

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА В ТЕЧЕНИЕ КУРСА НЕЙРОБИОУПРАВЛЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ РАЗНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Черапкина Л.П.

Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, г. Омск

РЕЗЮМЕ

Увеличение общей спектральной мощности ритма сердца и парасимпатической активности (по показателям вариационной пульсометрии) во время сеансов нейробиоуправления, направленного на повышение мощности электроэнцефалограммы (ЭЭГ) в альфа-диапазоне, у мастеров спорта, мастеров спорта международного класса (26 человек), кандидатов в мастера спорта (25 человек) и спортсменов низкой квалификации (32 человека) сопровождается различными вариантами перестройки спектральной структуры сердечного ритма.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: вариабельность ритма сердца, нейробиоуправление, спортсмены разной квалификации.

Введение

Основной проблемой эффективного применения нейробиоуправления в спортивной практике является недостаточное исследование психофизиологических основ этой технологии и тех преобразований в управлении центральными механизмами регуляции, которые возникают в процессе тренинга [3, 8]. Учитывая то, что направленный сдвиг каких-либо параметров в одной из систем организма сопровождается откликом в сопряженных с ней системах, оценка эффективности биоуправления, по мнению Д.П. Аксенова и соавт., должна основываться на изменениях различных физиологических показателей, как связанных, так и не связанных непосредственно с тренируемым параметром [1, 7]. Сегодня большинством исследователей проблемы фиксируется конечный полезный результат, в то время как динамика неуправляемых параметров во время самого внутрипроцедурного метода контроля остается практически неизученной.

В связи с тем что сердечный ритм является тонким индикатором адаптационных реакций, отражающим фундаментальные соотношения в функционировании не только сердечно-сосудистой системы, но и организма в целом, целью исследования явилось изу-

чение изменений показателей вариабельности ритма сердца в течение курса тренинга у спортсменов разной квалификации [2].

Материал и методы

В исследовании приняли участие 83 спортсмена, которые в зависимости от квалификации были разделены на три группы: первую составили спортсмены, имеющие первый и второй взрослый разряды (32 человека), вторую – кандидаты в мастера спорта (25 человека), третью – мастера спорта, мастера спорта международного класса и заслуженные мастера спорта (26 человек). Все обследуемые давали письменное согласие на участие в исследовании.

Курс нейробиоуправления, направленный на повышение мощности ЭЭГ в альфа-диапазоне, проводился по методике О.В. Погадаевой с помощью программно-аппаратного комплекса «Бослаб-альфа», состоящего из многоканального интерфейса для компьютерного мониторинга, записи и воспроизведения ЭЭГ, комплекта датчиков и программной системы «BOSLAB» [5]. Для записи биопотенциалов мозга использовалось биполярное отведение. Электроды располагались согласно международной системе «10–20» (отведения F1, P3). Сеансы тренинга проводились ежедневно в течение 15 дней, во время которых у каждого спортсмена с помощью электрокардиографического комплекса «Поли-Спектр» записывалась элек-

✉ Черапкина Лариса Петровна, тел.: 8 (3812) 36-36-83; e-mail: kochelab@mail.ru

трокардиограмма (ЭКГ) во втором стандартном ответвлении. При обработке данных 30-минутная запись ЭКГ каждого сеанса делилась на 5-минутные отрезки. Оценка показателей variability ритма сердца (BPC) этих отрезков ЭКГ осуществлялась с помощью метода вариационной пульсометрии и спектрального (частотного) анализа.

В работе анализировались следующие показатели вариационной пульсометрии: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин); мода (M_0 , с), характеризующая активность гуморального звена регуляции ритма сердца, амплитуда моды (AM_0 , %), отражающая меру мобилизующего влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы; вариационный размах (B_P , с), характеризующий уровень активности парасимпатического отдела ВНС; индекс вегетативного равновесия (ИВР), указывающий на соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов; индекс напряжения регуляторных систем (ИН, усл. ед.), отражающий степень централизации управления сердечным циклом; показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР, усл. ед.), демонстрирующий соответствие между активностью симпатического отдела ВНС и ведущим уровнем функционирования синусового узла; вегетативный показатель ритма (ВПР, усл. ед.), связанный с вегетативным балансом в автономном контуре регуляции.

Из спектральных характеристик variability ритма сердца анализировались общая мощность спектра (T_P , mc^2), высокочастотные колебания (HF , mc^2), низкочастотные колебания (LF , mc^2), очень низкочастотные колебания (VLF , mc^2), индекс вагосимпатического взаимодействия (LF/HF , усл. ед.), индекс централизации (IC, усл. ед.); индекс активации подкорковых нервных центров (ISCA, усл. ед.).

Интерпретация полученных результатов основывалась на имеющихся в литературе данных о связи VLF-составляющей спектра с надсегментарными механизмами вегетативной регуляции, LF-колебаний – с активностью преимущественно симпатического отдела вегетативной нервной системы, HF-колебаний – с вагусным контролем сердечного ритма [2, 4, 9–11].

Статистический анализ полученных данных осуществлялся с помощью программного продукта SPSS 13.0. Нормальность распределения изучаемых показателей определялась по критериям асимметрии и эксцесса. Описательный анализ данных включал в себя при нормальном распределении данных определение среднего арифметического значения M , ошибки среднего m , при ненормально распределенных количественных данных – медиану Me , интерквартильный размах в виде 25-го и 75-го перцентилей (Q_1 ; Q_3). В зави-

симости от характера распределения переменных использовались параметрические и непараметрические методы математической статистики для зависимых и независимых выборок (T -критерий Стьюдента, однофакторный дисперсионный анализ Р. Фишера; критерии Вилкоксона и Манна–Уитни). При интерпретации статистических данных максимальной вероятностью ошибки (минимальный уровень значимости) считали значение $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Динамика показателей вариационной пульсометрии в течение тренинга у спортсменов независимо от их спортивной квалификации свидетельствовала о постепенном увеличении активности автономного контура регуляции (табл. 1). Особых изменений, характерных для спортсменов определенной квалификации, не выявлено.

Анализ показателей спектральной мощности ритма сердца показал, что у спортсменов низкой квалификации начиная с 6-й мин тренинга увеличивалась активность центральных (симптоадреналовых) влияний на ритм сердца (рис. 1,а), в то время как автономный контур регуляции практически не изменился. В группе кандидатов в мастера спорта также в начале тренинга наблюдалось увеличение активности центрального контура регуляции, но спустя 5 мин статистически значимо увеличилась активность автономного (парасимпатического) контура регуляции (рис. 1,б).

У спортсменов высшей квалификации в течение большей части тренинга наблюдалось умеренное преобладание парасимпатических влияний, а увеличение активности центрального контура регуляции статистически значимо происходило только после 20 мин саморегуляции (рис. 1,в).

По данным Р.М. Баевского, резкий всплеск активности вазомоторного центра, сопровождаемый ростом очень низкочастотного компонента спектра variability ритма сердца, указывает на возможную адаптационную перенастройку сосудистой регуляции, что, вероятно, может быть обусловлено переходом к новому функциональному состоянию ЦНС [2].

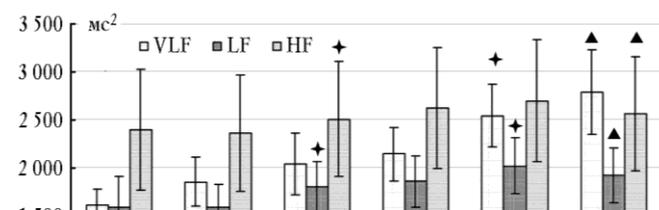
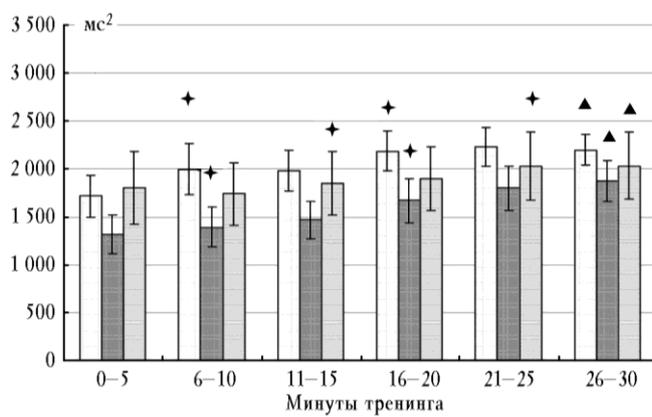
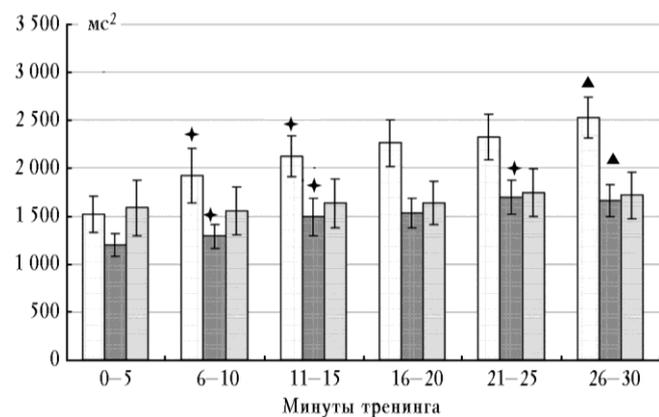
Анализ изменений структуры спектра у спортсменов разной квалификации показал, что у спортсменов низкой квалификации уже через 10 мин тренинга статистически значимо увеличилась доля волн очень низкой частоты и снизилось содержание высокочастотных волн (рис. 2,а). Эти изменения сохранялись в течение всего оставшегося времени тренинга в отличие от увеличения относительного вклада волн низкой

частоты, зафиксированного в интервале между 21–25- и 26–30-мин.

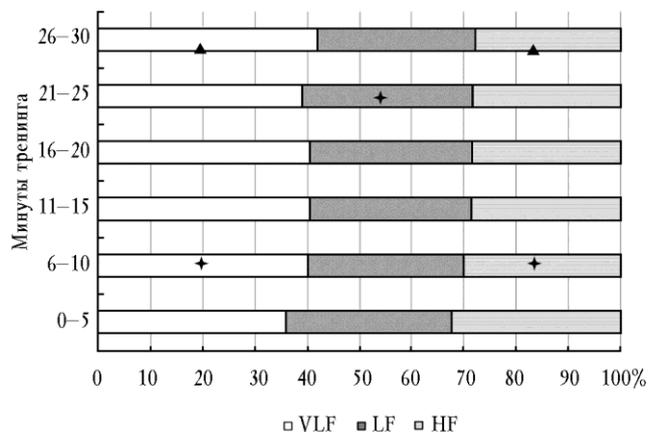
Таблица 1

Изменение показателей вариационной пульсометрии у спортсменов разной квалификации в течение сеансов тренинга (усредненные данные) (Me (Q ₁ ; Q ₃); M ± m)							
Временные интервалы тренингов, мин	Показатели вариационной пульсометрии						
	ЧСС, уд./мин	Mo, с	АМо, %	ВР, с	ИВР, усл. ед.	ПАПР, усл. ед.	ВПР, усл. ед.
<i>Спортсмены низкой квалификации</i>							
0–5	71 ± 1,3	0,866 ± 0,018	38,5 ± 1,7	0,346 ± 0,021	141,8 ± 12,4	46,8 ± 2,7	4,12 ± 0,27
6–10	70 ± 1,2*	0,871 ± 0,016	36,6 ± 1,5*	0,361 ± 0,021	126,4 ± 9,6**	43,6 ± 2,2**	3,85 ± 0,20**
11–15	69 ± 1,2***	0,893 ± 0,016***	34,7 ± 1,4**	0,377 ± 0,022	117,4 ± 9,5*	40,5 ± 2,1***	3,62 ± 0,21**
16–20	69 ± 1,1	0,895 ± 0,016	34,0 ± 1,4	0,390 ± 0,022	107,2 ± 8,3*	39,5 ± 2,2	3,39 ± 0,18*
21–25	68 ± 1,1***	0,905 ± 0,015*	33,0 ± 1,4*	0,392 ± 0,020	103,7 ± 8,4	37,8 ± 1,9***	3,33 ± 0,18
26–30	68 ± 1,0^	0,902 ± 0,014^	33,0 ± 1,4^	0,402 ± 0,019^	100,9 ± 8,1*^	37,7 ± 2,0^	3,22 ± 0,16^
<i>Кандидаты в мастера спорта</i>							
0–5	71 ± 1,4	0,873 ± 0,020	36,4 (28,7; 40,2)	0,345 ± 0,019	121,7 (77,5; 151,2)	41,1 (33,4; 49,6)	4,03 (3,04; 4,44)
6–10	69 ± 1,3***	0,887 ± 0,019**	34,3 (27,9; 40,5)	0,360 ± 0,019*	112,5 (75,1; 142,1)**	40,5 (30,9; 48,6)*	3,52 (2,92; 4,22)***
11–15	68 ± 1,3***	0,906 ± 0,019***	32,0 (26,9; 39,7)*	0,370 ± 0,019	99,6 (70,9; 132,6)**	37,2 (29,3; 46,2)***	3,47 (2,63; 4,00)*
16–20	68 ± 1,2***	0,917 ± 0,019**	30,3 (27,7; 37,2)	0,385 ± 0,019*	84,7 (63,7; 119,4)**	37,0 (27,8; 42,6)*	3,14 (2,47; 3,86)***
21–25	67 ± 1,3*	0,923 ± 0,020	30,8 (26,0; 36,6)	0,403 ± 0,022	81,1 (61,0; 124,9)	34,4 (27,0; 39,9)	3,18 (2,49; 3,69)
26–30	67 ± 1,3^	0,927 ± 0,019^	30,0 (26,4; 35,8)^	0,404 ± 0,020^	85,4 (62,1; 125,0)^	33,1 (26,5; 40,9)^	3,08 (2,28; 3,63)^
<i>Мастера спорта, мастера спорта международного класса</i>							
0–5	70 ± 1,6	0,882 ± 0,021	35,6 ± 1,7	0,370 ± 0,023	121,7 ± 10,4	42,8 ± 2,7	3,76 ± 0,24
6–10	69 ± 1,7***	0,898 ± 0,022**	34,8 ± 1,8	0,385 ± 0,023	116,3 ± 11,3	41,1 ± 2,9	3,59 ± 0,27*
11–15	68 ± 1,6*	0,908 ± 0,021	33,6 ± 1,7**	0,399 ± 0,024	106,5 ± 10,2*	39,2 ± 2,8**	3,37 ± 0,25
16–20	67 ± 1,6***	0,916 ± 0,022	32,1 ± 1,5**	0,407 ± 0,023	96,5 ± 9,4*	37,0 ± 2,5**	3,20 ± 0,25
21–25	67 ± 1,5**	0,928 ± 0,021*	31,3 ± 1,5	0,421 ± 0,025	92,6 ± 8,7	35,7 ± 2,3	3,11 ± 0,23
26–30	67 ± 1,6^	0,931 ± 0,023^	31,1 ± 1,4^	0,422 ± 0,025^	91,9 ± 8,9^	35,1 ± 2,3^	3,09 ± 0,24^

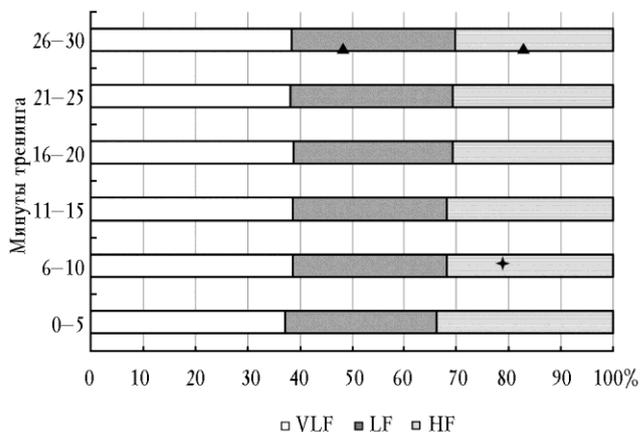
Примечание. * – статистически значимая разница по сравнению с данными предыдущего временного интервала тренинга при $p \leq 0,05$; ** – статистически значимая разница по сравнению с данными последующих временных интервалов тренинга при $p \leq 0,01$; *** – статистически значимая разница по сравнению с данными последующих временных интервалов тренинга при $p \leq 0,001$; ^ – статистически значимая разница между первыми и последними 5-минутными временными интервалами тренинга при $p \leq 0,001$.



6

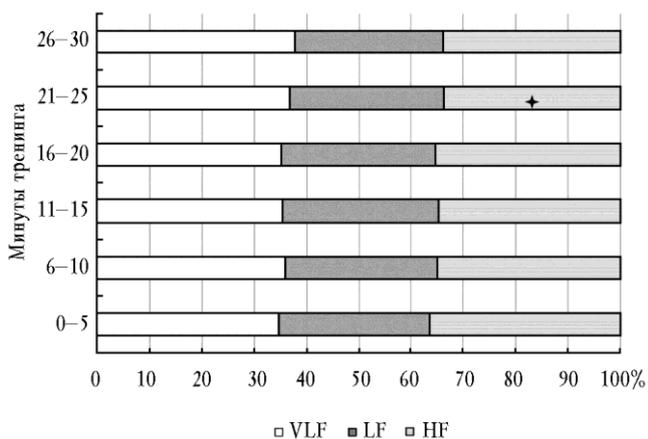


а



б

Рис. 1. Изменение показателей спектральной мощности сердечного ритма в течение сеансов тренинга (усредненные данные) у спортсменов: а – низкой квалификации; б – кандидатов в мастера спорта; в – мастеров спорта, мастеров спорта международного класса; + – статистически значимая разница по сравнению с данными предыдущего временного интервала тренинга при $p < 0,05$; ▲ – статистически значимая разница между первыми и последними 5-минутными временными интервалами тренинга при $p < 0,05$



в

Рис. 2. Изменения относительных показателей спектральной мощности сердечного ритма в течение сеансов тренинга (усредненные данные) у спортсменов: а – низкой квалификации; б – кандидатов в мастера спорта; в – мастеров спорта, мастеров спорта международного класса; + – статистически значимая разница по сравнению с данными предыдущего временного интервала тренинга при $p < 0,05$; ▲ – статистически значимая разница между первыми и последними 5-минутными временными интервалами тренинга при $p < 0,05$

У кандидатов в мастера спорта уменьшение вклада высокочастотных колебаний также было зарегистрировано уже через 10 мин от начала сессий, но в отличие от неквалифицированных спортсменов в данной группе на протяжении всего тренинга происходило постепенное увеличение вклада низкочастотной составляющей спектра (рис. 2,б). У спортсменов высшей квалификации наблюдалось лишь кратковременное уменьшение вклада волн высокой частоты, которое к концу тренинга не влияло на общую структуру спектра (рис. 2,в).

Во всех группах наблюдалось постепенное нарастание общей мощности спектра, что сопровождалось

снижением индекса напряжения, наиболее выраженным у спортсменов низкой квалификации и кандидатов в мастера спорта в интервале от 6-й до 20-й мин тренинга, а у мастеров спорта и мастеров спорта международного класса в интервале от 11-й до 25-й мин тренинга (рис. 3).

Таким образом, изменения интегральных показателей variability ритма сердца у спортсменов разной квалификации характеризовались тем, что у спортсменов низкой квалификации в течение тренинга наблюдалось постепенное снижение активности подкорковых центров и увеличение индекса централизации, что стало статистически значимым уже через 10 мин от

начала сессии саморегуляции (табл. 2). В группах спортсменов более высокой квалификации увеличение индексов централизации (наблюдаемое в обеих группах) и вагосимпатического взаимодействия (в группе спортсменов высшей квалификации) носило кратковременный характер и к концу тренинга отсутствовало.

Опираясь на данные, полученные И.Н. Слепечковой при оценке функционального состояния космо-

навтов, можно утверждать, что наблюдаемые в данном исследовании изменения показателей variability ритма сердца в течение сеансов тренинга свидетельствуют о возникновении новых взаимодействий регуляторных механизмов [6]. При этом чем ниже квалификация спортсменов, тем более высокий уровень регуляции вовлечен в процесс коррекции функционального состояния.

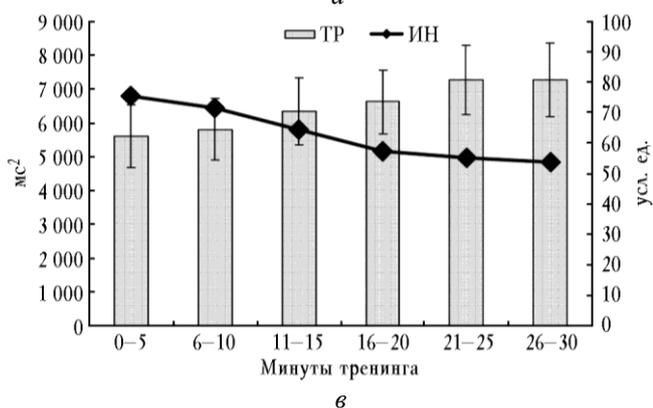
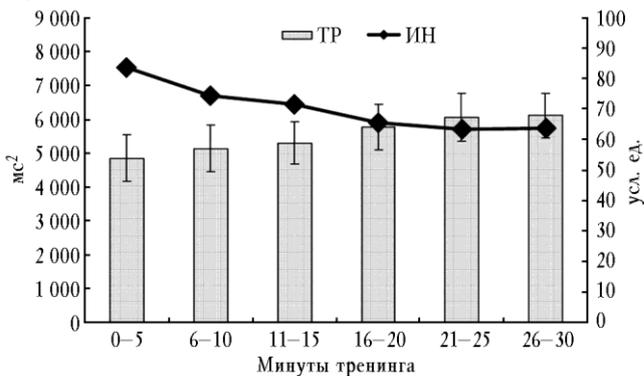
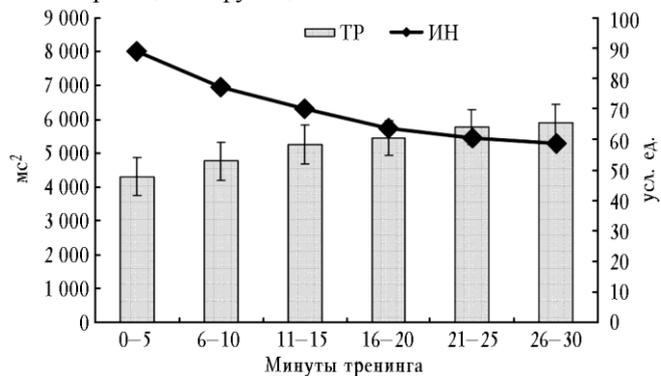


Рис. 3. Изменение показателей общей спектральной мощности сердечного ритма и индекса напряжения в течение сеансов тренинга (усредненные данные) у спортсменов: а – низкой квалификации; б – кандидатов в мастера спорта; в – мастеров спорта, мастеров спорта международного класса и 5-минутными временными интервалами тренинга при $p < 0,05$

Таблица 2

Изменение интегральных показателей variability ритма сердца у спортсменов разной квалификации в течение сеансов тренинга (усредненные данные) ($Me (Q_1; Q_3); M \pm m$)			
Временные интервалы тренингов, мин	Показатели variability ритма сердца, усл. ед.		
	LN/HF	IC	SNCA
<i>Спортсмены низкой квалификации</i>			
0-5	1,07 (0,63; 2,03)	1,86 (1,10; 4,23)	0,80 (0,55; 1,09)
6-10	1,28 (0,73; 2,30)	2,55 (1,22; 4,78)*	0,78 ± 0,06*
11-15	1,32 (0,72; 2,61)	3,50 ± 0,44	0,70 (0,50; 0,87)
16-20	1,70 ± 0,22	3,55 ± 0,45	0,71 (0,49; 0,88)
21-25	1,27 (0,77; 2,59)	2,56 (1,63; 5,87)	0,72 (0,52; 0,95)
26-30	1,77 ± 0,23	4,00 ± 0,51^	0,71 ± 0,05^
<i>Кандидаты в мастера спорта</i>			
0-5	0,97 (0,61; 2,33)	2,53 ± 0,28	0,76 (0,51; 0,95)
6-10	1,36 ± 0,17	2,78 (1,41; 4,05)*	0,70 (0,51; 0,98)
11-15	1,34 ± 0,16	2,78 ± 0,32	0,78 (0,51; 0,99)
16-20	1,33 (0,68; 2,20)	3,08 (1,54; 4,30)	0,75 (0,55; 0,90)
21-25	1,20 (0,82; 2,07)	2,95 ± 0,32	0,81 ± 0,06
26-30	1,42 ± 0,14	2,98 (1,67; 4,23)	0,70 (0,59; 1,01)
<i>Мастера спорта, мастера спорта международного класса</i>			
0-5	1,08 (0,65; 1,41)	2,07 (1,03; 2,94)	0,76 (0,65; 0,95)
6-10	1,14 (0,56; 1,64)	2,14 (1,19; 3,34)	0,84 (0,63; 1,10)
11-15	1,08 (0,71; 1,59)	2,17 (1,35; 2,84)	0,85 (0,68; 1,02)
16-20	1,10 (0,64; 1,71)	2,34 (1,19; 3,24)	0,80 (0,63; 1,12)

21–25	1,23 (0,63; 1,71)*	2,69 (1,17; 4,20)*	0,77 (0,57; 1,17)
26–30	1,13 (0,52; 1,45)*	2,37 (1,19; 3,76)	0,71 (0,59; 0,91)

Примечание. * – статистически значимая разница по сравнению с данными предыдущего временного интервала тренинга при $p \leq 0,05$; ^ – статистически значимая разница между первыми и последними 5-минутными временными интервалами тренинга при $p \leq 0,02$.

Заключение

Проведенное исследование показало, что у спортсменов независимо от уровня их спортивной квалификации в течение тренинга происходит увеличение суммарной мощности периодических компонентов сердечного ритма и уменьшение индекса напряжения регуляторных систем: у низкоквалифицированных спортсменов это сочетается с ростом мощности LF- и VLF-волн, а у высококвалифицированных – с ростом мощности во всех трех диапазонах частот. Постепенная перенастройка вегетативного гомеостаза на доминирование парасимпатического звена регуляции (по показателям вариационной пульсометрии) у спортсменов высшей квалификации не вызывает изменений структуры спектра, у кандидатов в мастера спорта сопровождается увеличением доли низкочастотной компоненты, отражающей активацию вазомоторного центра, у спортсменов низкой квалификации характеризуется преимущественным увеличением вклада очень низкочастотных колебаний в общую мощность спектра, что указывает на повышение активности центрального контура регуляции.

Литература

1. Аксенов Д.П., Захаров С.М., Скоморохов А.А. Использование мультипараметрического мониторинга для контроля эффективности процедур БОС-тренинга // Биоправление-4: теория и практика. Новосибирск: ЦЭРИС, 2002. С. 52–59.
2. Баевский Р.М. Теоретические и прикладные аспекты оценки и прогнозирования функционального состояния организма при действии факторов длительного космического полета: актовая речь. М.: ИМБП, 2005. 39 с.
3. Базарин К.П. Взаимосвязь активации D2-дофаминовых рецепторов и роста мощностных показателей ЭЭГ в альфа-диапазоне // Биоправление в медицине и спорте: материалы IX Всерос. науч. конф. Омск: ИМББ СО РАМН, СибГУФК, 2009. С. 65–67.
4. Вегетативные расстройства: клиника, лечение, диагностика / под ред. А.М. Вейна. М.: Мед. информ. агентство, 2003. 752 с.
5. Погадаева О.В. Прединдикторы эффективности использования альфа-стимулирующего тренинга в спортивной тренировке: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2001. 19 с.
6. Слепченкова И.Н. Оценка функционального состояния организма при действии факторов космического полета по данным бесконтактной регистрации физиологических сигналов в ночной период суток: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2010. 25 с.
7. Сороко С.И., Трубачев В.В. Нейрофизиологические и психофизиологические основы адаптивного биоправления. СПб.: Политехника-сервис, 2010. 607 с.
8. Федотчев А.И. Об эффективности процедур биоправления с обратной связью от ЭЭГ пациента при коррекции функциональных нарушений, вызванных стрессом // Физиология человека. 2010. Т. 36, № 1. С. 100–105.
9. Хаспекова Н.Б. Регуляция вариабельности ритма сердца у здоровых и больных с психогенной и органической патологией мозга: автореф. дис. ... д-ра. мед. наук. М., 1996. 48 с.
10. Akselrod S., Gordon D., Ubel F.A. et al. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control // Science. 1981. V. 213, № 4504. P. 220–222.
11. Heart rate variability Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use /Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology // European Heart Journal. 1996. V. 17. P. 354–381.

Поступила в редакцию 22.11.2012 г.

Отверждена к печати 07.12.2012 г.

Черепкина Лариса Петровна (✉) – канд. биол. наук, доцент кафедры теории и методики адаптивной физической культуры Сибирского государственного университета физической культуры и спорта (г. Омск).

✉ Черепкина Лариса Петровна, тел.: 8 (3812) 36-36-83; e-mail: kochelab@mail.ru

CHANGES OF VARIABILITY HEART RATE INDEXES DURING NEUROFEEDBACK IN DIFFERENT QUALIFICATION SPORTSMEN

Cherapkina L.P.

Siberian State University of Physical Education and Sport, Omsk, Russian Federation

ABSTRACT

The increasing of total heart rate spectral power and parasympathetic activity (by indexes of the variation pulsomesasuring) during neurofeedback sessions intended for electroencephalogram (EEG) power in alpha-band increasing in masters of sport, master of sport of international level (n = 26), candidates to master of sport (n = 25) and sportsmen of lower qualification (n = 23) were accompanied by different changes of structure of heart rate spectral.

KEY WORDS: heart rate variability, neurofeedback, sportsmen of different skill.

Bulletin of Siberian Medicine, 2013, vol. 12, no. 2, pp. 234–240

References

1. Aksenov D.P., Zakharov S.M., Skomorokhov A.A. *Biofeedback-4. Theory and practice*. Novosibirsk, 2002, pp. 52–59 (in Russian).
2. Bayevsky R.M. *Theoretical and applied aspects of the assessment and forecasting of the functional state of the body under the action of factors of long-term space flight*: Assembly speech. Moscow, 2005. 39 p. (in Russian).
3. Bazarin K.P. *Biofeedback in medicine and sport: proceedings of IX all-Russian scientific conference*. Omsk, 2009. Pp. 65–67 (in Russian).
4. *Vegetative disorders: clinical picture, treatment, diagnostics*. Ed. A.M. Vein. Moscow, Medical information Agency Publ., 2003. 752 p. (in Russian).
5. Pogadayeva O.V. *Predictors of effectiveness of the use of alpha-stimulating training in sport*: Author. dis. cand. biol. sci. Tomsk, 2001. 19 p. (in Russian)
6. Slepchenkova I.N. *Evaluation of the functional state of the body under the action of factors of a space flight according to the contactless registering physiological signals in the night time*. Author. dis. cand. biol. sci. Moscow, 2010. 25 p. (in Russian).
7. Soroko S.I., Trubachev V.V. *Neurophysiological and psychophysiological bases of adaptive biomanagement*. St. Petersburg, Polytechnic-service Publ., 2010. 607 p. (in Russian).
8. Fedotchev A.I. *Human Physiology*, 2010, vol. 36, no. 1, C. 100–105 (in Russian).
9. Khaspekova N.B. *Regulation of heart rate variability in healthy volunteers and patients with psychogenic and organic disorders of the brain*. Author. dis. Dr. med. sci. Moscow, 1996. 48 p. (in Russian).
10. Akselrod S., Gordon D., Ubel F.A. et al. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*, 1981, vol. 213, no. 4504, pp. 220–222.
11. Heart rate variability Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology. *European Heart Journal*, 1996, vol. 17, pp. 354–381.

Cherapkina Larisa P. (✉), Department Theory and Methodology of Adaptive Physical Education, Siberian State University of Physical Education and Sport, Omsk, Russian Federation.

✉ **Cherapkina Larisa P.**, Ph. +7 (3812) 36-36-83; e-mail: kochelab@mail.ru