

УДК 796.41.015 : 612.176.4  
ББК 75.6 : 28.911.1

Стрижкова О. Ю. \*, Черапкина Л. П., Ведель Т. Ю.

### ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА У ГИМНАСТОК ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЙРОБИОУПРАВЛЕНИЯ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА

Статья посвящена изучению влияния нейробиоуправления на показатели variability ритма сердца (ВСР) у высококвалифицированных гимнасток в разные периоды тренировочного процесса. Электрокардиографическое обследование, проведенное в контрольной группе в подготовительном периоде, демонстрирует увеличение частоты сердечных сокращений, индекса вегетативного равновесия и индекса напряжения, в то время как в основной группе данные показатели не меняются. В течение соревновательного периода показатели variability ритма сердца существенно не меняются ни в одной из групп. После проведения курса нейробиоуправления в переходном периоде происходит снижение показателей автономности процессов регуляции, в то время как в контрольной группе показатели ВСР не изменяются.

**Ключевые слова:** курс нейробиоуправления, направленный на повышение мощности альфа-ритма, высококвалифицированные гимнастки, показатели variability ритма сердца (ВСР).

Strizhkova O. Yu. \*, Cherapkina L. P., Wedel T. Yu.

### CHANGES OF HEART RATE VARIABILITY IN GYMNASTS BY NEUROFEEDBACK APPLICATION IN THE DIFFERENT PERIODS OF TRAINING PROCESS

The paper is devoted to research of neurofeedback influence on the indexes of heart rate variability of highly skilled gymnast in the different periods of training process. Electrocardiographic examination, which was carried out at preparatory period, found out incensement of heart rate, index of vegetative balance and tension index in the control group. At the same time, in the main group indexes of heart variability did not change. During competitive period heart rate variability did not change in the main group as well as in the control group. After neurofeedback application in the transition period regulatory processes adequacy index reduced, while in control group there were not changes of heart rate variability indexes.

**Key words:** neurofeedback course, directed on alpha-rhythm gain, highly skilled gymnasts, heart rate variability indexes.

\* E-mail: strizhi85@mail.ru

Согласно литературным данным, анализ показателей variability ритма сердца позволяет судить об исходном вегетативном тоне, вегетативной реактивности и вегетативном обеспечении деятельности [2]. Variability ритма сердца дает возможность не только оценивать функциональное состояние организма, но и следить за его динамикой [1] (Р. М. Баевский, 2004). Кроме того, данный метод позволяет оценить адекватность влияния тренировочных нагрузок на организм спортсмена. Так согласно Ю. В. Высочину и В. В. Лукоянову (1997), повы-

шение тонуса симпатической системы при физических или эмоциональных перегрузках приводит к снижению адаптивных возможностей сердца и отражается на характеристиках сердечного ритма. В то время как повышение экономизации работы сердца свидетельствует о правильном построении тренировочного процесса [9].

Ряд исследований доказал возможность оптимизации тренировочной деятельности с помощью применения нейробиоуправления [8; 10]. А. А. Лопарев (2008) отмечает, что успешное прохождение курса нейробио-

управления способствует изменению висцеральных показателей у спортсменов, занимающихся силовыми видами спорта. При неуспешном курсе нейробиоуправления систолическое артериальное давление, ЧСС и индекс функциональных изменений сохраняют исходные значения. Автор делает вывод о том, что произвольное повышение выраженности альфа-ритма головного мозга в процессе курса локального альфа-стимулирующего тренинга способствует оптимизации функционирования сердечно-сосудистой систем. Это согласуется с данными И. Д. Степанюка (2009), показавшего, что после нейробиоуправления оптимизация состояния регуляторных систем, обеспечивающих экономизацию деятельности сердечно-сосудистой системы, характерна как для состояния покоя, так и при выполнении стандартной физической нагрузки. Оно также способствует более быстрому восстановлению.

*Целью исследования* явилось изучение влияния курса нейробиоуправления, направленного на повышение альфа-ритма, на показатели variability ритма сердца у высококвалифицированных гимнасток, находящихся в разных периодах тренировочного процесса.

**Организация и методы исследования.** В исследовании приняли участие 85 спортсменок в возрасте от 16 до 21 года. Из них 39 спортсменок составили контрольную группу и 46 – основную. Среди обследованных лиц 29 спортсменок находились на этапе подготовительного периода, 28 – на этапе соревновательного периода и 28 спортсменок – в переходном периоде.

Спортсменки основной группы прошли курс нейробиоуправления, направленный на повышение мощности альфа-ритма и состоявший из 15 сеансов. Сеансы проводились один раз в день до тренировки. На каждом сеансе нейробиоуправления спортсменка получала информацию об успешности сеанса и могла оценить свои способности к саморегулированию биоэлектрической активности головного мозга. В течение сеанса нейробиоуправления, продолжавшегося 30 минут, спортсменка находилась в кресле с закрытыми глазами [8]. Обследуемым было предложено вспомнить какие-либо образы,

ощущения в теле, переживания, связанные с чувством отдыха, покоя, удовольствия. При этом рекомендовалось проследить за звуковым сигналом, который возникал при превышении в течение 0,5 с мощности альфа-ритма порогового значения, и попытаться связать возникновение сигнала с тем или иным состоянием. По мере усиления эффективности работы во время сеанса задача для пациентки усложнялась и порог повышался. Регистрация ЭМГ позволяла определить, что обследуемые находились в состоянии релаксации.

До курса нейробиоуправления и после него проводилась регистрация электрокардиограммы во II стандартном отведении с помощью программно-аппаратного комплекса «Поли-Спектр». Variability сердечного ритма (VCR) подвергалась анализу по методу Р.М. Баевского [2]. Изучались следующие показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС); мода ( $M_0$ ) – значение кардиоинтервала, чаще всего встречающегося в динамическом ряду; амплитуда моды ( $AM_0$ ) – число кардиоинтервалов, соответствующее значению  $M_0$ , в процентах к объему выборки; вариационный размах (VR) – разница между максимальным и минимальным значениями R-R; индекс вегетативного равновесия (ИВР), указывающий на соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов; показатель автономности процессов регуляции (ПАПР), отражающий соответствие между уровнем функционирования синусового узла и симпатической активностью; вегетативный показатель ритма (ВПР), позволяющий судить о парасимпатической направленности вегетативного баланса; индекс напряжения (ИН), отражающий централизацию управления сердечным ритмом и характеризующий активность симпатического отдела ВНС.

Статистическую обработку данных проводили с помощью определения среднего арифметического значения и его ошибки. Для определения внутригрупповых различий использовался Т-тест, а для выявления межгрупповых различий применялся односторонний критерий ANOVA.

**Результаты исследования.** При изучении показателей variability сердечного

ритма установлено, что вегетативный гомеостаз высококвалифицированных гимнасток в течение годового цикла тренировки соответствовал вегетативному равновесию [2] (АМо –  $36 \pm 1,3$  %, ВР –  $0,41 \pm 0,03$  с, ИН –  $65 \pm 5,3$  усл. ед.). Средняя ЧСС у гимнасток составляла  $69 \pm 1,2$  мин.<sup>-1</sup>, Мо –  $0,89 \pm 0,02$  с, ИВР –  $107 \pm 7,8$  усл. ед., ПАПР –  $42 \pm 2,0$  усл. ед., ВПР –  $3,6 \pm 0,22$  усл. ед.

Сравнение данных ВРС у спортсменок разных периодов показало, что самая низкая ЧСС характерна для спортсменок, находящихся в соревновательном периоде ( $p < 0,05$ ) (табл. 1). Кроме того, в соревновательном периоде в отличие от подготовительного и переходного периодов наблюдались более высокие значения моды (Мо;  $p < 0,05$ ), меньший показатель амплитуды моды (АМо;  $p < 0,05$ ) и больший вариационный размах (ВР;  $p < 0,05$ ).

Среди вторичных показателей вариационной пульсометрии в соревновательном периоде выявлены меньшие значения показателя автономности процессов регуляции (ПАПР;  $p < 0,05$ ), вегетативного показателя ритма (ВПР;  $p < 0,05$ ) относительно подготовительного и переходного периодов. Индекс вегетативного равновесия (ИВР;  $p < 0,05$ ) и индекс напряжения регуляторных систем (ИН;  $p < 0,05$ ) в соревновательном периоде были меньше, чем в подготовительном периоде. Между показателями ВСП спортсменок, находящихся в подготовительном и переходном периодах, статистически значимых различий не выявлено ( $p > 0,05$ ). Полученные показатели variability сердечного ритма в подготовительном и переходном периодах указывали на вегетативное равновесие [1], в то время как в соревновательном периоде наблюдалась умеренная ваготония. Как известно, с увеличением степени выраженности вагусной иннервации деятельность сердца становится более экономной, повышается резерв ее работоспособности, что позволяет спортсменам достигать высоких спортивных результатов [5].

Таблица 1 – Показатели variability сердечного ритма у гимнасток в разные периоды тренировочного процесса,  $M \pm m$

Показатель	Периоды подготовки			p		
	I (n = 29)	II (n = 28)	III (n = 28)	I-II	II-III	I-III
ЧСС (мин. <sup>-1</sup> )	$70 \pm 1,7$	$65 \pm 1,9$	$71 \pm 2,3$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	-
Мо (с)	$0,87 \pm 0,02$	$0,96 \pm 0,03$	$0,86 \pm 0,03$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	-
АМо, %	$39 \pm 2,2$	$30 \pm 1,5$	$38 \pm 2,6$	$P < 0,01$	$P < 0,05$	-
ВР (с)	$0,34 \pm 0,04$	$0,46 \pm 0,04$	$0,45 \pm 0,06$	$P < 0,001$	$P < 0,05$	-
ИВР (усл. ед.)	$135 \pm 14,9$	$76 \pm 8,6$	$106 \pm 13,0$	$P < 0,01$	-	-
ПАПР (усл. ед.)	$46 \pm 3,4$	$33 \pm 2,5$	$45 \pm 3,9$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	-
ВПР (усл. ед.)	$4,1 \pm 0,3$	$2,7 \pm 0,3$	$3,9 \pm 0,4$	$P < 0,001$	$P < 0,05$	-
ИН (усл. ед.)	$81 \pm 9,9$	$44 \pm 6,4$	$65 \pm 8,9$	$P < 0,01$	-	-

Примечание: I – подготовительный период, II – соревновательный, III – переходный. ЧСС – частота сердечных сокращений; Мо – мода; АМо – амплитуда моды; ВР – вариационный размах; ИВР – индекс вегетативного равновесия; ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции; ВПР – вегетативный показатель ритма; ИН – индекс напряжения.

В течение подготовительного периода у спортсменок, не проходивших курс нейробиоправления, выявлено существенное увеличение частоты сердечных сокращений ( $p < 0,05$ ), индекса вегетативного равновесия (ИВР) ( $p < 0,05$ ) и индекса напряжения (ИН) ( $p < 0,05$ ) (табл. 2). В основной группе статистически значимых изменений не произошло ( $p > 0,05$ ).

Согласно нормативным данным вегетативного гомеостаза [1], у спортсменок контрольной и основной групп ИН свидетельствовал об умеренной ваготонии.

В соревновательном периоде не произошло изменений показателей ВСП ни у спортсменок, прошедших курс нейробиоправления, ни у спортсменок, не проходивших его. У спортсменок обеих групп значения ИН соответствовали вегетативному равновесию.

После проведения курса нейробиоправления в переходном периоде у спортсменок наблюдалось статистически значимое снижение показателя автономности процессов регуляции (ПАПР) ( $p < 0,05$ ). Для данной группы согласно величине ИН было характерно вегетативное равновесие.

терно вегетативное равновесие. В переходном периоде в группе спортсменок, не проходивших курс нейробиоуправления, изменений показателей ВСР не выявлено. У данной группы величина ИН указывала на умеренную ваготонию. Так же, как и при

первичном обследовании, при повторном обследовании существенных различий между спортсменками контрольной и основной групп во всех исследуемых периодах не отмечалось ( $p > 0,05$ ).

Таблица 2 – Показатели variability сердечного ритма у гимнасток контрольной и основной групп в разных периодах тренировочного процесса,  $M \pm m$

показатель	группа \ период	Подготовительный (n = 29)			Соревновательный (n = 28)			Переходный (n = 28)		
		до	после	p до-после	до	после	p до-после	до	после	p до-после
ЧСС (мин. <sup>-1</sup> )	1	67 ± 1,3	75 ± 1,5	p < 0,01	64 ± 2,9	69 ± 2,8	-	71 ± 2,7	70 ± 1,3	-
	2	p <sub>1-2</sub> > 0,05 72 ± 2,9	p <sub>1-2</sub> > 0,05 76 ± 2,9	-	p <sub>1-2</sub> > 0,05 66 ± 2,6	p <sub>1-2</sub> > 0,05 67 ± 2,9	-	p <sub>1-2</sub> > 0,05 71 ± 3,5	p <sub>1-2</sub> > 0,05 67 ± 1,9	-
Мо (с)	1	0,88 ± 0,02	0,83 ± 0,02	-	0,97 ± 0,04	0,87 ± 0,04	-	0,84 ± 0,04	0,85 ± 0,03	-
	2	p <sub>1-2</sub> > 0,05 0,85 ± 0,04	p <sub>1-2</sub> > 0,05 0,84 ± 0,03	-	p <sub>1-2</sub> > 0,05 0,95 ± 0,05	p <sub>1-2</sub> > 0,05 0,86 ± 0,03	-	p <sub>1-2</sub> > 0,05 0,87 ± 0,04	p <sub>1-2</sub> > 0,05 0,93 ± 0,03	-
Амо, %	1	36 ± 3,0	37 ± 1,0	-	30 ± 2,6	31 ± 2,7	-	37 ± 3,5	34 ± 1,4	-
	2	p <sub>1-2</sub> > 0,05 42 ± 3,1	p <sub>1-2</sub> > 0,05 42 ± 3,1	-	p <sub>1-2</sub> > 0,05 30 ± 1,8	p <sub>1-2</sub> > 0,05 34 ± 2,3	-	p <sub>1-2</sub> > 0,05 39 ± 3,6	p <sub>1-2</sub> > 0,05 31 ± 2,2	-
ВР (с)	1	0,34 ± 0,06	0,30 ± 0,03	-	0,42 ± 0,03	0,38 ± 0,03	-	0,55 ± 0,13	0,68 ± 0,14	-
	2	p <sub>1-2</sub> > 0,05 0,33 ± 0,05	p <sub>1-2</sub> > 0,05 0,45 ± 0,18	-	p <sub>1-2</sub> > 0,05 0,49 ± 0,07	p <sub>1-2</sub> > 0,05 0,36 ± 0,03	-	p <sub>1-2</sub> > 0,05 0,38 ± 0,06	p <sub>1-2</sub> > 0,05 0,42 ± 0,07	-
ИВР (усл. ед.)	1	109 ± 14	136 ± 13	p < 0,05	79 ± 15	92 ± 15	-	78 ± 13	70 ± 9	-
	2	p <sub>1-2</sub> > 0,05 160 ± 24	p <sub>1-2</sub> > 0,05 169 ± 30	-	p <sub>1-2</sub> > 0,05 73 ± 10	p <sub>1-2</sub> > 0,05 102 ± 13	-	p <sub>1-2</sub> > 0,05 124 ± 18	p <sub>1-2</sub> > 0,05 93 ± 17	-
ПАПР (усл. ед.)	1	41 ± 3,9	44 ± 1,7	-	32 ± 4,4	36 ± 4,6	-	40 ± 2,0	39 ± 2,5	-
	2	p <sub>1-2</sub> > 0,05 51 ± 5,2	p <sub>1-2</sub> > 0,05 52 ± 6,1	-	p <sub>1-2</sub> > 0,05 33 ± 2,9	p <sub>1-2</sub> > 0,05 40 ± 3,6	-	p <sub>1-2</sub> > 0,05 49 ± 6,1	p <sub>1-2</sub> > 0,05 34 ± 3,4	p < 0,05
ВГР (усл. ед.)	1	3,8 ± 0,4	4,5 ± 0,4	-	2,7 ± 0,4	3,4 ± 0,4	-	3,5 ± 0,8	2,6 ± 0,4	-
	2	p <sub>1-2</sub> > 0,05 4,4 ± 0,5	p <sub>1-2</sub> > 0,05 4,8 ± 0,7	-	p <sub>1-2</sub> > 0,05 2,6 ± 0,3	p <sub>1-2</sub> > 0,05 3,5 ± 0,3	-	p <sub>1-2</sub> > 0,05 4,1 ± 0,5	p <sub>1-2</sub> > 0,05 3,2 ± 0,4	-
ИН (усл. ед.)	1	63 ± 9	84 ± 9	p < 0,05	44 ± 12	55 ± 12	-	54 ± 8	46 ± 9	-
	2	p <sub>1-2</sub> > 0,05 99 ± 16	p <sub>1-2</sub> > 0,05 109 ± 23	-	p <sub>1-2</sub> > 0,05 44 ± 7	p <sub>1-2</sub> > 0,05 63 ± 9	-	p <sub>1-2</sub> > 0,05 77 ± 13	p <sub>1-2</sub> > 0,05 52 ± 11	-

Примечание: 1 – контрольная группа, 2 – основная группа. ЧСС – частота сердечных сокращений; Мо – мода; АМо – амплитуда моды; ВР – вариационный размах; ИВР – индекс вегетативного равновесия; ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции; ВГР – вегетативный показатель ритма; ИН – индекс напряжения.

**Выводы**

1. В соревновательный период у спортсменок отмечалось существенное повышение экономизации работы сердца.

2. На этапе подготовительного периода у спортсменок, не проходивших курс нейробиоуправления, на фоне вегетативного равновесия отмечалось статистически значимое увеличение ЧСС, ИВР и ИН. При этом в основной группе у спортсменок показатели variability сердечного ритма существенно не изменились и соответствовали умеренной ваготонии.

3. На этапе соревновательного периода показатели ВСР спортсменок основной и контрольной групп находились в диапазоне вегетативного равновесия.

4. В переходном периоде после проведения курса нейробиоуправления у гимнасток на фоне состояние вегетативного равновесия отмечалось существенное снижение ПАПР. Показатели ВСР у спортсменок контрольной группы статистически значимо не изменялись и соответствовали умеренной ваготонии.

**Список литературы**

1. Баевский, Р. М. Анализ variability сердечного ритма: история и философия, теория и практика / Р. М. Баевский // Клиническая информатика и телемедицина. – 2004. – Т. 1 (1). – С. 54-64.  
 2. Баевский, Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск разви-

тия заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. ± М. : Медицина, 1997. – 248 с.

3. Высочин, Ю. В. Активная миорелаксация и саморегуляция в спорте : монография / Ю. В. Высочин, В. В. Лукоянов. – СПб., 1997. – 85 с.

4. Шубина, О. С. Идентичность при наркотической зависимости и ее динамика в курсе альфа-стимулирующего биоуправления / О. С. Шубина [и др.] // Бюллетень СО Рос. акад. мед. наук. – 2010. – № 2. – С. 47-53.

5. Кудря, О. Н. Вегетативное обеспечение мышечной деятельности у спортсменов : монография / О. Н. Кудря. – Омск : Изд-во СибГУФК, 2011. – 200 с.

6. Лопарев, А. А. Влияние нейробиоуправления на гемодинамические показатели спортсменов, занимающихся силовыми видами спорта / А. А. Лопарев // Сибирский физиологический съезд (VI; 2008; Барнаул). Тезисы докладов: 25-27 июня 2008 г. – Барнаул, 2008. – Т. 1. – С. 101.

7. Степанюк, И. Д. Изменение показателей variability сердечного ритма у спортсменов, прошедших курс нейробиоуправления / И. Д. Степанюк // Биоуправление в медицине и спорте: материалы IX Всерос. конф. (Омск, 14-15 мая 2009 г.) / Рос. акад. мед. наук, Ин-т мед. и биол. кибернетики, СибГУФК. – Омск, 2009. – С. 87-91.

8. Тристан, В. Г. Нейробиоуправление в спорте : монография / В. Г. Тристан, О. В. Погадаева. – Омск : Изд-во СибГАФК, 2001. – 136 с.

9. Шевченко, А. Ю. Сравнительная характеристика основных параметров variability ритма сердца у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. Ю. Шевченко. – Ярославль, 2006. – 18 с.

10. Thompson, T. EEG applications for sport and performance / T. Thompson [et al.] // *Neuroimaging in the sports sciences*. – 2008. – №4. – P. 279-288.