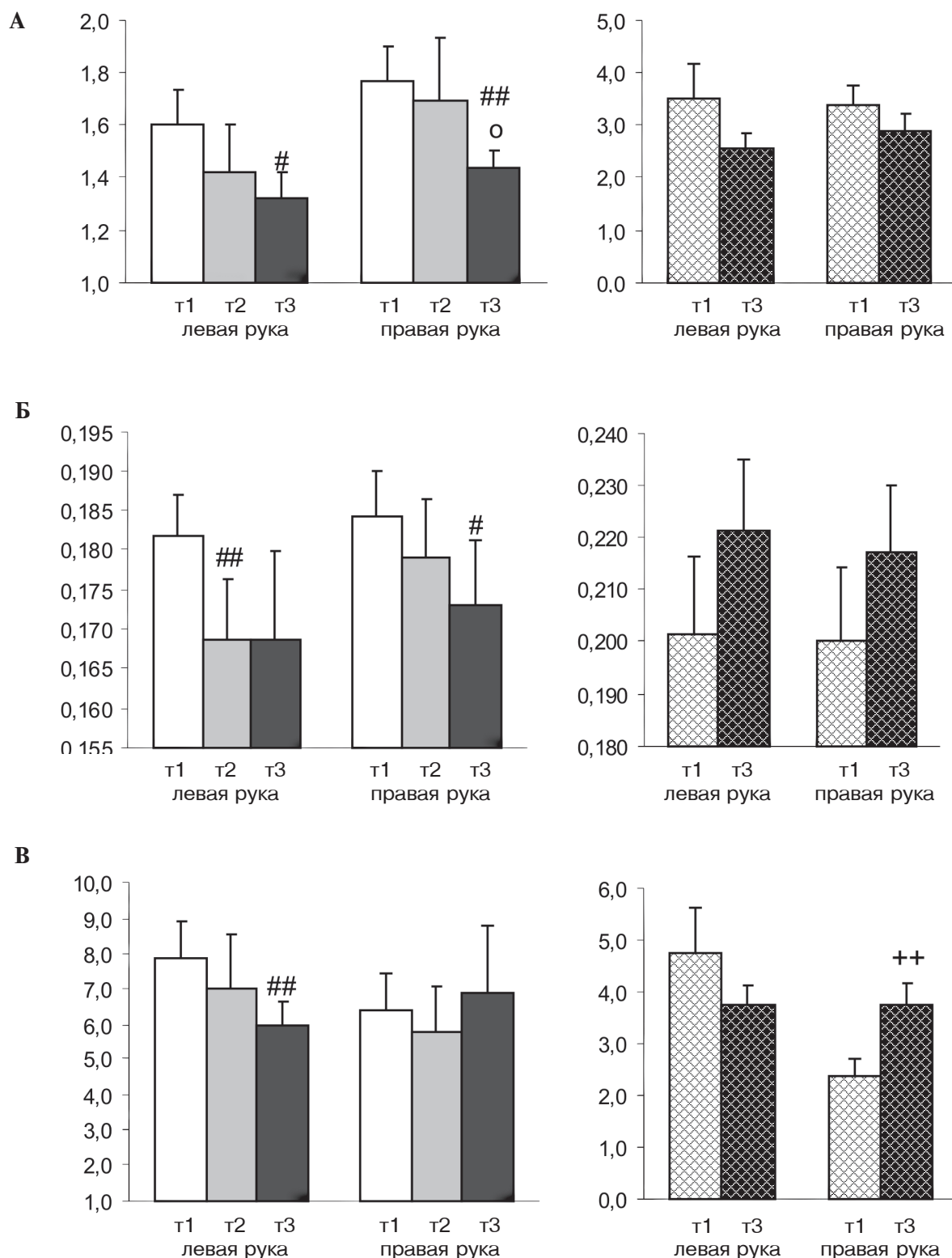


Рис. 4. Результаты мониторинга показателей психомоторной координации

А — время изменения двигательного стереотипа (с), Б — латентный период простой сенсомоторной реакции на звуковой стимул (с), В — ошибка сенсорной коррекции экстензоров (%) у регбисток (левые гистограммы) и в контроле (правые гистограммы).

Обозначения точек тестирования и статистической значимости различий — как на рис. 1 и 2.

Катулин А.Н. Опыт применения дополнительного перорального питания для улучшения обмена макро- и микроэлементов у спортсменов // Микроэлементы в медицине. 2004. Т.5. Вып.1 С. 16—20.

Нотов О.С. Влияние питания и элементного статуса на психофизиологические показатели в экстремальных условиях жизнедеятельности. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. СПб., 2010. 24 с.

Нотова С.В. Эколого-физиологические аспекты состояния здоровья жителей Южного Урала. Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. М., 2005. 40 с.

Олейник С.А., Гунина Л.М., Сейфулла Р.Д. (ред.) Фармакология спорта. Киев: Олимпийская литература, 2010. 640 с.

Панкова Н.Б., Надоров С.А., Ежова О.А., Агаджанян Н.А., Карганов М.Ю. Информативность различных функциональных проб состояния кардиореспираторной системы человека в норме и при патологии // Вестник восстановительной медицины. 2008. № 1 (23). С. 67—72.

Панкова Н.Б., Фесенко А.Г., Алчинова И.Б., Архипова Е.В., Карганов М.Ю. Результативность выполнения функциональной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства у спортсменов разного квалификационного уровня // Валеология, 2011. № 1. С. 34—40.

Сахарова М.В. Особенности подходов к разработке проекта подготовки высококвалифицированных регбистов в годичном цикле // Сборник научных трудов молодых ученых и студентов РГАФК. М.: РГАФК, 2000. С. 62—65.

Сахарова М.В. Прикладные основы технологии проектирования макроциклов типа годичного в командно-игровых видах спорта на примере регби // Теория и практика физической культуры. 2004. № 11. С. 13—16.

Скальный А.В. Эколого-физиологическое обоснование эффективности использования макро- и микроэлементов при нарушениях гомеостаза у обследуемых из различных климатогеографических регионов: Дисс. ... докт. мед. наук. М., 2000. 352 с.

Шастун С.А., Игнатьев А.В., Северин А.Е., Кислицин А.Н. Изучение особенностей процессов свободнорадикального окисления крови у людей, адаптированных к различным видам физической деятельности // Теория и практика физической культуры. 2006. № 1. С. 5—8.

Шемердяк А.В., Харитонова Л.Г. Аспекты срочной адаптации и дезадаптации организма спортсменов различного уровня тренированности при выполнении физических нагрузок // Проблемы совершенствования олимпийского движения, физической культуры и спорта в Сибири: Материалы межрегион. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов / Сиб. гос. ун-т физ. культуры и спорта. Омск, 2003. С. 247—248.

Finaud J., Scislawski V., Lac G., Durand D., Vidalin H., Robert A., Filaire E. Antioxidant status and oxidative stress in professional rugby players: evolution throughout a season // Int J Sports Med. 2006, 27(2):87—93.

Gabbett T., King T., Jenkins D. Applied physiology of rugby league // Sports Med. 2008, 38(2):119—138.

Gabbett T.J. Physiological and anthropometric characteristics of elite women rugby league players // J Strength Cond Res. 2007, 21(3):875—881.

Gabbett T.J. Science of rugby league football: a review // J Sports Sci. 2005, 9:961—976.

Machefer G., Groussard C., Vincent S., Zouhal H., Faure H., Cillard J., Radak Z., Gratas-Delamarche A. Multivitamin-mineral supplementation prevents lipid peroxidation during «the Marathon des Sables» // J Am Coll Nutr. 2007, 26(2):111—120.

Malpas S. Neural influences on cardiovascular variability: possibilities and pitfalls // Am J Physiol. — Heart and Circulatory Physiology. 2002, 282(1):H6—H20.

Saper R.B., Rash R. Zinc: an essential micronutrient // Am Fam Physician. 2009, 79(9):768—772.

Stefanidou M., Maravelias C., Dona A., Spiliopoulou C. Zinc: a multipurpose trace element // Arch Toxicol. 2006, 80(1):1—9.