

Дата публикации: 01.06.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_28
УДК 612.821.8; 612.833.8

Publication date: 01.06.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_28
UDC 612.821.8; 612.833.8

КУМУЛЯТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ КУРСА НЕЙРОБИОУПРАВЛЕНИЯ ПО БЕТА-РИТМУ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ

Н.В. Лунина¹, Ю.В. Корягина²

¹Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), г. Москва, Россия

²Северо-кавказский федеральный научно-клинический центр ФМБА России, г. Ессентуки, Россия

Аннотация В статье описаны особенности кумулятивного влияния курса нейробиоуправления на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы спортсменов в зависимости от характера спортивной деятельности, произошедшие к середине курса после прохождения 5 сеансов нейробиоуправления по бета-ритму. Выявлены особенности изменения показателей, отражающих системное давление, производительность сердца, периферическое кровообращение, типы сердечно-сосудистой регуляции и типы регуляции кровообращения. Во всех изучаемых группах отмечена положительная реакция сердечно-сосудистой системы на проводимый сеанс, отражающаяся в оптимизации значений рассматриваемых показателей. Полученные сведения о кумулятивных адаптационных эффектах в функционировании сердечно-сосудистой системы, из курса нейробиоуправления по бета-ритму в зависимости от характера спортивной деятельности, позволят определить возникновение неблагоприятных состояний сердечно-сосудистой системы, провести их своевременную коррекцию, осуществить профилактику возникновения состояний, связанных с утомлением посредством нейробиоуправления в процессе их профессиональной деятельности.

Ключевые слова: спортсмены, адаптация, сердечно-сосудистая система, нейробиоуправление, кумулятивное влияние.

CUMULATIVE EFFECT OF THE BETA RHYTHM NEUROBIOFEEDBACK COURSE ON THE FUNCTIONAL STATE OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF ATHLETES

N.V. Lunina¹, Yu.V. Koryagina²

¹Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russia

²FSBI "North-Caucasian Federal Research and Clinical Center of the FMBA of Russia", Essentuki, Russia

Annotation. The article describes the features of the cumulative effect of the course of neurofeedback on the functional state of the cardiovascular system of athletes, depending on the nature of sports activity, which occurred by the middle of the course after passing 5 sessions of the beta rhythm neurofeedback. The features of changes in indicators reflecting systemic pressure, cardiac efficiency, peripheral circulation, types of cardiovascular regulation and types of blood circulation regulation were revealed. In all studied groups, a positive reaction of the cardiovascular system to the session was noted, which is reflected in the optimization of the values of the parameters under consideration. The obtained information about the cumulative adaptive effects in the of the cardiovascular system's functioning from the beta rhythm neurofeedback course, depending on the direction of sports activity, will make it possible to identify the occurrence of adverse conditions of the cardiovascular system, carry out their timely correction, and prevent the occurrence of conditions associated with fatigue through neurofeedback in the course of their professional activities.

Keywords: athletes, adaptation, cardiovascular system, neurofeedback, cumulative effect.

Введение. Нейробиоуправление, основанное на принципах биологической обратной связи, позволяет не инвазивным и альтернативным фармакологическим способом повысить успешность тренировочно-соревновательной деятельности [1], улучшить психофизиологическое состояние спортсменов [2], способствуя повышению спортивного мастерства.

Наряду с доказанными терапевтическими эффектами биоуправления при заболеваниях сердечно-сосудистой системы в клинической медицине [3-5], число работ по изучению влияния на сердечно-сосудистую систему спортсменов нейробиоуправления по бета-ритму различной продолжительности ограничено. Представляют исследовательский интерес не только изменения в функционировании сердечно-сосудистой системы спортсменов срочного рефлекторного характера, но и изучение кумулятивных изменений, произошедших после прохождения 5 сеансов нейробиоуправления по бета-ритму, отражающих формирование механизмов долговременной адаптации. Изучение особенностей кумулятивного влияния нейробиоуправления по бета-ритму на функционирование сердечно-сосудистой системы в зависимости от характера спортивной деятельности расширяет представления о срочных и отставленных восстановительных и реабилитационно-коррекционных возможностях применения нейробиоуправления в практике восстановительной и спортивной медицины.

Цель исследования. Изучение кумулятивного влияния, сформированного после прохождения 5 сеансов нейробиоуправления по бета-ритму в функционировании сердечно-сосудистой системы спортсменов, в зависимости от характера их спортивной деятельности.

Методы и организация исследования. Исследования проводились на базах НИИ «Деятельности в экстремальных условиях» СибГУФК (г. Омск), ОмГУ им. Ф.М. Достоевского (г. Омск), СибАДИ (г. Омск), РГУФКСМиТ (г. Москва), ФГБУ СКФНКЦ

ФМБА России (г. Ессентуки) в подготовительный период тренировочного цикла. В исследовании приняли участие 1020 спортсменов циклических, ациклических и игровых видов спорта, юношей в возрасте 18-21 год, информированных о проводимых исследованиях, с добровольного согласия на участие в исследовании и с одобрения локального этического комитета ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России (протокол №1 от 10.02.2022 г).

В зависимости от характера двигательной деятельности, участники распределены на группы: 1 группа – спортсмены циклических видов спорта (38%); 2 группа – спортсмены скоростно-силовых видов спорта (25%); 3 группа – спортсмены-единоборцы (3%); 4 группа – спортсмены игровых видов спорта (17%); 5 группа – спортсмены сложно-координационных видов спорта (17%).

Нейробиоуправление по бета-ритму головного мозга осуществляли на программно-аппаратном комплексе «БОСЛАБ» (Институт молекулярной биологии и биофизики СО РАН г. Новосибирск, Россия) [6].

В середине курса нейробиоуправления по бета-ритму, состоявшего из 10 сеансов, изучались изменения функционального состояния сердечно-сосудистой системы по показателям центральной и периферической гемодинамики до и после 5 сеанса. Запись показателей производилась на протяжении не менее 5 минут (ПАК «Поли-Спектр», «Нейрософт», г. Иваново).

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью пакета анализа Statistica 13, вычислялись среднеарифметические значения и стандартное отклонение полученных показателей, определение нормальности распределения осуществлялось по Колмогорову-Смирнову, для оценки достоверности межгрупповых различий применялся t-критерий Стьюдента при уровне значимости показателей $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Кумулятивные изменения в функционировании сердечно-сосудистой системы

спортсменов, сформированные к середине курса нейробиоуправления по бета-ритму (5 сеанс), оценивались в зависимости от характера спортивной деятельности (табл.).

В 1-й группе исходные значения большинства изучаемых показателей находились в диапазоне нормированных величин: частота сердечных сокращений (ЧСС) – $66,2 \pm 0,8$ (уд. мин.), систолическое артериальное давление (САД) – $116,0 \pm 1,7$ (мм рт. ст.), диастолическое артериальное давление (ДАД) – $70,2 \pm 0,77$ (мм рт. ст.), среднее артериальное давление (АДср) – $85,4 \pm 0,67$ (мм рт. ст.), пульсовое давление (ПД) – $45,9 \pm 0,73$ (мм рт. ст.), ударный объем (УО) – $93,7 \pm 1,06$ (мл), минутный объем крови (МОК) – $6188,0 \pm 9,54$ (мл/мин), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС) – $1121,9 \pm 12,09$ (дин/с/см⁻⁵), удельное периферическое сопротивление сосудов (УПСС) – $24,3 \pm 0,46$ (у.е.). Тип кровообращения, оцениваемый по значениям сердечного индекса (СИ) – $3,6 \pm 0,05$ (л/мин/м²), соответствовал гиперкинетическому типу, что нехарактерно для спортсменов, специализирующихся на развитие выносливости, и может отражать состояние напряжения в функционировании сердечно-сосудистой системы. Значения индекса сердечно-сосудистого реагирования (ИССР) – $2,3 \pm 0,45$ (у.е.) указывали на сердечный тип сердечно-сосудистой регуляции. Индекс функциональных изменений (ИФИ) – $2,0 \pm 0,02$ (у.е.) соответствовал хорошим функциональным возможностям системы кровообращения спортсменов. После 5 сеанса нейробиоуправления по бета-ритму головного мозга были обнаружены изменения типа кровообращения с гиперкинетического на эукинетический (СИ – $2,7 \pm 0,05$ (л/мин/м²)), снизились показатели производительности сердца: УО – $71,4 \pm 0,54$ (мл), МОК – $4622,3 \pm 8,94$ (мл/мин) на фоне повышения показателей периферического кровообращения: ОПСС – $1472,4 \pm 14,44$ (дин/с/см⁻⁵), УПСС – $31,8 \pm 0,53$ (у.е.) и значений ИССР – $31,8 \pm 0,54$ (у.е.), который оставался в диапазоне величин сердечного типа сердечно-сосудистой регуляции.

Значения ИФИ – $2,0 \pm 0,03$ (у.е.) ($p \geq 0,05$) соответствовали хорошей адаптации системы кровообращения спортсменов, что подтверждается снижением индекса недостаточности кровообращения с значений $1,80 \pm 0,28$ до $1,75 \pm 0,22$ (у.е.) ($p \geq 0,05$), отражающих нормализацию работы сердечно-сосудистой системы.

У спортсменов скоростно-силовых видов спорта (2 группа) к 5-му сеансу нейробиоуправления по бета-ритму головного мозга так же большинство изучаемых показателей соответствовали значениям нормы (табл.), при этом отмечаются следующие особенности: значения САД – $125,6 \pm 1,2$ (мм рт. ст.) наиболее высокие среди изучаемых групп спортсменов, находятся в диапазоне нормы и соответствуют характеру выполняемой спортивной деятельности [7]. ПД – $59,9 \pm 1,33$ (мм рт. ст.) соответствует верхней границе нормы, что в сочетании с повышенным САД может указывать на увеличение жесткости магистральных артерий, рост амплитуды пульсовой волны отражения, повышение «истинного» возраста артерий, не соответствующего биологическому [8]. Кроме того, повышенное ПД имеет высокое прогностическое значение в оценке рисков развития неблагоприятных состояний и сердечно-сосудистых исходов [8-10]. В группе отмечен наиболее высокий УО – $110,3 \pm 1,66$ (мл), соответствующий значениям, характерным при выполнении физической нагрузки. Пограничное значение СИ – $3,5 \pm 0,07$ (л/мин/м²) находится на переходе с гиперкинетического к эукинетическому типу кровообращения, отражает напряжение в функционировании сердечно-сосудистой системы, что соответствует характеру выполняемой спортивной деятельности. При этом, в группе отмечаются наиболее высокие значения ИФИ – $1,8 \pm 0,08$ (у.е.) указывающие на высокий адаптационный потенциал спортсменов данной группы. После 5-го сеанса нейробиоуправления по бета-ритму головного мозга достоверно снизился СИ – $2,6 \pm 0,05$ (л/мин/м²) до верхней границы значений гипокинетического типа кровообращения,

УО – $79,2 \pm 1,68$ (мл), МОК – $4790,2 \pm 10,25$ (мл/мин). Достоверно повысились показатели ОПСС – $1464,7 \pm 13,10$ (дин/с/см⁻⁵), УПСС – $34,0 \pm 0,82$ (у.е.), ИССР – $31,8 \pm 0,54$ (у.е.), без смены типа сердечно-сосудистой регуляции. ИФИ незначительно ($p \geq 0,05$)

повысился до $2,0 \pm 0,08$ (у.е.), индекс недостаточности кровообращения (ИНК) снизился ($p \geq 0,05$) с $2,09 \pm 0,34$ до $1,93 \pm 0,47$ (у.е.), что в совокупности указывали на хорошую адаптацию и нормализацию работы сердечно-сосудистой системы.

Таблица

Изменение показателей функционирования сердечно-сосудистой системы спортсменов в зависимости от характера спортивной деятельности в середине курса нейробиоуправления по бета-ритму (5 сеанс)

Показатель, ед. измерения	Группы спортсменов в зависимости от характера спортивной деятельности					
		1 группа (M±m)	2 группа (M±m)	3 группа (M±m)	4 группа (M±m)	5 группа (M±m)
ЧСС, уд/мин	1	$66,2 \pm 0,8$	$57,5 \pm 0,7$	$66,5 \pm 1,2$	$65,7 \pm 1,04$	$73,0 \pm 1,06$
	2	$64,8 \pm 1,14$	$60,4 \pm 0,84$	$80,0 \pm 0,28$	$62,2 \pm 0,98$	$68,9 \pm 0,87$
Достоверность		$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$
САД, мм рт. ст.	1	$116,0 \pm 1,7$	$125,6 \pm 1,2$	$120,0 \pm 0,7$	$124,6 \pm 1,42$	$114,0 \pm 0,87$
	2	$114,1 \pm 0,93$	$124,2 \pm 1,17$	$120,0 \pm 1,0$ 0	$119,7 \pm 1,48$	$113,2 \pm 0,77$
Достоверность		$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$
ДАД, мм рт. ст.	1	$70,2 \pm 0,77$	$65,6 \pm 0,8$	$75,0 \pm 0,1$	$74,8 \pm 0,8$	$68,8 \pm 0,69$
	2	$68,2 \pm 0,63$	$65,6 \pm 0,88$	$73,5 \pm 0,21$	$70,3 \pm 1,23$	$69,6 \pm 0,52$
Достоверность		$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$
АД ср, мм рт. ст.	1	$85,4 \pm 0,67$	$85,6 \pm 0,73$	$90,0 \pm 0,36$	$91,4 \pm 0,97$	$83,9 \pm 0,64$
	2	$83,5 \pm 0,67$	$85,1 \pm 0,75$	$89,0 \pm 1,41$	$86,7 \pm 1,1$	$84,1 \pm 0,52$
Достоверность		$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$
ПД, мм рт. ст.	1	$45,9 \pm 0,73$	$59,9 \pm 1,33$	$45,0 \pm 0,71$	$49,8 \pm 0,88$	$45,2 \pm 0,84$
	2	$45,9 \pm 0,7$	$58,6 \pm 1,36$	$46,5 \pm 1,12$	$49,4 \pm 1,27$	$43,6 \pm 0,69$
Достоверность		$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$
УО, мл	1	$93,7 \pm 1,06$	$110,3 \pm 1,66$	$87,1 \pm 1,47$	$94,3 \pm 0,81$	$94,4 \pm 1,06$
	2	$71,4 \pm 0,54$	$79,2 \pm 1,68$	$65,8 \pm 1,06$	$71,5 \pm 0,77$	$70,1 \pm 0,53$
Достоверность		$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$
МОК, мл/мин	1	$6188,0 \pm$ $9,54$	$6325,6 \pm$ $11,04$	$5729,3 \pm$ $13,51$	$6192,2 \pm$ $11,07$	$6820,9 \pm$ $16,92$
	2	$4622,3 \pm$ $8,94$	$4790,2 \pm$ $10,25$	$5258,5 \pm$ $10,12$	$4407,2 \pm$ $15,98$	$4812,5 \pm$ $15,63$
Достоверность		$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$
СИ, л/мин/м ²	1	$3,6 \pm 0,05$	$3,5 \pm 0,07$	$3,3 \pm 0,13$	$3,3 \pm 0,06$	$4,4 \pm 0,05$
	2	$2,7 \pm 0,05$	$2,6 \pm 0,05$	$3,1 \pm 0,02$	$2,3 \pm 0,03$	$3,1 \pm 0,04$
Достоверность		$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$
ОПСС, дин/с/см ⁻⁵	1	$1121,9 \pm$ $12,09$	$1107,7 \pm$ $12,35$	$1249,4 \pm$ $10,91$	$1204,6 \pm$ $12,48$	$984,7 \pm$ $12,61$
	2	$1472,4 \pm$ $14,44$	$1464,7 \pm$ $13,10$	$1342,9 \pm$ $14,71$	$1589,6 \pm$ $13,23$	$1406,9 \pm$ $12,07$
Достоверность		$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$
УПСС, у.е.	1	$24,3 \pm 0,46$	$25,8 \pm 0,63$	$27,0 \pm 0,31$	$28,9 \pm 0,66$	$19,6 \pm 0,31$
	2	$31,8 \pm 0,53$	$34,0 \pm 0,82$	$29,1 \pm 0,85$	$38,2 \pm 0,88$	$27,9 \pm 0,44$

Продолжение таблицы

Достоверность		$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$
ИССР, у.е.	1	24,3±0,45	25,8±0,63	27,0±0,31	28,9±0,66	19,6±0,31
	2	31,8±0,54	34,0±0,83	29,1±1,85	38,2±0,88	27,9±0,44
Достоверность		$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$
ИФИ, у.е.	1	2,0±0,02	1,8±0,08	2,1±0,04	2,2±0,03	2,0±0,02
	2	2,0±0,03	2,0±0,08	2,4±0,01	2,2±0,03	2,0±0,02
Достоверность		$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$

Примечание: группа 1 – спортсмены циклических видов спорта; группа 2 – спортсмены скоростно-силовых видах спорта; группа 3 – спортсмены-единоборцы; группа 4 – спортсмены игровых видов спорта; группа 5 – спортсмены сложно-координационных видов спорта; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; АДср – среднее артериальное давление; ПД – пульсовое давление; ОПСС – общее периферическое сопротивление сосудов; УПСС – удельное периферическое сопротивление сосудов; УО – ударный объема кровообращения; МОК – минутный объем кровообращения; СИ – сердечный индекс; ИССР – индекс сердечно-сосудистого реагирования; ИФИ – индекс функциональных изменений

У спортсменов-единоборцев (3-я группа) при нормированных значениях изучаемых показателей (табл.) к 5-му сеансу нейробиоуправления по бета-ритму головного мозга отмечены наиболее низкие значения производительности сердечной деятельности по показателям УО – 87,1±1,47 (мл) и МОК – 5729,3±13,51 (мл/мин), при этом показатель АДср – 90,0±0,36 (мм. рт. ст.), являющийся результатом взаимодействия сердечного выброса и системного сосудистого сопротивления, находится у верхней границы нормы, СИ – 3,3±0,13 (л/мин/м²) соответствует эукинетическому типу кровообращения, ИФИ – 2,1±0,04 (у.е.) соответствует хорошим функциональным возможностям сердечно-сосудистой системы спортсменов. После 5-го сеанса в группе достоверно изменился только показатель УО – 65,8±1,06 (мл). Незначительное повышение ИФИ – 2,4±0,08 (у.е.) ($p \geq 0,05$) – указывает на хорошую адаптацию сердечно-сосудистой системы, стабилизация ИНК в диапазоне с 1,05±0,05 до 1,57±0,05 (у.е.) ($p \geq 0,05$) может свидетельствовать о напряжении в работе сердечно-сосудистой системы, что к 5-му сеансу нейробиоуправления может быть связано с системными перестройками в функционировании организма спортсменов-единоборцев.

У спортсменов игровых видов спорта (4 группа) при нормированных значениях большинства изучаемых показателей сердечно-сосудистой системы (табл.) к 5-му сеансу нейробиоуправления по бета-ритму отмечены следующие особенности: значения САД – 124,6±1,42 (мм рт. ст.) находятся в диапазоне верхних нормированных значений, что нетипично для спортсменов данной группы по характеру выполняемой деятельности; отмечены повышенные значения АДср – 91,4±0,97 (мм рт. ст.), отражающие взаимодействие сердечного выброса и системного сосудистого сопротивления, при нормированных показателях сердечной производительности: УО – 94,3±0,81 (мл), МОК – 6192,2±11,07 (мл/мин) и периферического сосудистого сопротивления: ОПСС – 1204,6±12,48 (дин/с/см⁻⁵), УПСС – 28,9±0,66 (у.е.). СИ – 3,3±0,06 (л/мин/м²) отражает эукинетический тип кровообращения, ИФИ – 2,2±0,03 (у.е.) соответствует хорошим функциональным возможностям системы кровообращения спортсменов. После 5 сеанса нейробиоуправления по бета-ритму головного мозга отмечено снижение показателя АДср – 86,7±1,1 (мм рт. ст.) ($p \geq 0,05$) при достоверных изменениях типа кровообращения с эукинетического на гипокинетический по значениям

СИ – $2,3 \pm 0,03$ (л/мин/м²) ($p \leq 0,05$) в совокупности с каскадными реакциями снижения показателей производительности сердца: УО – $71,5 \pm 0,77$ (мл), МОК – $4407,2 \pm 15,98$ (мл/мин) и наиболее значительного повышения значений периферического кровообращения – ОПСС – $1589,6 \pm 13,23$ (дин/с/см⁻⁵), УПСС – $38,2 \pm 0,88$ (у.е.). Значение ИССР – $38,2 \pm 0,88$ (у.е.) повысилось без изменения типа регуляции. ИФИ – $2,2 \pm 0,03$ (у.е.) ($p \geq 0,05$) соответствует хорошей адаптации системы кровообращения спортсменов, при стабильных значениях ИНК в диапазоне с $1,96 \pm 0,29$ до $1,95 \pm 0,44$ (у.е.) ($p \geq 0,05$), что свидетельствует о напряжении в функционировании сердечно-сосудистой системы спортсменов игровых видов спорта.

Особенности функционирования сердечно-сосудистой системы спортсменов сложно-координационных видов спорта (5 группа) к середине курса нейробиоуправления по бета-ритму головного мозга (5 сеанс) при нормированных значениях большинства изучаемых показателей (табл.) заключались в наиболее высоких значениях МОК – $6820,9 \pm 16,92$ (мл/мин), наиболее низких значениях показателей периферического кровообращения – ОПСС – $984,7 \pm 12,61$ (дин/с/см⁻⁵), УПСС – $19,6 \pm 0,31$ (у.е.) и значениях ИССР – $19,6 \pm 0,31$ (у.е.), соответствующих сердечному типу регуляции. Значения СИ – $4,4 \pm 0,05$ (л/мин/м²) отражает гиперкинетический тип регуляции при хорошей адаптации системы кровообращения спортсменов – ИФИ – $2,0 \pm 0,02$ (у.е.). Сеанс нейробиоуправления по бета-ритму способствовал достоверному ($p \leq 0,05$) снижению показателей производительности сердечной деятельности: УО – $70,1 \pm 0,53$ (мл), МОК – $4812,5 \pm 15,63$ (мл/мин). Значения СИ – $3,1 \pm 0,04$ (л/мин/м²) снизились и отразили эукинетический тип регуляции кровообращения. Достоверно повысились

($p \leq 0,05$) показатели показателей периферического кровообращения – ОПСС – $1406,9 \pm 12,07$ (дин/с/см⁻⁵), УПСС – $27,9 \pm 0,44$ (у.е.), значения ИССР – $27,9 \pm 0,44$ (у.е.) без изменения типа регуляции. ИФИ – $2,0 \pm 0,02$ (у.е.) ($p \geq 0,05$) соответствует хорошей адаптации системы кровообращения спортсменов, при повышающихся значениях ИНК в диапазоне с $1,67 \pm 0,29$ до $1,7 \pm 0,2,6$ (у.е.) ($p \geq 0,05$), свидетельствующих о нарастании напряжения в работы сердечно-сосудистой системы спортсменов сложно-координационных видов спорта.

Заключение. Гетерохронные изменения сердечно-сосудистой системы спортсменов, произошедшие к середине курса нейробиоуправления по бета-ритму, носят черты как срочных рефлекторных реакций, так и более пролонгированных адаптационных механизмов, обусловленных характером спортивной деятельности. Кумулятивный эффект, сформированный на протяжении 5-ти сеансов нейробиоуправления в изучаемых группах спортсменов преимущественно отразился в адаптационных изменениях депрессорных механизмах регуляции системы кровообращения, взаимодействиях отделов вегетативной нервной системы, уровне регуляции функции, экономизации типов кровообращения и функционирования сердечно-сосудистой системы спортсменов. Использование нейробиоуправления по бета-ритму в практике восстановительной и спортивной медицины раскрывает значительные потенциальные ресурсы, что требует дополнительного детального изучения особенностей срочных и кумулятивных эффектов, разработки индивидуальных методик в зависимости от продолжительности воздействия, вида спортивной деятельности, особенностей регулирования сердечной деятельности и пр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.

2. Долецкий А. Н. Нейрофизиологические механизмы адаптивного биоуправления и пути

повышения его эффективности... автореф. дисс. .. д-ра.мед. наук / Алексей Николаевич Долецкий. – Волгоград, 2012 г. – 50 с.

3. Успешность биоуправления параметрами variability сердечного ритм у лиц с различным уровнем артериального давления / Поскотинова Л. В., Демин Д. Н., Кривоногова Е. В. [и др.] // Вестник российской академии медицинских наук. – 2013. – № 7. – С. 20-23.

4. Ефимова Е.А. Применение БОС-тренинга в лечении детей с синдромом вегетативной дисфункции: автореф. дис ... канд. мед. наук / Елена Александровна Ефимова. – Пятигорск, 2007. – 25 с.

5. Ландырь, А. П. Электрокардиограмма спортсмена / А. П. Ландырь, Е. Е. Ачкасов. – Москва: Издательство «Спорт», 2019. – 320 с.

6. Лунина, Н. В. Особенности срочной адаптации системы кровообращения спортсменов с различным вегетативным статусом в процессе нейробиоуправления / Н. В. Лунина // Современные вопросы биомедицины. – 2021. – Т. 5. – № 4. – С. 18-19.

7. Корягина, Ю. В. Физиология силовых видов спорта: Учебное пособие / Ю.В. Корягина. Омск: СибГУФК, 2003. – 55 с.

8. Хурса, Р. В. Пульсовое давление крови: роль в гемодинамике и прикладные возможности в функциональной диагностике / Р. В. Хурса // Медицинские новости. – 2013. – № 4. – С. 13-18.

9. Guidelines for the management of arterial hypertension. The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC) / Mancia G., De Backer G., Dominiczak A. [et al] // Eur. Heart. J. – 2007. – Vol. 28. – pp. 1462-1536.

10. Pulse pressure predicts mortality in elderly patients / Weiss A., Boaz M., Beloosesky Y. [et al] // J. Gen. Intern. Med. – 2009. – Vol. 24(8). – pp. 893-896.

REFERENCES

1. Stark M.B., Skok A.B. Application of electroencephalographic biofeedback in clinical practice

(literature review). *Biofeedback – 3: Theory and Practice*. Novosibirsk, 1998. pp. 131-139. (in Russ.)

2. Doletskij A.N. Neurophysiological mechanisms of adaptive biofeedback and ways to improve its effectiveness: an author's abstract. Volgograd, 2012. 50 p.

3. Poskotinova L.V., Demin D.N., Krivonogova E.V., Dieva M.N., Khasanova N.M. Success of biofeedback of heart rate variability parameters in people with different blood pressure levels. *Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences*, 2013, no.7, pp. 20-23. (in Russ.)

4. Efimova E.A. The use of biofeedback training in the treatment of children with the autonomic dysfunction syndrome: an author's abstract. Pyatigorsk, 2007. 25 p. (in Russ.)

5. Landyr' A.P., Achkasov E.E. Electrocardiogram of an athlete. Moscow: Publishing House "Sport", 2019. 320 p. (in Russ.)

6. Lunina N.V. Features of urgent adaptation of the blood circulation system to the neurofeedback session in athletes with various vegetative cardiac activities. *Modern Issues of Biomedicine*, 2021, vol. 5, no. 4, pp. 18-19. (in Russ.)

7. Koryagina Yu.V. Physiology of power sports: a textbook. Omsk: Siberian State University of Physical Culture, 2003. 55 p. (in Russ.)

8. Khursa R.V. Pulse blood pressure: the role in hemodynamics and applied possibilities in functional diagnostics. *Medical News*, 2013, no. 4, pp. 13-18. (in Russ.)

9. Mancia G., De Backer G., Dominiczak A. et al 2007 Guidelines for the management of arterial hypertension. The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart. J.*, 2007, vol. 28, pp. 1462-1536.

10. Weiss A., Boaz M., Beloosesky Y. et al. Pulse pressure predicts mortality in elderly patients. *J. Gen. Intern. Med.*, 2009, vol. 24(8), pp. 893-896.

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.

Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Эссенуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

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

Yulia Vladislavovna Koryagina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Center for Biomedical Technologies, FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, e-mail: nauka@skfmba.ru.

Для цитирования: Лунина, Н. В. Кумулятивное влияние курса нейробиоуправления по бета-ритму на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы спортсменов / Н. В. Лунина, Ю. В. Корягина // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 2. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_28

For citation: Lunina N.V., Koryagina Yu.V. Cumulative effect of the beta rhythm neurobiofeedback course on the functional state of the cardiovascular system of athletes. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 2. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_28