

8. Kozlov V.I., Litvin F.B., Ryzhakin S.M. Laser photostimulation of blood flow in pial microvessels. *Pacific Medical Journal*. 2016; 2: 90–93.
9. Litvin F.B. Age and individual typological features of microcirculation in boys, adolescents and young men. *Regional blood circulation and microcirculation*, 2006; 5 (17): 44–50.
10. Litvin F.B., Anosov I.P., Asamolov P.O., Vasilieva G.V. Heart rhythm and microcirculation system in skiers in the pre-competition period of sports training. *Bulletin of the Udmurt University*. 2012; issue 1: 67–74.
11. Pavlov S.E., Razumov A.N., Pavlova A.S. Laser stimulation in biomedical support for the training of highly skilled athletes. M.: Sport, 2017: 216.
12. Chertok V.M., Kotsyuba A.E. Endothelial (intimal) mechanism of regulation of cerebral hemodynamics: transformation of views. *Pacific Medical Journal*. 2012; 2: 17–26.
13. Shlyk N.I. Heart rhythm and type of regulation in children, adolescents and athletes (monograph). Izhevsk: Udmurt University, 2009: 259.
14. Shlyk N.I. An individual approach to the assessment of regulatory system state in runners, sprinters and stayers in the area of midlands. *Proceedings of 23rd Congress of Physiological Society named after I.P. Pavlov*. Voronezh: ISTOKI, 2017: 2068–2069.
15. Gensert J.M., Ratan R.R. The metabolic coupling of arginine metabolism to nitric oxide generation by astrocytes. *Axntioxid. Redox. Signal*. 2006; 8 (5–6): 919–928.

УДК 615.8

НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ КРОВИ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ФУТБОЛИСТОВ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В УСЛОВИЯХ СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ И НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Н.В. Осипова, Т.М. Брук

ФГБОУ ВО «Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», Смоленск, Россия

Резюме

Цель. Оценить влияние сочетанного действия физической нагрузки и низкоинтенсивного лазерного излучения на организм высококвалифицированных футболистов с различным типом регуляции сердечного ритма. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 24 высококвалифицированных футболиста. Для оценки влияния сочетанного действия НИЛИ и специфической физической нагрузки было применено низкоинтенсивное лазерное излучение с использованием медицинского лазерного прибора «Узор-3КС». Определение гормонов проводилось при помощи наборов реактивов «Нема» (Германия) методом прямого (ТТГ) и конкурентного (АКТГ, кортизол, Т3, Т4 – общие и свободные фракции) твердофазного иммуноферментного анализа. Определение содержания бета-эндорфина проводилось методом иммуноферментного анализа с использованием наборов реактивов «Peninsula» (Италия) после лиофильной сушки, экстракции и пробоподготовки. Определение содержания бета-эндорфина, гормонов проводилось на фотометре вертикального сканирования «StatFax 303 Plus» (Германия). **Результаты.** Анализируя особенности реагирования гормонов и нейропептидов в ответ на действие физической нагрузки после курса НИЛИ у футболистов с различными типами вегетативной регуляции установили, что у спортсменов с умеренным типом центральной регуляции отмечено достоверное увеличение бета-эндорфина, ТТГ, обеих фракций тироксина, АКТГ и кортизола. На этом фоне зафиксировано снижение Т3. У футболистов самой малочисленной группы с выраженным доминированием центрального контура регуляции отмечены явные тенденции к увеличению бета-эндорфина, ТТГ, кортизола и снижению обеих фракций Т3. Высококвалифицированные спортсмены-футболисты с автономным контуром управления сердечным ритмом реагируют на сочетанное действие НИЛИ и специфической физической нагрузки сравнительно умеренным сдвигом изученных показателей гормонального статуса. У группы футболистов с крайне высоким преобладанием автономного контура управления сердечным ритмом отмечено лишь достоверное увеличение бета-эндорфина и кортизола. **Заключение.** У высококвалифицированных футболистов в зависимости от типа вегетативной регуляции сердечного ритма воздействие НИЛИ после специфической физической нагрузки в большей степени оказывало корригирующее влияние на показатели нейроэндокринного статуса.

Ключевые слова: нейроэндокринный статус, гормоны, высококвалифицированные спортсмены, специфическая физическая нагрузка.

Контакты: Осипова Наталья Владимировна, e-mail: osipovanv@mail.ru

Для цитирования: Осипова Н.В., Брук Т.М. Некоторые параметры крови высококвалифицированных футболистов с различными типами регуляции сердечного ритма в условиях сочетанного действия физической нагрузки и низкоинтенсивного лазерного излучения // Лазерная медицина. – 2018. – Т. 22. – № 3. – С. 14–19

SOME BLOOD PARAMETERS OF HIGHLY SKILLED FOOTBALL PLAYERS WITH DIFFERENT TYPES OF CARDIAC RHYTHM REGULATION UNDER THE COMBINED EFFECT OF PHYSICAL LOADING AND LOW-LEVEL LASER IRRADIATION

Osipova N.V., Bruk T.M.

Smolensk State Academy for Physical Culture, Sports and Tourism, Smolensk, Russia

Abstract

Purpose of the present work is to evaluate effects of the combined action of physical activity and low-level laser irradiation (LLLI) at the organism of highly skilled football players with different types of heart rate regulation. **Materials and methods.** 24 highly skilled football players took part in the study. To assess combined effects of LLLI and specific physical loading, athletes had LLLI course using medical laser device «Uzor-3KS». Hormones were tested with the reagent kits «Hema» (Germany) by direct (TTH) and competitive (ACTH, cortisol, T3, T4 – total and free fractions) solid-phase enzyme immunoassay. Beta-endorphin level was defined using enzyme immunoassay

reagents set «Peninsula» (Italy) after freeze drying, extraction and sample preparation. Beta-endorphin, hormone levels were defined with vertical scanning photometer «StatFax 303 Plus» (Germany). *Results.* While analyzing characteristics of hormonal and neuropeptide response to physical activity after LLLI course in players with different types of vegetative regulation, it has been found out that athletes with moderate type of central regulation had a reliable increase in beta-endorphin, TTH, both thyroxine fractions, ACTH and cortisol. At the same time, the decrease in T3 level was seen. The players of the smallest group with pronounced dominance of central contour regulation showed a clear trend to beta-endorphin, TTG, cortisol increase and a trend to the decrease in both T3 fractions. Highly qualified football players with the autonomous circuit of heart rate regulation reacted to the combined action of LLLI and specific physical loading with a relatively moderate shift in the studied parameters of their hormonal status. In the group of players with an extremely high prevalence of autonomous contour of heart rate regulation, there was only a significant increase in beta-endorphin and cortisol levels. *Conclusion.* LLLI after specific physical activity has had a corrective effect at parameters of neuroendocrine status in highly skilled football players depending on the type of vegetative regulation of their heart rate.

Keywords: *neuroendocrine status, hormones, highly qualified sportsmen, specific physical activity.*

Contacts: Natalia Osipova, e-mail: osipovanv@mail.ru

For citation: Osipova N.V., Bruk T.M. Some blood parameters of highly skilled football players with different types of cardiac rhythm regulation under the combined effect of physical loading and low-level laser irradiation. *J. Laser Medicine.* 2018; 22 (3): 14–19 (in Russian)

Введение

В настоящее время исследования параметров крови в спортивной практике входят в комплексный медико-биологический контроль подготовки высококвалифицированных спортсменов. Это обусловлено тем, что в состоянии покоя показатели крови тренированного спортсмена находятся в пределах нормы и не отличаются от аналогичных показателей здорового человека. Влияние же физической нагрузки приводит к структурным изменениям на клеточном и органном уровнях и начинается с мобилизации эндокринной функции [1, 2, 4]. В первую очередь это связано с тем, что при напряженной физической нагрузке для сохранения адаптации запросы организма направляются на усиление функции гипофиза, где повышается концентрация адренокортикотропного гормона (АКТГ), которая в свою очередь усиливает синтез кортикоидных гормонов в надпочечниках. Увеличение концентрации АКТГ и кортизола свидетельствует об адекватности возможностей организма спортсменов влиянию мышечной деятельности [2, 3].

Более того, в ответ на физическую нагрузку активируется и стресс-реализующая гипоталамо-гипофизарно-тиреоидная система (ГГТС). Гормоны ГГТС обладают широким спектром метаболического и морфофизиологического действия, а также обеспечивают устойчивость организма спортсменов к специфической физической нагрузке, что позволяет рассматривать их работу в синергетическом единстве, направленном на обеспечение адаптационного потенциала и расширение функциональных возможностей организма спортсменов [5, 10, 12].

Вместе с тем необходимость роста спортивных достижений заставляет непрерывно повышать объемы и интенсивность тренировочных нагрузок, которые зачастую достигают критических величин и дальнейший рост которых лимитируется биологическими возможностями организма спортсмена. Поэтому улучшение спортивных результатов обусловлено не только внедрением в подготовку спортсменов научно-обоснованных методов управления тренировочным процессом, но и использованием нетрадиционных средств потенцирования, в значительной степени улучшающих спортивную работоспособность за счет повышения возможностей ведущих систем организма переносить высокоинтенсивные тренировочные и соревновательные нагрузки. На наш взгляд, перспективным является курсовое применение

низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ), так как доказан его положительный эффект на все системы и органы [6–9], а процедура лазеротерапии безопасна и необременительна для самого спортсмена.

Цель исследования: оценить влияние сочетанного действия физической нагрузки и низкоинтенсивного лазерного излучения на организм высококвалифицированных футболистов с различным типом регуляции сердечного ритма.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 24 высококвалифицированных футболиста. Эксперимент проводился в 3 этапа. Первый этап был направлен на оценку гормональных показателей крови спортсменов в состоянии относительного физиологического покоя. На втором этапе исследования изучались изменения гормонального статуса под влиянием только специфической физической нагрузки (1,5-часовой игры). Третий этап исследования был направлен на изучение гормональных параметров крови футболистов после сочетанного действия низкоинтенсивного лазерного излучения (было применено ежедневно в течение 7 дней, в утренние часы, на 7-й день спортсмены выполняли ту же физическую нагрузку) и специфической нагрузки.

Базируясь на представлениях о двухконтурной модели управления сердечным ритмом с учетом классификации Н.И. Шлык [11] «...о типологических особенностях вегетативной регуляции сердечного ритма, на основе комплексного анализа статистических, автокорреляционных и спектральных показателей вариабельности сердечного ритма», все обследованные футболисты были разделены на группы в зависимости от типологических особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма. Причем, как показали результаты исследования до и после специфической физической нагрузки, а также после сочетанного действия физической нагрузки и лазерного облучения, наблюдался переход отдельных спортсменов из одной группы в другую, что зависит от реакции организма на нагрузку и лазеротерапию и тем самым характеризует уровень текущего функционального состояния спортсмена и его функциональный резерв.

В качестве источника лазерного излучения был использован медицинский лазерный терапевтический аппарат «Узор-3К» и «Узор-3КС» со следующими па-

раметрами: длина волны излучения – $0,89 \pm 0,02$ мкм, мощность импульса – 3,7 Вт, частота следования импульсов – 1500 Гц, время экспозиции – 8 минут 2 излучателями по 4 минуты на область сонных артерий.

Определение гормонов производилось при помощи наборов реактивов «Нема» (Германия) методом прямого (ТТГ) и конкурентного (АКТГ, кортизол, Т3, Т4 – общие и свободные фракции) твердофазного иммуноферментного анализа. Определение содержания бета-эндорфина проводилось методом иммуноферментного анализа с использованием наборов реактивов «Peninsula» (Италия) после лиофильной сушки, экстракции и пробоподготовки. Определение содержания бета-эндорфина, гормонов проводилось на фотометре вертикального сканирования «StatFax 303 Plus» (Германия).

Результаты и обсуждение

Анализ индивидуальных показателей гормонального статуса у футболистов с умеренным уровнем центральных механизмов управления сердечным ритмом представлен в табл. 1.

Итак, специфическая физическая нагрузка у футболистов с I типом регуляции сердечного ритма приводит к достоверному росту лишь концентрации бета-эндорфина на 68,2% ($p < 0,05$) и кортизола – на 20,3% ($p < 0,05$).

При оценке сочетанного влияния лазерного излучения и физической нагрузки (ФН) на активность эндогенной опиоидной системы (ЭОС) было отмечено повышение содержания нейропептида на 32,8% ($p < 0,05$).

Вместе с тем НИЛИ способствовало достоверному увеличению содержания ТТГ на 25,65% ($p < 0,05$), обеих фракций тироксина (на 7,2–14,1%) на фоне снижения ТЗсв. – на 13,8% и ТЗобщ – на 36,9% ($p < 0,05$).

Более того, под действием данного режима лазерного воздействия преодолевался порог активации гипоталамо-гипофизарно-адренокортикальной системы, о чем свидетельствовало увеличение концентрации гормона кортизола (на 15,2%, $p < 0,05$) и АКТГ (на 18,8%, $p < 0,05$).

Анализируя группу спортсменов со II типом вегетативной регуляции, подчеркнем, что она была самой малочисленной, поэтому получить статистически значимые различия не представлялось возможным (табл. 2). Однако некоторые тенденции все же прослеживались. Так, влияние курса НИЛИ и специфической физической нагрузки заметно увеличивало содержание в крови бета-эндорфина (на 50,2%), ТТГ (на 13%) и кортизола (на 11%) на фоне снижения обеих фракций Т3 (на 18–21%) ($p > 0,05$).

Исследование динамики гормонального ансамбля крови при сочетанном действии лазерного излучения и физической нагрузки у футболистов с III типом регуляции, которому характерно преобладание парасимпатического влияния вегетативной регуляции сердечного ритма, представлено в табл. 3.

Анализ результатов показал, что после изолированной физической нагрузки у высококвалифицированных футболистов отмечалось повышение содержания бета-эндорфина на 27,3% ($p < 0,05$), тиреотропного гормона – на 17,4% ($p < 0,05$), кортизола – на 15,8% ($p < 0,05$), а также АКТГ – на 10,2% ($p < 0,05$) соответственно. Вместе с тем концентрация обеих фракций Т3 снижалась на 7,3–21,2% ($p < 0,05$), а содержание гормона тироксина изменялось незначительно ($p > 0,05$).

После физической нагрузки влияние лазерного излучения приводило к умеренным сдвигам изучаемых

Таблица 1

Показатели гормонального статуса у высококвалифицированных футболистов с I типом вегетативной регуляции на различных этапах обследования.

Table 1

Indexes of hormonal status in highly qualified football players with the vegetative regulation type I at different examination stages

№ п/п No	Показатели Indexes	Этапы исследования Examination stages			p
		до ФН before PA (n = 2)	после ФН after PA (n = 7)	после ФН и НИЛИ after PA and LLLI (n = 5)	
		1	2	3	
1	Бета-эндорфин, пг/мл Beta-endorphin, pg/ml	$17,12 \pm 1,38$	$28,81 \pm 1,12$	$38,27 \pm 1,45$	$p_{1,2} < 0,05$ $p_{1,3} < 0,05$ $p_{2,3} < 0,05$
2	Тиреотропный гормон (ТТГ), мкМЕ/мл Thyrotropic hormone (ТТН), μ МЕ/ml	$2,70 \pm 0,13$	$3,12 \pm 0,18$	$3,92 \pm 0,10$	$p_{1,3} < 0,05$ $p_{2,3} < 0,05$
3	Трийодтиронин (Т3), свободная фракция, пмоль/л Triiodothyronine (T3), free fraction, pmol/l	$4,68 \pm 0,10$	$3,62 \pm 0,12$	$3,18 \pm 0,17$	$p_{1,3} < 0,05$ $p_{2,3} < 0,05$
4	Трийодтиронин (Т3) общий, нмоль/л Triiodothyronine (T3) total, nmol/l	$2,40 \pm 0,17$	$2,26 \pm 0,11$	$1,65 \pm 0,29$	$p_{1,3} < 0,05$ $p_{2,3} < 0,05$
5	Тироксин (Т4), свободная фракция, пмоль/л Thyroxine (T4), free fraction, pmol/l	$21,75 \pm 1,07$	$22,19 \pm 0,56$	$25,31 \pm 0,94$	$p_{1,3} < 0,05$ $p_{2,3} < 0,05$
6	Тироксин (Т4) общий, нмоль/л Thyroxine (T4) total, nmol/l	$105,27 \pm 9,36$	$110,85 \pm 8,02$	$118,81 \pm 5,16$	$p_{1,3} < 0,05$ $p_{2,3} < 0,05$
7	Кортизол, нмоль/л Cortisol, nmol/l	$503,14 \pm 11,85$	$605,24 \pm 19,36$	$697,34 \pm 20,95$	$p_{1,2} < 0,05$ $p_{1,3} < 0,05$ $p_{2,3} < 0,05$
8	Адренокортикотропный гормон (АКТГ), пг/мл Adrenocorticotrophic hormone (ACTH), pg/ml	$33,91 \pm 2,16$	$35,87 \pm 1,9$	$42,61 \pm 1,74$	$p_{1,3} < 0,05$ $p_{2,3} < 0,05$

Таблица 2

Показатели гормонального статуса у высококвалифицированных футболистов со II типом вегетативной регуляции на различных этапах обследования

Table 2

Indexes of hormonal status in highly qualified football players with the vegetative regulation type II at different examination stages

№ п/п No	Показатели Indexes	Этапы исследования Examination stages			p
		до ФН before physical activity (PA) (n = 1)	после ФН after PA (n = 2)	после ФН и НИЛИ after PA and LLLI (n = 1)	
		1	2	3	
1	Бета-эндорфин, пг/мл Beta-endorphin, pg/ml	16,36	26,08 ± 1,53	39,17	p > 0,05
2	Тиреотропный гормон (ТТГ), мкМЕ/мл Thyrotropic hormone (TTH), μME/ml	2,82	3,51 ± 0,19	3,95	p > 0,05
3	Трийодтиронин (Т3), свободная фракция, пмоль/л Triiodothyronine (T3), free fraction, pmol/l	4,99	3,51 ± 0,11	2,98	p > 0,05
4	Трийодтиронин (Т3) общий, нмоль/л Triiodothyronine (T3) total, nmol/l	2,51	1,84 ± 0,16	1,52	p > 0,05
5	Тироксин (Т4), свободная фракция, пмоль/л Thyroxine (T4), free fraction, pmol/l	21,55	23,19 ± 0,56	24,01	p > 0,05
6	Тироксин (Т4) общий, нмоль/л Thyroxine (T4) total, nmol/l	108,97	112,98 ± 7,24	115,85	p > 0,05
7	Кортизол, нмоль/л Cortisol, nmol/l	510,05	618,93 ± 12,28	684,1	p > 0,05
8	Адренокортикотропный гормон (АКТГ), пг/мл Adrenocorticotrophic hormone (ACTH), pg/ml	36,91	48,16 ± 5,93	46,67	p > 0,05

Таблица 3

Показатели гормонального статуса у высококвалифицированных футболистов с III типом вегетативной регуляции на различных этапах обследования

Table 3

Indexes of hormonal status in highly qualified football players with the vegetative regulation type III at different examination stages

№ п/п No	Показатели Indexes	Этапы исследования Examination stages			p
		до ФН before physical activity (PA) (n = 17)	после ФН after PA (n = 10)	после ФН и НИЛИ after PA and LLLI (n = 13)	
		1	2	3	
1	Бета-эндорфин, пг/мл Beta-endorphin, pg/ml	20,54 ± 0,85	26,15 ± 1,21	32,76 ± 0,94	p _{1,2} < 0,05 p _{1,3} < 0,05 p _{2,3} < 0,05
2	Тиреотропный гормон (ТТГ), мкМЕ/мл Thyrotropic hormone (TTH), μME/ml	2,06 ± 0,15	2,42 ± 0,17	2,75 ± 0,11	p _{1,2} < 0,05 p _{1,3} < 0,05 p _{2,3} < 0,05
3	Трийодтиронин (Т3), свободная фракция, пмоль/л Triiodothyronine (T3), free fraction, pmol/l	4,26 ± 0,18	3,92 ± 0,13	3,61 ± 0,09	p _{1,2} < 0,05 p _{1,3} < 0,05 p _{2,3} < 0,05
4	Трийодтиронин (Т3) общий, нмоль/л Triiodothyronine (T3) total, nmol/l	2,34 ± 0,19	1,93 ± 0,16	1,72 ± 0,1	p _{1,2} < 0,05 p _{1,3} < 0,05 p _{2,3} < 0,05
5	Тироксин (Т4), свободная фракция, пмоль/л Thyroxine (T4), free fraction, pmol/l	20,04 ± 0,72	21,80 ± 0,64	22,13 ± 0,26	p > 0,05
6	Тироксин (Т4) общий, нмоль/л Thyroxine (T4) total, nmol/l	94,38 ± 2,74	98,67 ± 7,14	106,2 ± 4,04	p > 0,05
7	Кортизол, нмоль/л Cortisol, nmol/l	520 ± 17,38	602,14 ± 13,04	653,7 ± 9,28	p _{1,2} < 0,05 p _{2,3} < 0,05
8	Адренокортикотропный гормон (АКТГ), пг/мл Adrenocorticotrophic hormone (ACTH), pg/ml	32,67 ± 2,11	35,99 ± 4,56	39,8 ± 1,94	p _{1,2} < 0,05 p _{2,3} < 0,05

показателей гормонального ансамбля крови. Так, НИЛИ способствовало повышению концентрации бета-эндорфина на 25,3% (p < 0,05), ТТГ – на 13,6% (p < 0,05), кортизола – на 8,6% (p < 0,05) и АКТГ – на 10,5% (p < 0,05).

Более того, курс лазеротерапии способствовал снижению тироксина на 8,5–12,2% (p < 0,05).

И наконец, у футболистов после НИЛИ была обнаружена тенденция к повышенному содержанию обеих фракций Т4 (p > 0,05).

Такая реакция гормонов на действие специфической физической нагрузки после курса НИЛИ соответствовала данному типу вегетативной регуляции, так как в этом

Таблица 4

Показатели гормонального статуса у высококвалифицированных футболистов с IV типом вегетативной регуляции на различных этапах обследования

Table 4

Indexes of hormonal status in highly qualified football players with the vegetative regulation type IV at different examination stages

№ п/п No	Показатели Indexes	Этапы исследования Examination stages			p
		до ФН before PA (n = 4)	после ФН after PA (n = 5)	после ФН и НИЛИ after PA and LLLI (n = 5)	
		1	2	3	
1	Бета-эндорфин, пг/мл Beta-endorphin, pg/ml	18,16 ± 1,26	23,65 ± 1,14	29,78 ± 1,12	p _{1,2} < 0,05 p _{1,3} < 0,05 p _{2,3} < 0,05
2	Тиреотропный гормон (ТТГ), мкМЕ/мл Thyrotropic hormone (TTH), μME/ml	1,68 ± 0,16	1,91 ± 0,17	1,96 ± 0,14	p > 0,05
3	Трийодтиронин (Т3), свободная фракция, пмоль/л Triiodothyronine (T3), free fraction, pmol/l	4,23 ± 0,19	3,85 ± 0,12	3,78 ± 0,2	p > 0,05
4	Трийодтиронин (Т3) общий, нмоль/л Triiodothyronine (T3) total, nmol/l	2,14 ± 0,10	1,96 ± 0,17	1,9 ± 0,15	p > 0,05
5	Тироксин (Т4), свободная фракция, пмоль/л Thyroxine (T4), free fraction, pmol/l	20,92 ± 1,56	21,78 ± 1,24	22,16 ± 1,41	p > 0,05
6	Тироксин (Т4) общий, нмоль/л Thyroxine (T4) total, nmol/l	97,82 ± 5,46	98,02 ± 8,17	98,32 ± 7,43	p > 0,05
7	Кортизол, нмоль/л Cortisol, nmol/l	499,65 ± 34,12	566,41 ± 28,92	612,54 ± 24,02	p _{1,2} < 0,05 p _{1,3} < 0,05 p _{2,3} < 0,05
8	Адренокортикотропный гормон (АКТГ), пг/мл Adrenocorticotrophic hormone (ACTH), pg/ml	29,42 ± 5,26	32,27 ± 8,37	33,06 ± 6,27	p > 0,05

случае имеет место умеренное доминирование вагусных влияний на фоне подавления активности симпатического отдела ВНС, а лазерное воздействие носило нормализующий характер.

В ходе дальнейшей работы была изучена динамика гормонального статуса у высококвалифицированных футболистов с IV типом вегетативной регуляции. Результаты представлены в табл. 4.

В группе футболистов с выраженным доминированием автономной регуляции ритма сердца (IV тип) влияние специфической нагрузки привело лишь к межгрупповому достоверному увеличению бета-эндорфина на 30,2% и кортизола – на 13,4% (во всех случаях $p < 0,05$). По остальным же параметрам гормонального статуса отмечены лишь тенденции к изменению ($p > 0,05$).

Аналогичные модификации наблюдались и после сочетанного действия НИЛИ и физической нагрузки. Так, содержание бета-эндорфина выросло на 25,9%, а кортизола – на 8,2% (во всех случаях $p < 0,05$). По остальным показателям выявлены тенденции, соответствующие общегрупповым изменениям.

Заключение

Проведенное исследование показало, что у высококвалифицированных футболистов сочетанное влияние лазерного излучения и физической нагрузки сопровождалось ростом концентрации бета-эндорфина, ТТГ, кортизола и АКТГ на фоне снижения концентрации обеих фракций Т3.

Анализируя более детально особенности реагирования гормонов и нейропептидов в ответ на действие на организм физической нагрузки после курса НИЛИ у

футболистов с различными типами вегетативной регуляции, можно заключить:

- у спортсменов с умеренным типом центральной регуляции (I тип) заметно повышена активность реагирования практически всех изучаемых показателей гормонального фона, а именно отмечено достоверное увеличение бета-эндорфина, ТТГ, обеих фракций тироксина, АКТГ и кортизола; на этом фоне зафиксировано снижение Т3;
- у футболистов самой малочисленной группы с выраженным доминированием центрального контура регуляции (II тип) все же отмечены явные тенденции к увеличению бета-эндорфина, ТТГ, кортизола и снижению обеих фракций Т3;
- высококвалифицированные спортсмены-футболисты с III типом регуляции реагируют на сочетанное действие НИЛИ и специфической физической нагрузки сравнительно умеренным сдвигом изученных показателей гормонального статуса;
- у группы футболистов с крайне высоким преобладанием автономного контура управления сердечным ритмом (IV тип) отмечено лишь достоверное увеличение бета-эндорфина и кортизола.

Таким образом, у высококвалифицированных футболистов в зависимости от типа вегетативной регуляции сердечного ритма воздействие НИЛИ, особенно после специфической физической нагрузки, оказывало как корригирующее, так и биостимулирующее влияние.

Литература

1. Абдрахманова А.И., Амиров Н.Б. Современные представления о механизмах лазерного воздействия // Вестник современной клинической медицины. – 2015. – № 5. – С. 7–12.

2. Брук Т.М., Осипова Н.В., Терехов П.А. Оценка функционального состояния высококвалифицированных спортсменов на фоне лазерного воздействия // Материалы IX Международной научно-практической конференции «Современные научные достижения – 2013». – Прага, 2013. – С. 99–104.
3. Брук Т.М., Осипова Н.В. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на функциональное состояние и физиологические резервы высококвалифицированных спортсменов-борцов // Научно-практический журнал «Лечебная физическая культура и спортивная медицина». 2013. – № 2 (110). – С. 19–23.
4. Губанова А.В. Лазеры в клинической медицине. – Калуга, 2007. – 280 с.
5. Никулин А.Б., Родионова И.И. Биохимический контроль в спорте. – М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2011. – 229 с.
6. Осипова Н.В. Сравнительная характеристика влияния низкоинтенсивного лазерного излучения на уровень физической работоспособности студентов различных специализаций спортивного вуза: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 2008. – 26 с.
7. Павлов С.Е., Разумов А.Н., Павлов А.С. Лазерная стимуляция в медико-биологическом обеспечении подготовки квалифицированных спортсменов. – М.: Спорт, 2017. – 216 с.
8. Скобелкин О.К. Применение низкоинтенсивных лазеров в клинической практике. – М., 2006. – 296 с.
9. Титова Л.А., Воронцова З.А. Гормональный статус надпочечников при локальном воздействии лазерного облучения // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – № 2. – С. 173–174.
10. Цветков С.А., Соколова Ф.М., Олисов Д.Г., Дорофейков В.В. Лабораторный мониторинг состояния организма у спортсменов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2013. – № 6 (100). – С. 159–163.
11. Шлык Н.И., Сапожникова Е.Н., Шумихина И.И. Экспресс-оценка ортостатической реакции у спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции по данным анализа вариабельности сердечного ритма // Спортивная медицина. Здоровье и физическая культура. Сочи 2011: Материалы II Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции, 16–18 июня 2011 года. – Сочи, 2011. – С. 49–52.
12. Petersen K.G., Liu Y., Steinacker J.M. Training intensity influences thyroid hormones in highly trained men. *Int. J. Sports Med.* 2002; 23 (6): 428–435.

References

1. Abdrakhmanova A.I., Amirov N.B. Modern ideas about the mechanisms of laser exposure. *Bulletin of modern clinical medicine.* 2015; 5: 7–12.
2. Bruk T.M., Osipova N.V., Terekhov P.A. Evaluation of the functional state of highly qualified athletes against the background of laser exposure, *Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference «Modern scientific achievements – 2013».* Prague, 2013: 99–104.
3. Bruk T.M., Osipova N.V. Effects of low-level laser irradiation at the functional state and physiological reserves of highly skilled athletes-wrestlers. *Scientific and Practical Journal «Therapeutic physical culture and sports medicine».* 2013; 2 (110): 19–23.
4. Gubanova A.V. Lasers in clinical medicine. Kaluga, 2007: 280.
5. Nikulin A.B., Rodionova I.I. Biochemical control in sports. Moscow: VLADOS-PRESS, 2011: 229.
6. Osipova N.V. Comparative characteristics of the effect of low-level laser irradiation at physical working capacity of students of various specializations in a sport university: author's abstract. *Dissertation of Candidate of Biol. Sciences.* St. Petersburg, 2008: 26.
7. Pavlov S.E., Razumov A.N., Pavlov A.S. Laser stimulation in the medical and biological provision of training of qualified athletes. Moscow: Sport, 2017: 216.
8. Skobelkin O.K. Application of low-level lasers in clinical practice. Moscow, 2006: 296.
9. Titova L.A., Vorontsova Z.A. Hormonal status of the adrenal glands under the local effect of laser irradiation. *Bulletin of New Medical Technologies.* 2011; 2: 173–174.
10. Tsvetkov S.A., Sokolova F.M., Olisov D.G., Dorofeykov V.V. Laboratory monitoring of athletes' organism. *Scientific Notes of Lesgaft University.* 2013; 6 (100): 159–163.
11. Shlyk N.I., Sapozhnikova E.N., Shumikhina I.I. Express estimation of orthostatic reaction in sportsmen with different predominant types of vegetative regulation according to the analysis of heart rate variability. *Sports medicine. Health and physical culture. Sochi 2011: Materials of the IInd All-Russian (with international participation) scientific and practical conference,* June 16–18, 2011. Sochi, 2011: 49–52.
12. Petersen K.G., Liu Y., Steinacker J.M. Training intensity influences thyroid hormones in highly trained men. *Int. J. Sports Med.* 2002; 23 (6): 428–435.