

УДК 612.172.2:612.84/.85:796.056

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЛИЯНИЯ ОДНОКРАТНОЙ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОЙ АУДИОВИЗУАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И МЕХАНИЗМЫ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ У СПОРТСМЕНОВ-ЦИКЛИКОВ

Айзман Р.И., Головин М.С.

Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск

РЕЗЮМЕ

Цель исследования – изучить эффективность влияния однократного и продолжительного воздействия аудиовизуальной стимуляции (АВС) на вариабельность сердечного ритма и механизмы вегетативной регуляции у спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта.

Материал и методы. В обследовании приняли участие 60 спортсменов-легкоатлетов мужского пола в возрасте 17–23 лет, специализирующихся в беге на средние дистанции. Беговой объем в зонах разной интенсивности составлял от 185 до 225 км/мес. Эксперимент проводился в январе – марте 2014 г. на базе НОЦ «Физиология онтогенеза» кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности Новосибирского государственного педагогического университета.

Курс тренировок АВС состоял из 20–22 сеансов, которые проводились через сутки с использованием портативного аудиовизуального стимулятора NOVO PRO (США). Регистрация ЭКГ-сигнала осуществлялась с помощью АПК ВНС-Микро (Нейрософт, Иваново) во II стандартном отведении. Спортсмены, получавшие курс АВС утром до спортивно-тренировочных нагрузок, проходили тренинг по возбуждающей (активизирующей) программе, а после тренировок – по релаксирующей программе.

Результаты. После 20–22 сеансов АВС у спортсменов снижались влияние симпатической регуляции и вклад центральных уровней управления в регуляцию сердечного ритма. Наблюдалось уменьшение напряжения регуляторных систем. Увеличивалось влияние парасимпатической регуляции и происходило усиление автономного контура регуляции. АВС способствовала увеличению влияния дыхательных волн на ритм сердца и формированию более экономичной его работы. Однократное воздействие АВС вызывало достоверное повышение функционирования автономного контура регуляции, усиление парасимпатических влияний и вклада дыхательных волн в формирование ритма сердца при использовании как активизирующей, так и релаксирующей программы. Однако более значительный эффект наблюдался после программы релаксации.

Заключение. Применение АВС способствовало повышению активности парасимпатической нервной системы, усилению влияния автономного контура регуляции, увеличению влияния дыхательных волн на ритм сердца и формированию более экономичной его работы в состоянии покоя и при ортостатической пробе. Тренинги АВС могут быть рекомендованы при занятиях спортом для поддержания спортивной формы, более быстрого восстановления и улучшения функционального состояния механизмов регуляции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: аудиовизуальная стимуляция, вариабельность сердечного ритма, спортсмены-циклики, вегетативная нервная система.

Введение

Разработка способов восстановления и коррекции функциональных состояний при занятиях спортом

является одной из ключевых задач спортивной науки. Это позволяет готовить спортсменов к предстоящим выступлениям и эффективно восстанавливать их после проведенных стартов. В настоящее время существует множество методов воздействия на организм спортсменов, ставящих целью повышение устойчивости к нагрузкам и улучшение функционального со-

✉ Айзман Роман Иделевич, тел./факс: 8 (383) 244-05-81, тел. 8-913-911-9564; e-mail: roman.aizman@mail.ru

стояния. Изучено влияние на организм спортсменов факторов различной природы [1, 2]. Активно развиваются инструментальные методы воздействия на функциональное состояние человека, технологии, основанные на биологической обратной связи, которые задействуют различные физиологические каналы информации [3–5]. Вместе с тем методика аудиовизуальной стимуляции (АВС), получившая распространение на Западе, в России успешно зарекомендовала себя в основном в сфере комплексной реабилитации [6–8] и коррекции психогенных расстройств [9], лечения зависимостей и профилактики нарушений у лиц опасного и напряженного труда [10]. Однако в спортивной деятельности, характеризующейся чрезмерными физическими и психическими нагрузками, исследования влияния АВС практически отсутствуют [11]. Для наиболее эффективного практического применения методики представляет интерес изучение влияния различных режимов АВС на состояние вегетативной регуляции, а также оценка степени влияния АВС при разном количестве пройденных сеансов. В отечественных и зарубежных работах описано применение различного количества тренировок разной длительности и направленности воздействия [12, 13]. Имеются рекомендации для целенаправленного изменения психоэмоционального состояния путем комплексной аудиовизуальной стимуляции [14]. Тем не менее в изученных работах практически отсутствуют данные об исследовании длительности применения АВС для получения оптимального эффекта.

При экспресс-оценке и динамическом контроле за адаптивными и резервными возможностями организма спортсменов наиболее объективным, информативным и чувствительным методом изучения функционального состояния и физической подготовленности можно считать анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) в покое и при проведении функциональных проб [15]. Метод является современным и общепризнанным индикатором оценки состояния механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы.

Цель исследования – изучить эффективность влияния однократного и продолжительного воздействия аудиовизуальной стимуляции на вариабельность сердечного ритма и механизмы вегетативной регуляции спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта.

Материал и методы

Метод аудиовизуальной стимуляции, действующий посредством подачи бинаурального звука и световых вспышек, позволяет менять частоту биоэлектрических ритмов головного мозга в пределах функ-

ционального состояния здорового организма и не оказывает побочных эффектов [9]. В обследовании, состоявшем из трех этапов, приняли участие 60 спортсменов-легкоатлетов мужского пола в возрасте 17–23 лет на стадии тренировочного процесса, специализирующихся в беге на средние дистанции и имеющие 2-й, 1-й спортивный разряд и звание кандидата в мастера спорта. Спортивные тренировки проводились 6 раз в неделю. Беговой объем в зонах разной интенсивности составлял от 185 до 225 км/мес.

На первом этапе проводилось исследование и анализ ВСР с учетом методических рекомендаций, разработанных группой российских экспертов [16]. Регистрация ЭКГ-сигнала осуществлялась с помощью автоматизированного программного комплекса ВНС-Микро (Нейрософт, Иваново) в положении спортсмена лежа на спине (5 мин) и при переходе в положение стоя (6 мин) во II стандартном отведении. Поскольку реакция сердечно-сосудистой системы на ортостатическое воздействие зависит от преобладающего исходного типа вегетативной регуляции – симпатотонического, нормотонического и ваготонического [17, 18], за основной критерий экспресс-оценки преобладающего типа вегетативной регуляции брался индекс напряжения 30–90 усл. ед. [19]. Для обследования отбирались спортсмены только с нормотоническим преобладающим типом вегетативной регуляции: контрольная группа (20 человек) и экспериментальная (15 человек). По большинству исследованных показателей на начало эксперимента группы были практически идентичны. Более того, в экспериментальной группе при ортостатическом тестировании некоторые фоновые показатели, характеризующие напряжение сердечной деятельности, были даже выше, чем в контроле (индекс напряжения выше, а показатели общей мощности спектра и регуляторного контура – ниже) (табл. 1). Спортсмены симпатотоники и ваготоники из анализа исключались. Состав обследованных групп по наличию спортсменов разной квалификации был одинаковым.

Второй этап включал курс тренировок АВС из 20–22 сеансов, которые проводились через сутки с использованием портативного аудиовизуального стимулятора NOVO PRO (США). Использовались две программы: 1-я – «поддержание пика спортивной формы» с преобладающей частотой воздействия 7–20 Гц и длительностью 30 мин, которая, согласно паспорту прибора, активирует возбудительные процессы; 2-я – «глубокое расслабление» с преобладающей частотой воздействия 4–12 Гц и длительностью 25 мин, вызывающая доминирование процессов торможения. Спортсмены, получавшие курс АВС утром до спор-

тивно-тренировочных нагрузок, проходили тренинг по первой программе, а после тренировок – по второй.

Таблица 1

Вариабельность сердечного ритма спортсменов-легкоатлетов контрольной и экспериментальной групп ($M \pm m$)						
Период записи	Метод	Показатель	Контроль		ABC	
			Январь	Март	Январь	Март
Фоновая запись	Временной анализ	ЧСС, уд/мин	59,6 ± 1,3	61,3 ± 1,9	63,2 ± 2,5	59,7 ± 1,6
		SDNN, мс	62,9 ± 3,1	52,0 ± 3,2*	62,4 ± 3,8	71,0 ± 5,2
		RMSSD, мс	54,1 ± 4,4	40,8 ± 3,1*	53,0 ± 4,7	73,0 ± 7,4*
		pNN50, %	37,0 ± 3,8	24,0 ± 3,8*	37,8 ± 4,9	57,1 ± 3,7*
		CV, %	6,3 ± 0,3	5,8 ± 0,4	6,7 ± 0,4	7,1 ± 0,4
	Спектральный анализ	TP, мс ²	4169 ± 350	2993 ± 315*	3620 ± 311	5919 ± 653*
		VLF, мс ²	1377 ± 165	1142 ± 202	1601 ± 289	1774 ± 308
		LF, мс ²	1215 ± 145	1310 ± 232	1272 ± 219	1428 ± 270*
		HF, мс ²	1516 ± 223	967 ± 182*	1329 ± 213	2297 ± 340*
		LF/HF	1,08 ± 0,26	1,71 ± 0,27*	1,36 ± 0,28	0,73 ± 0,16*
	Вариационная пульсометрия	Mo, с	1,00 ± 0,02	0,99 ± 0,03	0,96 ± 0,04	1,00 ± 0,03
		AMo, %	32,80 ± 1,62	40,3 ± 2,2*	32,7 ± 1,8	26,2 ± 1,2*
		BP, с	0,33 ± 0,01	0,28 ± 0,02*	0,32 ± 0,02	0,41 ± 0,02*
		ИВР, усл. ед.	102 ± 9	152 ± 21*	102 ± 11	77 ± 10*
		ПАПР, усл. ед.	33,2 ± 1,7	38,7 ± 3,3*	34,5 ± 3,4	29,1 ± 2,6
ИН, усл. ед.	54,6 ± 4,7	75,1 ± 11,8	53,7 ± 8,8	39,4 ± 5,8		
Ортогостатическая проба	Временной анализ	ЧСС уд/мин	72,6 ± 1,6	75,8 ± 2,3	77,8 ± 3,3	73,5 ± 2,0
		SDNN, мс	66,9 ± 3,4	56,8 ± 3,3*	58,1 ± 3,9 [#]	71,5 ± 5,1*
		RMSSD, мс	30,6 ± 3,1	23,7 ± 2,2*	30,0 ± 3,9	41,0 ± 5,8*
		pNN50, %	10,2 ± 2,6	5,3 ± 1,5*	11,9 ± 4,0	15,3 ± 4,0
		CV, %	7,9 ± 0,4	7,3 ± 0,4	7,3 ± 0,4	8,3 ± 0,5
	Спектральный анализ	TP, мс ²	5350 ± 436	3754 ± 361*	3631 ± 370 [#]	4958 ± 464*
		VLF, мс ²	3019 ± 294	2175 ± 215*	1785 ± 182 [#]	2454 ± 403
		LF, мс ²	1557 ± 190	1536 ± 208	1488 ± 193	1590 ± 219
		HF, мс ²	516 ± 96	691 ± 234	589 ± 153	725 ± 225
		LF/HF	4,95 ± 0,77	5,67 ± 1,19	3,85 ± 0,64	4,64 ± 1,25
	Вариационная пульсометрия	Mo, с	0,84 ± 0,02	0,80 ± 0,02	0,76 ± 0,03	0,79 ± 0,02
		AMo, %	34,1 ± 1,3	40,8 ± 2,1*	37,4 ± 2,3	34,0 ± 2,2
		BP, с	0,35 ± 0,01	0,37 ± 0,04	0,32 ± 0,02	0,4 ± 0,02*
		ИВР, усл. ед.	99,0 ± 6,7	147 ± 18,6*	118,0 ± 13,4	83 ± 9,3*
		ПАПР, усл. ед.	40,5 ± 2,4	51,0 ± 4,5*	51,0 ± 4,3 [#]	43,9 ± 3,5*
ИН, усл. ед.	61,4 ± 5,2	89,8 ± 14,4*	83,6 ± 10,8 [#]	61,2 ± 9,7*		

Примечание. * – $p < 0,05$ достоверность внутригрупповых отличий в динамике изменений; [#] – $p < 0,05$ между группами в январе.

После завершения курса ABC (на третьем этапе) исследовали качественные и количественные изменения параметров ВСП в обеих группах в покое и при ортогостатическом тестировании.

Все полученные значения обработаны общепринятыми методами математической статистики с использованием непараметрического критерия Вилкоксона–Манна–Уитни для независимых выборок (между группами) и парного t -критерия Стьюдента (для динамических наблюдений в каждой группе) и считались достоверными при уровне $p \leq 0,05$.

Эксперимент проводился в январе – марте 2014 г. на базе НОЦ «Физиологии онтогенеза» кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности Новосибирского государственного педагогического университета. Все участники обследования дали добровольное информированное согласие на проведе-

ние тренировок, которые выполнялись в соответствии Хельсинкской декларацией (1964).

Результаты и обсуждение

После прохождения курсов ABC у спортсменов экспериментальной группы в покое наблюдалась тенденция к увеличению среднего квадратичного отклонения (SDNN), нормальные значения которого в дневное время находились в пределах 40–80 мс. Существенно повышался показатель активности парасимпатического звена вегетативной регуляции (RMSSD), в норме составляющий 20–50 мс. Статистически значимо увеличивалось количество кардиоинтервалов длительностью более 50 мс (pNN50%). В группе контроля показатели SDNN, RMSSD и pNN50% существенно снижались. Вместе с тем в обеих группах не обнаружено достоверных изменений частоты сердечных сокращений (ЧСС) и коэффициента вариации (CV) (табл. 1). Таким образом,

по результатам временного анализа можно заключить, что после тренинга АВС в организме спортсменов происходило снижение влияния симпатической регуляции и высших уровней управления сердечным ритмом. Увеличивался вклад парасимпатических влияний в регуляторные процессы и происходило усиление автономного контура регуляции. В группе контроля за аналогичный период времени снизился вклад парасимпатических влияний в процессы формирования ритма и произошло усиление центрального контура регуляции.

Спектральный анализ сердечного ритма у спортсменов, проходивших курс АВС, выявил существенное увеличение общей мощности спектра (TP), что может свидетельствовать об усилении суммарной активности нейрогуморальных влияний на сердечный ритм. Однако важно было установить, за счет вклада каких частотных диапазонов происходили эти изменения. Как видно из табл. 1, мощность очень низкочастотных волн (VLF), характеризующих активность симпатической нервной системы и надсегментарный уровень регуляции, от января к марту существенно не изменялась, тогда как значения низкочастотных (LF – вазомоторных) и высокочастотных волн (HF) статистически значимо увеличивались. Снижались показатели вагосимпатического баланса (LF/HF) и индекса централизации управления сердечным ритмом, характеризующие уменьшение участия центральных механизмов в управлении регуляцией сердечного ритма (см. табл. 1). Таким образом, курс АВС способствовал увеличению влияния дыхательных волн на ритм сердца и формированию более экономичной его работы.

В контрольной группе существенно снижались суммарная активность нейрогуморальных влияний (TP) и вклад дыхательных волн в формирование variability, что можно объяснить истощением резервов парасимпатической регуляции в процессе спортивных тренировок. Вместе с тем увеличивались показатели вагосимпатического баланса и индекса централизации, что свидетельствует о повышении напряжения регуляторных систем.

Вариационная пульсометрия показала, что в группе АВС снижалась активность симпатического звена регуляции (АМо) и уменьшался стресс-индекс (ИН), характеризующий степень напряжения механизмов регуляции. Это отражалось на величине индекса вегетативного равновесия (ИВР), определяющего соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (ВНС), а также наблюдалось уменьшение показателя адекватности процессов регуляции (ПАПР). Увеличение вариационного размаха (ВР) в группе АВС отражает усиление уровня вагусной регу-

ляции ритма сердца. Таким образом, после проведения курса АВС наблюдалось снижение напряжения регуляторных систем и активности симпатического отдела ВНС. В группе контроля изменения носили противоположный характер: увеличивались АМо, ИВР, ПАПР и ИН, снижался ВР. Это свидетельствует о стабилизации ритма и усилении симпатической регуляции.

Данные вариационной пульсометрии дополнили значения временного и спектрального анализа, свидетельствующие о положительном влиянии АВС на усиление парасимпатических влияний и повышение активности автономного контура регуляции над центральными механизмами в условиях покоя.

Для выявления функциональных резервов механизмов регуляции ВНС важное значение имеет оценка ВСР при использовании функциональных проб. Ортостатическая проба является важным методом выявления скрытых изменений со стороны сердечно-сосудистой системы, в частности со стороны механизмов вегетативной регуляции [20], и применяется многими исследователями для оценки состояния регуляторных систем.

В обеих группах при ортостатической пробе параметры, характеризующие деятельность сердечно-сосудистой системы, имели такие же различия, как в состоянии покоя. После курса АВС происходило увеличение показателей SDNN, RMSSD, pNN50%, в то время как в контрольной группе эти параметры существенно снижались. Это подтверждает полученные ранее данные об усилении нейрогуморального влияния на структуру сердечного ритма после тренировок АВС.

Данные ортостатической пробы в экспериментальной группе показали увеличение TP и VLF, тогда как в контрольной группе значения этих параметров снижались. Это может свидетельствовать об истощении симпатической регуляции и возникновении энергодефицитных состояний при выполнении нагрузок у представителей группы контроля. Вместе с тем не выявлено изменений параметров LF, HF, LF/HF, что может означать влияние ортостаза на оба отдела ВНС, но в разной степени. Однако для точной характеристики обнаруженных изменений необходимы дополнительные исследования.

Таким образом, курс АВС вызвал снижение централизации управления сердечным ритмом и уменьшение напряжения механизмов регуляции при ортостатической пробе, что подтверждалось увеличением ВР и снижением АМо, ИВР, ПАПР и ИН. В группе контроля изменения были противоположными и свидетельствовали о напряжении механизмов регуляции и увеличении «цены» адаптации сердечно-сосудистой

системы к ортостатической нагрузке, даже несмотря на более низкий исходный уровень напряжения механизмов регуляции ритма сердца.

Существенный интерес представляет исследование изменений параметров ВСР после однократного сеанса АВС, а также после тренировок, имеющих разную направленность воздействия. Так, однократное воздействие АВС на спортсменов приводило к усилению общих влияний на синусный узел со стороны симпатического и парасимпатического отделов ВНС (SDNN), достоверному увеличению парасимпатической регуляции (RMSSD) (табл. 2). Более существенные изменения наблюдались после воздействия релаксирующей программы (SDNN, CV) по сравнению с эффектами активизирующего воздействия. Методика временного анализа не выявила существенных изменений структуры сердечного ритма в сторону увеличения симпатической регуляции после использования обеих программ, что говорит о преобладающем влиянии обеих программ на усиление восстановительных процессов и парасимпатической регуляции. Это может свидетельствовать о

повышении функциональных резервов вегетативной регуляции сердечной деятельности после сеанса АВС.

Сравнивая между собой степень изменения показателей, можно заключить, что наибольший эффект усиления автономной регуляции отмечался при использовании релаксирующей программы, тогда как программа активации вызывала менее выраженный эффект.

Данные вариационной пульсометрии указывают на усиление автономной регуляции (АМо, ВР, ИВР, ПАПР, ИН) в организме спортсменов после воздействия обеих программ АВС, увеличении временных параметров кардиоциклов, а также снижении влияния центрального контура регуляции.

Показатели ВСР при ортостатической пробе достоверно изменялись после прохождения как релаксирующего, так и активизирующего тренинга. Применение обеих программ приводило к урежению ЧСС и увеличению параметров временного анализа ритма сердца, которые характеризуют большой суммарный эффект нейрогуморальных влияний (SDNN, RMSSD, рNN50%, CV).

Таблица 2

Изменение variability сердечного ритма спортсменов при однократном аудиовизуальном воздействии разных программ ($M \pm m$)						
Период записи	Метод	Показатель	Стимулирующая программа		Релаксирующая программа	
			до	после	до	после
Фоновая запись	Временной анализ	ЧСС, уд/мин	64,1 ± 1,8	60,7 ± 1,6	64,6 ± 1,7	62,6 ± 1,5
		SDNN, мс	63,2 ± 4,2	72,8 ± 4,2*	58,7 ± 3,7	79,2 ± 4,9**
		RMSSD, мс	59,4 ± 6,7	66,2 ± 6,1*	48,6 ± 4,1	62,9 ± 5,4*
		рNN50, %	35,5 ± 5,1	39,5 ± 4,4	29,4 ± 3,9	36,5 ± 4,1
		CV, %	6,6 ± 0,3	7,2 ± 0,4	6,1 ± 0,3	7,9 ± 0,4**
	Спектральный анализ	TP, мс ²	4038 ± 411	5226 ± 460*	3401 ± 358	6247 ± 766**
		VLF, мс ²	1290 ± 170	1734 ± 215*	1209 ± 166	2226 ± 346*
		LF, мс ²	1328 ± 153	1813 ± 169*	1166 ± 130	2174 ± 276**
		HF, мс ²	1418 ± 223	1679 ± 243	1025 ± 139	1847 ± 371*
		LF/HF	1,19 ± 0,14	1,15 ± 0,10	1,31 ± 0,18	1,47 ± 0,23
	Вариационная пульсометрия	Мо, с	0,94 ± 0,03	1,00 ± 0,03	0,92 ± 0,03	0,96 ± 0,02
		АМо, %	34,7 ± 1,9	30,7 ± 1,7*	36,0 ± 2,3	30,7 ± 2,2*
		ВР, с	0,37 ± 0,02	0,44 ± 0,02*	0,32 ± 0,02	0,44 ± 0,03*
		ИВР, усл. ед.	109 ± 14	74,3 ± 7,7*	129 ± 15	75,5 ± 8,9*
		ПАПР, усл. ед.	37,4 ± 3,1	31,5 ± 2,5*	39,7 ± 3,3	32,1 ± 2,5*
	ИН, усл. ед.	64,3 ± 9,8	43,8 ± 6,2*	59,2 ± 6,8	33,5 ± 3,3*	
Ортостатическая проба	Временной анализ	ЧСС, уд/мин	81,1 ± 1,9	76,5 ± 1,8*	82,8 ± 1,6	79,4 ± 1,8
		SDNN, мс	57,7 ± 3,1	70,1 ± 4,4*	52,2 ± 3,8	63,4 ± 4,2*
		RMSSD, мс	26,0 ± 2,2	33,4 ± 2,8*	24,5 ± 2,7	29,3 ± 3
		рNN50, %	8,2 ± 2,2	12,5 ± 2,6	5,4 ± 1,4	8,7 ± 1,7*
		CV, %	7,5 ± 0,3	8,6 ± 0,4*	7,5 ± 0,5	8,7 ± 0,5*
	Спектральный анализ	TP, мс ²	3723 ± 259	5285 ± 525*	3369 ± 342	4753 ± 538*
		VLF, мс ²	1596 ± 115	2320 ± 318	1665 ± 212	2099 ± 322
		LF, мс ²	1661 ± 144	2364 ± 246	1625 ± 255	2377 ± 338
		HF, мс ²	465 ± 70	500 ± 76	399 ± 93	664 ± 167*
		LF/HF	5,05 ± 0,40	6,62 ± 0,60*	6,23 ± 0,80	7,78 ± 1,20
	Вариационная пульсометрия	Мо, с	0,74 ± 0,02	0,77 ± 0,02	0,7 ± 0,01	0,73 ± 0,02
		АМо, %	38,1 ± 1,7	32,6 ± 1,3*	42,2 ± 2,1	36,9 ± 1,6*
		ВР, с	0,33 ± 0,01	0,42 ± 0,02*	0,33 ± 0,03	0,42 ± 0,03*
		ИВР, усл. ед.	119 ± 12	82,6 ± 7*	158 ± 18	105,7 ± 12*

	ПАПР, усл. ед.	49,9 ± 3,5	44,9 ± 3,3	55,3 ± 4,5	48,3 ± 3,2
	ИН, усл. ед.	78,8 ± 9	54,2 ± 5,2*	108 ± 14	71,8 ± 9*

Примечание. Достоверность внутригрупповых отличий в динамике изменений: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$;

Наблюдаемые изменения показателей спектрально-го анализа свидетельствуют об увеличении суммарного эффекта нейрогуморальных влияний на процессы регуляции сердечного ритма после воздействия обеих программ АВС. Однако при анализе структуры частотных диапазонов было обнаружено статистически значимое усиление влияния дыхательных волн (HF) после релаксирующего тренинга, тогда как активирующая программа не вызывала подобного эффекта. Подтверждением этому может служить увеличение показателя вазомоторного индекса (LF/HF). Достоверных отличий в изменении других показателей выявлено не было.

При оценке параметров вариационной пульсометрии обнаружено усиление влияния в сторону преобладания автономного контура регуляции (Mo, ВР) и снижения централизации управления сердечным ритмом (АМо, ИВР, ПАПР, ИН) после воздействия на спортсменов обеих программ. Достоверных отличий в степени изменений не выявлено, что может свидетельствовать об однонаправленном влиянии активирующего и релаксирующего тренинга на параметры вариационной пульсометрии.

АВС является одним из вариантов активации сенсорных каналов и оказывает влияние на уровень активации коры головного мозга через его модулирующие системы, которые определяют психофизическое состояние человека. Одно из возможных объяснений эффектов АВС – способность мозга человека следовать навязываемым ритмам активности. Однако эта же способность может быть использована для перевода мозга из одного функционального состояния в другое (от возбуждения к релаксации или наоборот) [8, 21]. Цель метода АВС – формирование навязанной биоэлектрической активности коры головного мозга через стимуляцию сенсорных входов определенными раздражителями. На этом фоне могут формироваться другие функциональные системы, обеспечивающие, в частности, достижение более высокой спортивной работоспособности [11, 12]. Вместе с тем для более подробного описания эффектов АВС необходимо проведение комплексных исследований с изучением электроэнцефалограммы головного мозга, характеристик психофизиологических изменений, показателей качества жизни и т.д.

Заключение

Таким образом, одной из актуальных задач является разработка и внедрение в практическую деятельность

специальных методов и средств, обеспечивающих стимуляцию и коррекцию функционального состояния организма. При этом они должны быть физиологически обоснованными, простыми в обращении и не давать побочных эффектов [21]. Тренинги АВС, отвечая этим требованиям, способствуют повышению активности парасимпатической нервной системы, усилению влияния автономного контура регуляции, увеличению влияния дыхательных волн на ритм сердца и формированию более экономной его работы в состоянии покоя и при ортостатической пробе. Поэтому они могут быть рекомендованы при занятиях спортом для поддержания спортивной формы, более быстрого восстановления и улучшения функционального состояния механизмов вегетативной регуляции.

Работа выполнена в рамках государственного задания на оказание услуг (код проекта 3111).

Литература

1. Водяницкий С.Н., Диверт В.Э., Кривошеков С.Г. Внешнее дыхание и газообмен при прерывистой нормобарической гипоксии у спортсменов с различным типом тренировочного процесса // Бюл. СО РАМН. 2011. Т. 31, № 3. С. 33–39.
2. Сонькин В.Д., Акимов Е.Б. Беговая тренировка помогает организму справиться с анаэробными нагрузками // Теория и практика приклад. и экстрем. видов спорта. 2013. № 2 (27). С. 13–18.
3. Мажирова К.Г., Резакова М.В., Покровский М.А., Савелов А.А., Штарк М.Б. Следовые эффекты игрового биоуправления: функциональное МРТ-исследование // Бюл. эксперим. биологии и медицины. 2014. Т. 157, № 3. С. 312–316.
4. Тайшин Д.О., Дружинин В.Ю., Сорокин О.В., Суботялов М.А. Индивидуально-типологический портрет личности с эффективным биоуправлением длительностью сердечных сокращений // Медицина и образование в Сибири. 2012. № 3. С. 1.
5. Черепкина Л.П. Изменение показателей variability ритма сердца в течение курса нейробиоуправления у спортсменов разной квалификации // Бюл. сиб. медицины. 2013. Т. 12, № 2. С. 234–240.
6. Афтанас Л.И., Ярош С.В., Нефедова Ж.В. Нейротехнологии аудио-визуально-вибротактильной стимуляции в комплексной терапии артериальной гипертензии у детей и подростков // Бюл. СО РАМН. 2013. Т. 33, № 4. С. 49–55.
7. Макаров С.В. Оценка здоровья и его коррекция методами аудиовизуальной стимуляции и нейробиоуправления при наркотически зависимых состояниях: дис. ... канд. мед. наук. Томск, 2005. 100 с.
8. Макаров С.В., Шубина О.С. Сравнительный анализ эффективности методов альфа-стимулирующего тренинга и аудиовизуальной стимуляции в комплексной программе лечения больных с героиновой зависимостью // Бюл.

- СО РАМН. 2004. № 3. С. 38–44.
9. Араби Л.С., Сысоев В.Н., Кремнева Т.В. Аудиовизуальная стимуляция в комплексной терапии психогенно-обусловленных расстройств // Вестн. психотерапии. 2011. № 39. С. 9–17.
 10. Буторин Г.Г., Щеглова И.И. Преодоление симптомов посттравматического стрессового расстройства у сотрудников органов внутренних дел с применением средств аудиовизуальной стимуляции // Вестн. Кемеровского гос. ун-та. 2012. № 2. С. 107–110.
 11. Путиш М., Чиллик И. Влияние аудиовизуальной стимуляции на некоторые параметры элитных спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2013. № 3 (111). С. 39–45.
 12. Бобринцев А.А. Аудиовизуальная коррекция психического состояния и работоспособности спортсменов высшей квалификации // Вестн. психотерапии. 2007. № 22. С. 61–62.
 13. Цюрюпа В.Н., Визило Т.Л., Власова И.В., Одинцова О.В. Биологические эффекты аудиовизуальной стимуляции // Политравма. 2006. № 2. С. 50–52.
 14. Филимонов М.О. Способ целенаправленного изменения психоэмоционального состояния человека путем комплексной аудиовизуальной стимуляции: пат. на изобретение RU 2407432 08.05.2009.
 15. Кудря О.Н. Оценка функционального состояния и физической подготовленности спортсменов по показателям variability сердечного ритма // Вестн. Новосибирского гос. пед. ун-та. 2014. № 1. С. 185–195.
 16. *Вариабельность* сердечного ритма: стандарты измерения, интерпретации, клинического использования: доклад рабочей группы Европейского общества кардиологии и Североамериканского общества кардиостимуляции и электрофизиологии // Вестн. аритмологии. 1999. № 11. С. 53–78.
 17. Шлык Н.И., Сапожникова Е.Н., Кириллова Т.Г., Жужгов А.П. Об особенностях ортостатической реакции у спортсменов с разными типами вегетативной регуляции // Вестн. Удмуртского ун-та. 2012. № 1. С. 114–125.
 18. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Удмурт. ун-т. 2009. 254 с.
 19. Бабунц И.В., Мириджанян Э.М., Машаех Ю.А. Азбука анализа variability сердечного ритма. Ставрополь, 2002. 112 с.
 20. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Введение в донозологическую диагностику. М.: Слово, 2008. 220 с.
 21. Никулин Д.И. Аудиовизуальная коррекция расстройств реакций адаптации у студентов: дис. ... канд. мед. наук. М., 2011. 115 с.

Поступила в редакцию 01.11.2014 г.

Утверждена к печати 12.11.2014 г.

Айзман Роман Иделевич (✉) – заслуженный деятель науки РФ, д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, директор НИИ здоровья и безопасности НГПУ (г. Новосибирск).

Головин Михаил Сергеевич – аспирант кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности НГПУ (г. Новосибирск).

✉ **Айзман Роман Иделевич**, тел./факс: 8 (383) 244-05-81, тел. 8-913-911-9564; e-mail: roman.aizman@mail.ru

THE IMPACT OF A SINGLE AND CONTINUOUS AUDIOVISUAL STIMULATION ON HEART RATE VARIABILITY AND MECHANISMS OF AUTONOMIC REGULATION IN ATHLETES-CYCLICS

Aizman R.I., Golovin M.S.

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of influence of single and prolonged exposure of audio-visual stimulation (AVS) on heart rate variability and the mechanisms of the autonomic regulation in athletes, involved in cyclic sports activity.

Material and methods. In this study 60 athletes aging of 17–23 years old, specializing in middle-distance running, were involved. The running volume in the zones of varying intensity was from 185 to 225 km/month. The experiment was conducted in January – March 2014, at the Scientific Educational Center “Physiology of ontogenesis” at the Department of Anatomy, Physiology and Life Safety of NSPU.

Training course of audiovisual stimulation (AVS) consisted of 20–22 sessions, which were conducted in a day with using a portable audiovisual stimulator “NOVO PRO” (USA). ECG registration signal was performed using hardware and software complex VNS-Micro (Neurosoft, Ivanovo, Russia) in standard electrocardiogram lead II. Athletes who received AVS course in the morning, before sports training loads,

have received training with activating program, and after exercise – by using a relaxed program.

Results. In athletes after 20–22 sessions of AVS the decreased influence of the sympathetic regulation and contribution of central levels of management in the regulation of heart rate were found. A decrease of intensity of regulatory system was observed.

Increased influence of the parasympathetic regulation and strengthening of autonomous regulation contour was found. AVS contributed to increasing influence of respiratory waves on the heart rhythm and a more economical functional activity. AVS single exposure caused a significant increase in the functioning of autonomous regulation contour, the growing influence of parasympathetic effects and higher contribution of respiratory waves in the formation of heart rate by using activating as well relaxing programs. However, a more pronounced effect was observed after application of relaxing program.

Conclusion. Application of AVS contributed to increase activity of the parasympathetic nervous system, the growing influence of autonomous regulation contour, the increase influence of respiratory waves on the heart rhythm and a more economical its work at rest and during an orthostatic test. AVS training may be recommended by sports training for maintaining top competition form, faster recovery and improve the functional state of regulation mechanisms.

KEY WORDS: audio-visual stimulation, heart rate variability, athletes-cyclists, the autonomic nervous system.

Bulletin of Siberian Medicine, 2014, vol. 13, no. 6, pp. 113–120

References

- Vodyanitsky S.N., Diewert V.E., Krivoschekov S.G. *Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*, 2011, vol. 31, no. 3, pp. 33–39 (in Russian).
- Son'kin V.D., Akimov E.B. *Theory and Practice of Applied and extreme sports*, 2013, no. 2 (27), pp. 13–18 (in Russian).
- Mazhirina K.G et al. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 2014, vol. 157, no. 3, pp. 312–316 (in Russian).
- Tayshin D.O., Druzhinyn V.Y., Sorokin O.V., Subotyalov M.A. *Health and Education in Siberia*, 2012, no. 3, p.1 (in Russian).
- Cherapkina L.P. *Bulletin of Siberian Medicine*, 2013, vol. 12, no. 2, pp. 234–241 (in Russian).
- Aftanas L.I., Jarosh S.V., Nefedova Zh.V. *Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*, 2013, vol. 33, no. 4, pp. 49–55 (in Russian).
- Makarov S.V. *Ocenka zdorov'ya i ego korrakciya metodami audiovizual'noi stimuljacji i nejrrobioupravleniya pri narkoticheski zavisimyh sostoyaniyah* [Health assessment and its correction by audiovisual stimulation and neuro biofeedback methods when a drug-dependent conditions]. Dis. cand. med. Sci. Tomsk, 2005. 100 p. (in Russian).
- Makarov S.V., Shubina O.S. *Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*, 2004, no. 3, pp. 38–44 (in Russian).
- Arabi L.S., Sysoev V.N., Kremneva T.V. *Bulletin of psychotherapy*, 2011, no. 39, pp. 9–17 (in Russian).
- Butorin G.G., Shcheglova I.I. *Bulletin of the Kemerovo State University*, 2012, no. 2, pp. 107–110 (in Russian).
- Pupish M., Chillik I. *Physical therapy and sports medicine*, 2013, no. 3 (111), pp. 39–45 (in Russian).
- Bobrishhev A.A. *Herald psychotherapy*, 2007, no. 22, pp. 61–62 (in Russian).
- Cjurjupa V.N., Vizilo T.L., Vlasova I.V., Odincova O.V. *Polytrauma*, 2006, no. 2, pp. 50–52 (in Russian).
- Filimonov M.O. *Sposob celenapravlenno go izmeneniya psihoemocional'nogo sostoyaniya cheloveka putem kompleksnoi audiovizual'noi stimuljacji* [The method of purposefully changing of a person emotional state through an integrated audio-visual stimulation]. A patent for an invention RUS 2407432 08.05.2009 (in Russian).
- Kudrya O.N. *Bulletin of the Novosibirsk State Pedagogical University*, 2014, no. 1, pp.185–195 (in Russian).
- Vestnik of arhythmology*, 1999, no. 11, pp. 53–78 (in Russian).
- Shlyk N.I., Sapozhnikova E.N., Kirillova T.G., Zhuzhgov A.P. *Bulletin of Udmurt University*, 2012, no. 1, pp. 114–125 (in Russian).
- Shlyk N.I. *Serdechnyj ritm i tip reguljacji u detei, podrostkov i sportsmenov* [Heart rate and type of regulation in children, teenagers and athletes]. Udmurt. Univ. Publ., 2009. 254 p. (in Russian).
- Babunts I.V., Miridzhanyan Ye.M., Mashaekh Yu.A. *Azbuka analiza variabel'nosti serdechnogo ritma* [ABC analysis of heart rate variability]. Stavropol, 2002. 112 p. (in Russian).
- Bayevsky R.M., Berseneva A.P. *Vvedenie v donozologicheskuyu diagnostiku* [Introduction into prenosological diagnostics]. Moscow, Word Publ., 2008. 220 p. (in Russian).
- Nikulin D.I. *Audio-vizual'naya korrakciya rasstroistv reakcii adaptacii u studentov* [Audio-visual correction of the reactions adaptation disorders in students]. Dis. cand. med. Sci. Moscow, 2011, 115 p. (in Russian).

Aizman Roman I. (✉), Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation.

Golovin Mikhail S., Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation.

✉ **Aizman Roman I.**, Ph./Fax +7 (383) 244-05-81, +7-913-911-9564; e-mail: roman.aizman@mail.ru