Дата публикации: 01.12.2021
DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_04_19
УДК 57.02;57.04;612.1;612.821

ОСОБЕННОСТИ СРОЧНОЙ АДАПТАЦИИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ С РАЗЛИЧНЫМ ВЕГЕТАТИВНЫМ СТАТУСОМ В ПРОЦЕССЕ НЕЙРОБИОУПРАВЛЕНИЯ

Н.В. Лунина
Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), г. Москва, Россия

Ключевые слова: биоуправление, адаптация, сердечно-сосудистая система, спортсмены.

Аннотация. В статье представлены эффекты срочной адаптации системы кровообращения спортсменов, указывающие на то, что ментально-оперативная работа, впервые выполняемая спортсменами в ходе сеанса нейробиоуправления по бета-ритму головного мозга с аудиовизуальной обратной связью является достаточно нагрузочной для организма. При этом, с разной степенью интенсивности снижается инотропное и хронотропное влияния на сердечный ритм спортсменов, значительно сдвигаются показателей центральной и периферической гемодинамики. Отмечена разная степень риска развития гипертонических состояний у спортсменов изучаемых групп на впервые проводимый сеанс нейробиоуправления, как на нагрузочный стресс-фактор. В группах с ваго- и эйтонией оптимизировался тип кровообращения. Индекс функциональных изменений во всех группах отразил улучшение адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов. Выявленные особенности расширяют диагностические и коррекционно-адаптационные возможности нейробиоуправления в спортивной практике.

FEATURES OF URGENT ADAPTATION OF THE BLOOD CIRCULATION SYSTEM TO THE NEUROFEEDBACK SESSION IN ATHLETES WITH VARIOUS VEGETATIVE CARDIAC ACTIVITIES

N.V. Lunina
Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russia

Key words: biofeedback, adaptation, cardiovascular system, athletes.

Annotation. The article presents the effects of urgent adaptation of the athletes' blood circulation system, indicating that the mental-operational work performed for the first time by athletes during a session of neurofeedback according

to the beta rhythm of the brain with audio-visual feedback is quite stressful for the organism. At the same time, with varying degrees of intensity, inotropic and chronotropic effects on the heart rate of athletes decrease, the indicators of central and peripheral hemodynamics are significantly shifted. It was noted that the risk of developing hypertensive states in athletes of the studied groups was different for the first session of neurofeedback, as a load stress factor. In the groups of athletes with vagotonia and eutonia, the type of blood circulation was optimized. The index of functional changes in all groups reflected an improvement in the adaptation of the cardiovascular system of athletes. The revealed features expand the diagnostic and correctional-adaptive capabilities of neurofeedback in sports practice.

Введение. Нейробиоуправление, основанное на произвольном изменении функционирования ритмической активности головного мозга без внешних вмешательств и стимуляций, влечет изменения церебральной гемодинамики [1-2], функциональной активности различных структур центральной нервной системы, оказывая нисходящее влияние на подлежащие структуры посредством оптимизации эрго- и трофотропных влияний [2]. Эффектами нейробиоуправления являются позитивные изменения касающихся нейродинамики ритмов головного мозга, отражающие усиление церебральной гемодинамики и улучшение когнитивных функций [3], психической деятельности и функционирования систем организма [4]. Недостаточно освещенными остаются особенности протекания опосредованных реакций висцеральных систем в процессе курсов нейробиоуправления различной продолжительности.

Вопросы, раскрывающие особенности формирования механизмов срочной и долговременной адаптации организма в ответ на воздействия средовых факторов приобретают особую актуальность в поиске средств восстановления и повышения работоспособности спортсменов, отвечающим современным требованиям организаций, регламентирующим тренировочно-соревновательную деятельность. В этой связи, принципиально важными являются возможности практического применения нейробиоуправления в практике спорта с целью направленных коррекционно-адаптационных изменений функционирования систем организма спортсменов, альтернативных фармакологическим воздействиям.

Методы и организация исследования. В исследование с добровольного согласия включали юношей в возрасте 18-22-х лет, специализирующихся в ациклических видах спорта на подготовительном этапе годичного тренировочного цикла. Многолетние исследования проводились на базе НИИ «Деятельности в экстремальных условиях»

СибГУФК (г. Омск), ОмГУ им. Ф.М. Достоевского (г. Омск), СибАДИ (г. Омск), РГУФКСМиТ (г. Москва).

Оценка срочных эффектов системы кровообращения спортсменов анализировалась по основным и расчетным показателям в условиях относительного покоя и после проведения сеанса нейробиоуправления с выполнением задания по подбору стратегии произвольного повышения бета-ритма головного мозга, представленного аудио-визуальным биологическим ответом с регистрирующих датчиков на экран монитора компьютера в виде графического (10 мин.) и сюжетно-игрового (18 мин.) представления. Выполнение задания для испытуемых осложнялось необходимостью сохранять мышечное расслабление, регистрируемое миографическими датчиками, располагаемых в области лба, сеанс проводился в условиях активного бодрствования при открытых глазах.

Значения полученных показателей приводились к среднеарифметическим с вычислением стандартных отклонений математико-статистическими методами, определением уровня значимости при $p \geq 0,05$ по t-критерию Стъюдента для связанных и несвязанных выборок. Динамика показателей оценивалась по темпам прироста по Броуди. Дифференциация контингента на группы производилась, исходя из вегетативного обеспечения функционирования сердечного ритма: ваготоники, эйтоники, симпатикотоники по индексу напряжения (ИН, усл.ед.) регуляторных систем.

Наиболее чувствительным и информативным индикатором функционального состояния сердечно-сосудистой системы традиционно считается показатель частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), значения которого в покое в изучаемых группах спортсменов находились в диапазоне нормированных значений (табл. 1). После однократного сеанса нейробиоуправления по бета-ритму отмечен эффект уменьшения хронотропного влияния со снижением ЧСС до нижних границ нормы, причем наиболее выраженным он был у спортсменов с оптимальным вегетативным обеспечением сердечного ритма (эйтоники), более стабильные значения наблюдаются в группе симпатикотоников, со снижением показателя лишь на 3% (табл. 1).

Наряду со снижением хронотропного влияния, в ходе сеанса нейробиоуправления у спортсменов изучаемых групп отмечается умеренное снижение инотропного влияния, выраженное в уменьшении значений систолического, диастолического и среднего артериального давления. Тенденция снижения отмечена и в изменении параметров пульсового давления у спортсменов крайних типов вегетативного обеспечения сердечного

ритма (ваго- и симпатикотония), у спортсменов с эйтонией наблюдается динамика незначительного увеличения показателя.

Таблица 1

Значения показателей сердечно-сосудистой системы в покое и после нейробиоуправления в изучаемых группах спортсменов

Показатели (M±m)		Ваготоники (M±m)	Эйтоники (M±m)	Симпатикотоники (M±m)
ЧСС, min^{-1}	1	60,45±0,2	69,30±0,42	63,30±0,031
	2	55,71±0,03*	59,33±0,25*	61,50±0,025
САД, мм.рт.ст.	1	120,38±0,09	123,95±0,12	124,80±0,051
	2	115,24±0,07*	123,83±0,09	119,50±0,063*
ДАД, мм.рт.ст.	1	67,86±0,03	68,08±0,04	68,90±0,006
	2	65,24±0,02	66,63±0,03	67,67±0,0058
АДср, мм.рт.ст.	1	85,37±0,08	86,70±0,83	87,53±0,77
	2	81,90±0,06*	85,69±0,81	84,94±0,71*
ПД, мм.рт.ст.	1	52,52±0,04	55,86±0,07	55,90±0,013
	2	50,00±0,03	57,21±0,05	51,83±0,015*

Примечание: 1 – значения, полученные до проведения сеанса адаптивного нейробиоуправления; 2 – значения, полученные после сеанса адаптивного нейробиоуправления; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; АДср – среднее артериальное давление; * – достоверность различий при уровне $p \geq 0,05$

Исходные показатели производительности и насосной функции сердца, отражаемые значениями ударного объема (УО, мл) и минутного объема кровообращения (МОК, л) у спортсменов всех рассматриваемых групп, были выше нормы (табл. 2). В ответ на однократный сеанс нейробиоуправления, наряду с изменением церебральной активности, отмечены значительные сдвиги показателей центральной и периферической гемодинамики: значения УО, в среднем, у спортсменов изучаемых групп снизились на 22%, отмечено падение МОК у спортсменов с эйтонией – на 36% от исходных величин, у спортсменов с симпатикотонией и ваготонией – на 26% и 30%, соответственно.

Снижение значений ударного объема и минутного объема кровообращения в совокупности со снижением артериального давления, отражающих снижение притока крови к сердцу, характерны для выполнения физической работы в статическом режиме [5], подтверждая тот факт, что ментально-оперативная работа, впервые выполняемая в ходе сеанса нейробиоуправления по бета-ритму головного мозга с аудио-визуальной обратной связью является достаточно нагрузочной для физически тренированного организма спортсменов.

Таблица 2

Изменения производительности, ударной и насосной функции сердечно-сосудистой системы в ходе сеанса нейробиоуправления

Показатели (M±m)	Группы спортсменов / Темпы прироста показателей, %					
	Ваготоники (M±m)	ТП, %	Эйтоники (M±m)	ТП, %	Симпатотоники (M±m)	ТП, %
УО, мл	124,32±0,1	-22	126,77±0,41	-22	128,03±0,11	-23
МОК, л	7,48±0,04	-30	8,70±0,03	-36	8,13±0,027	-26
СИ, л/мин/м^2	4,42±0,03	-28	4,99±0,02	-40	4,71±0,16	-28
ОПСС, дин/с/см$^{-5}$	933,14±18,1	+25	832,99±19,3	+33	1195,50±12,7	+7
УПСС, усл.ед.	552,84±13,8	+24	475,47±12,61	+32	676,17±16,4	-6,2
ИССР, усл.ед.	112,1±0,31	+4,5	98,3±0,07	+21,6	108,2±0,13	+1,6
ИФИ, усл.ед.	1,93±0,031	-4,7	2,10±0,029	-5,2	2,09±0,034	-2,9

Примечание: СИ – сердечный индекс; ОПСС – общее периферическое сопротивление сосудов; УПСС – удельное периферическое сопротивление сосудов; ИССР – индекс сердечно-сосудистой регуляции; ИФИ – индекс функциональных изменений

Снижение производительности и насосной функции сердца, произошедшей в ходе однократного сеанса нейробиоуправления отразилось на повышении периферического сопротивления сосудов спортсменов с эйтонией на 33%, с ваготонией – на 25% от исходных значений при достаточно стабильной реакции симпатотоников (прирост 7%). Следует отметить, что в данной группе спортсменов после сеанса нейробиоуправления отмечается тенденция снижения удельного периферического сопротивления (УПСС, усл.ед.) на 6%, что может свидетельствовать как о нарастающем напряжении периферических сосудов и некотором ухудшении капиллярного кровообращения [6]. УПСС в группах спортсменов с ваго- и эйтонией значительно возросло на 24% и 32%, соответственно. Выявленное перераспределение циркулирующей крови в периферическом русле сосудистой системы может указывать как на увеличение прекапиллярного сопротивления и улучшение тканевого обмена, так и свидетельствовать о слабости сосудистой стенки периферических сосудов [6], что требует дальнейшего наблюдения и расширения объема диагностических исследований.

Выявленные реактивные снижения показателей ударного объема (УО), минутного объема кровообращения (МОК) на фоне увеличения значений общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС) в ходе сеанса нейробиоуправления могут свидетельствовать о возможности развития гипертонических состояний с разной степенью риска [7]. Подтверждением этому могут служить значения сердечного индекса (СИ), указывающего на исходный гипертонический тип кровообращения спортсменов во всех

изучаемых группах. При этом, даже однократный сеанс нейробиоуправления оказал оптимизирующее воздействие в группах ваготоников и эйтоников, изменяя тип кровообращения на эукинетический. В группе симпатотоников на фоне снижения показателей ОПСС и СИ, тип кровообращения остался неизменным. В группе спортсменов с эйтонией снизился уровень регуляции кровообращения с изменением типа саморегуляции кровообращения со смешанного на сосудистый, определяемого по индексу сердечно-сосудистой регуляции (ИССР, усл.ед.), оставаясь качественно неизменным в остальных группах: сосудистым – у вагототоников, смешанным – у симпатотоников.

Наряду с выявленными разнонаправленными срочными изменениями сердечно-сосудистой системы в ответ на однократный сеанс нейробиоуправления по бета-ритму головного мозга отмечается некоторое улучшение адаптации сердечно-сосудистой системы, определяемого по индексу функциональных изменений (ИФИ, усл.ед.), у ваготоников и эйтоников – на 5%, у симпатотоников – на 3%.

Заключение. Результаты, полученные в ходе данного исследования, дополняют знания об эффектах срочной адаптации системы кровообращения к средовым однократным воздействиям на церебральную активность спортсменов посредством нейробиоуправления, расширяя представления о коррекционно-адаптационных возможностях метода, раскрывая его потенциальные перспективы в оптимизации функционального состояния, процессов восстановления и повышения работоспособности спортсменов, альтернативным фармакологической коррекции, что отвечает запросам современной спортивной медицины, теории и практики спорта.

Список литературы

1. Ботоева Н.К. Изменения церебральной гемодинамики и биоэлектрической активности головного мозга у больных нейроциркуляторной дистонии / Н.К. Ботоева, А.Л. Зассева, К.А. Магаев, Л.Г. Хетагурова // Вестник новых медицинских технологий – 2006. – Т. 13. – № 3. – С. 57.

2. Лунина Н.В. Динамические изменения показателей спектрального анализа сердечного ритма спортсменов в процессе нейробиоуправления / Н.В. Лунина, И.Н. Калинина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://science-education.ru/ru/article/view?id=21844 (Дата обращения: 01.10.2021).

3. Штарк М.Б. Применение электроэнцефалографического биоуправления в клинической практике (литературный обзор) / М.Б. Штарк, А.Б. Скок // Биоуправление – 3: Теория и практика. – Новосибирск. – 1998. – С. 131-139.

4. Долецкий А.Н. Нейрофизиологические механизмы адаптивного биоуправления и пути повышения его эффективности / А.Н. Долецкий // Автореф. диссертации на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 03.03.01 – Физиология. – Волгоград. – 2012. – 50 с.

5. Солодков А.С. Физиология спорта: Учебное пособие / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб // СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта. – СПб. – 1999. – 231 с.

6. Шпак Л.В. Преимущества оценки гемодинамических показателей у больных артериальной гипертензией методом объемной компрессионной осциллометрии / Л.В. Шпак, Е.С. Галошина // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2013. – № 12(2). – С. 10-17.

7. Терегулов Ю.Э. Интегральные показатели центральной гемодинамики у здоровых лиц и пациентов с гипертонической болезнью в зависимости от типа гемодинамики / Ю.Э. Терегулов // Актуальные проблемы медицины. – 2012. – Т. 2(64). – С.164-168.

References

1. Botoeva N.K. Changes in cerebral hemodynamics and bioelectric activity of the brain in patients with neurocirculatory dystonia / N.K. Botoeva, A.L. Zasseva, K.A. Magaev, L.G. Khetagurova // Bulletin of New Medical Technologies. – 2006. – Vol. 13. – № 3. – P. 57.

2. Lunina N.V. Dynamic changes in indicators of spectral analysis of the heart rate of athletes during the process of neurofeedback / N.V. Lunina, I.N. Kalinina // Modern Issues of Science and Education. – 2015. – № 2-2. [Electronic resource] Access mode: https://science-education.ru/ru/article/view?id=21844 (Accessed on 01.10.2021).

3. Shtark M.B. Implementing of electroencephalographic biofeedback in clinical practice (literature review) / M.B. Shtark, A.B. Skok // Biofeedback – 3: Theory and Practice. – Novosibirsk. – 1998. – P. 131-139.

4. Doletskij A.N. Neurophysiological mechanisms of adaptive biofeedback and ways to increase its effectiveness / A.N. Doletskij // Thesis abstract for a degree of Doctor of Medical Sciences. Specialty: 03.03.01 – Physiology. – Volgograd. – 2012. – 50 p.

5. Solodkov A.S. Sports physiology: workbook / A.S. Solodkov, E.B. Sologub // Saint Petersburg State University of Physical Culture named after P.F. Lesgaft. – St. Petersburg. – 1999. – 231 p.

6. Shpak L.V. Benefits of evaluating hemodynamic indicators in patients with arterial hypertension with a method of volumetric compression oscillometry / L.V. Shpak, E.S. Galoshina // Cardiovascular Therapy and Prevention. – 2013. – № 12(2). – P. 10-17.

7. Teregulov Yu.E. Integral indicators of central hemodynamics in healthy people and patients with hypertensive disease depending on type of hemodynamics / Yu.E. Teregulov // Relevant Issues of Medicine. – 2012. – Vol. 2(64). – P. 164-168.

Сведения об авторах: Наталья Владимировна Лунина – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры Физической реабилитации, массажа и оздоровительной физической культуры им. И.М. Саркизова-Серазини, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва, e-mail: natalya-franc@mail.ru.

Information about the authors: Natal'ya Vladimirovna Lunina – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Rehabilitation, Massage and Health-Improving Physical Culture named after I.M. Sarkizov-Serazini of the Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, e-mail: natalya-franc@mail.ru.