



© М. С. Головин, Н. В. Балиоз, С. Г. Кривошеков, Р. И. Айзман

DOI: [10.15293/2226-3365.1601.12](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1601.12)

УДК 612.821 + 57.043 + 796.422

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЭГ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У СТУДЕНТОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ, ПОСЛЕ ОДНОКРАТНОЙ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОЙ НИЗКОЧАСТОТНОЙ АУДИОВИЗУАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ*

М. С. Головин, Н. В. Балиоз, С. Г. Кривошеков, Р. И. Айзман (Новосибирск, Россия)

Целью настоящего исследования стало изучение электроэнцефалографических (ЭЭГ) изменений у студентов, занимающихся спортом, после однократной и продолжительной низкочастотной аудиовизуальной стимуляции (АВС) в режиме ритмической стимуляции 3-13 Гц и длительностью 25 минут. Были обследованы юноши 18–23 лет, студенты НГПУ, занимающиеся легкой атлетикой и специализирующиеся в беге на средние дистанции, имеющие спортивную квалификацию первый спортивный разряд и кандидаты в мастера спорта. Установлено, что после 20–22 сеансов АВС у студентов-спортсменов наблюдалось изменение ЭЭГ показателей, по сравнению с контролем (повышение мощности тета-ритма, альфа-1 поддиапазона, а также усиление супрессии мощности альфа-ритма в ответ на открывание глаз). Отличительной характеристикой однократной АВС является достоверное снижение мощности тета-ритма ЭЭГ, ослабление силы реакции десинхронизации альфа-1 волн и увеличение силы реакции активации альфа-2 волн. После курса АВС было отмечено увеличение количества и появление новых корреляционных связей между показателями, что, согласно представлениям Н. П. Бехтеревой,

*Работа выполнена при поддержке Министерства образования в рамках выполнения Государственного задания № 2014/366 на выполнение НИР «Здоровье и безопасность в системе образования».

Головин Михаил Сергеевич – старший преподаватель кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет.

E-mail: golovin593@mail.ru

Балиоз Наталья Владимировна – научный сотрудник лаборатории функциональных резервов человека, Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины СО РАМН.

E-mail: natbalioz@yandex.ru

Кривошеков Сергей Георгиевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией функциональных резервов человека, Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины СО РАМН.

E-mail: krivosch@physiol.ru

Айзман Роман Иделевич – доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет

E-mail: aizman.roman@yandex.ru

свидетельствует о повышении устойчивости организма к воздействию эндогенных и экзогенных факторов. Описанные данные подтверждают способность мозга человека следовать навязываемым ритмам, что может быть использовано для изменения функционального состояния организма и более успешного восстановления после тренировочных занятий.

Ключевые слова: аудиовизуальная стимуляция, студенты, спортсмены, электроэнцефалографическая активность.

Введение

Известно, что условия жизни студентов, занимающихся спортом, существенно отличаются от незанимающихся необходимостью строгого соблюдения режима дня, стрессовыми состояниями во время соревнований, необходимостью систематически выполнять большие физические нагрузки [10]. В дополнение к этому, увеличение информационных и психоэмоциональных перегрузок в процессе учебной деятельности приводит к вегетативному дисбалансу [9]. Для оптимизации психофункционального состояния организма и снижения напряжения используются различные методы стимуляции и восстановления систем организма, в том числе, метод аудиовизуальной стимуляции (АВС) [1; 5; 11; 16–17]. Известно, что АВС через модулирующие системы мозга навязывает резонансный эффект и вызывает синхронизацию ранее несвязанных источников спонтанной ритмики головного мозга, что может обуславливать изменения активности различных функциональных систем и проявление множественных эффектов в организме [2; 12; 15]. Это позволяет координировать механизмы регуляции функций внутренних органов при психо-эмоциональных и физических нагрузках, а также оптимизировать адаптивные и восстановительные реакции. Ранее нами было показано положительное влияние АВС на психофизиологический статус, нейродинамические процессы и состояние вегетативного статуса у спортсменов [1; 6], что свидетельствует о комплексном воздействии АВС на организм. Вместе с тем работ по изучению изменений ЭЭГ активности

после однократной и продолжительной АВС у студентов, занимающихся спортом, нет или они носят фрагментарный характер [7; 11]. Таким образом, целью настоящего исследования было изучение изменений ЭЭГ показателей у студентов, занимающихся спортом, после однократной и продолжительной низкочастотной аудиовизуальной стимуляции.

Методы и организация исследования

В исследовании, состоявшем из трех этапов, приняли участие 70 юношей 18–23 лет первой группы здоровья, занимающихся легкой атлетикой, специализирующихся в беге на средние дистанции и имеющие второй, первый спортивный разряд, а также звание КМС. Спортсменов разделили на контрольную ($n = 40$) и экспериментальную (воздействие АВС, $n = 30$) группы, которые были сбалансированы по уровню спортивной квалификации. Исследование в обеих группах проводили с января по март в 2014 и 2015 годах.

1 этап. ЭЭГ регистрировали на мультимодальном программно-аппаратном комплексе «БОСЛАБ» (г. Новосибирск) монополярно в отведении Pz [3]. Регистрацию ЭЭГ проводили у студентов в состоянии покоя при закрытых глазах (2 мин) и в пробе на открывание глаз (30 сек). Для контроля за движением глаз записывали электромиограмму от мышц лба. В анализ ЭЭГ данных включали свободные от артефактов эпохи, которые подвергались быстрому преобразованию Фурье в полосе пропускания 3–20 Гц. Выходные данные анализировали с помощью специализирован-

ной программы *Win EEG* (Мицар, Санкт-Петербург). Оценивали индивидуальную частоту максимального пика α -диапазона (ИЧМПА), амплитуду максимального α -пика, мощность индивидуальных α -1 и α -2 диапазонов. Глубину индивидуальной реакции α -десинхронизации (ИГСМА) оценивали по проценту снижения спектральной амплитуды максимального пика α -ритма в реакции на открывание глаз. Выделяли и анализировали индивидуальные диапазоны α , α -1, α -2, β и θ ритма.

На **2 этапе** проводили 20–22 сеанса АВС, выполняемых через сутки с использованием портативного аудиовизуального стимулятора «*NOVO PRO*» (США). Тренинги АВС проводили во второй половине дня в тихой изолиро-

ванной от шума комнате. Испытуемые находились в удобном положении, в состоянии полусидя, в кресле с закрытыми глазами. Использовали программу «умеренное расслабление» с изменяющейся частотой ритмических воздействия 3–13 Гц и длительностью 25 минут, в которой генерировались красные световые вспышки в диодных очках и двойные бинауральные звуки в наушниках. Обследуемые группы контроля также располагались в кресле, закрывали глаза и сидели спокойно и удобно в течение 25 минут, однако не подвергались стимуляции.

На **3 этапе** оценивали эффективность воздействия однократной АВС и курса тренингов АВС на ЭЭГ активность у студентов, занимающихся спортом.

Таблица 1

Изменение электроэнцефалографических показателей у спортсменов после однократной АВС при ЗГ ($M \pm m$)

Table 1.

Changing of EEG parameters in athletes after a single audiovisual stimulation (AVS) with closed eyes ($M + m$)

Показатели	До АВС	После АВС
ИЧМПА, Гц	10 \pm 0,2	10,3 \pm 0,1
Амплитуда- α , μ V	10,7 \pm 0,6	10,6 \pm 0,4
АВW, Гц	3,7 \pm 0,2	4,3 \pm 0,2
Мощность θ -ритма, μ V ²	14,4 \pm 0,8	10,2 \pm 0,7*
θ -ритм, Гц	3,2 \pm 0,1	3,4 \pm 0,4
α 1, μ V ²	18,5 \pm 0,5	11,8 \pm 0,3*
α 1, Гц	9,0 \pm 0,2	8,7 \pm 0,2
α 2, μ V ²	24 \pm 0,3	31 \pm 0,3*
α 2, Гц	10,2 \pm 0,2	11,1 \pm 0,3*
α 1/ α 2	0,77 \pm 0,1	0,38 \pm 0,1*
β -ритм, μ V ²	6,0 \pm 0,2	5,7 \pm 0,2
β -ритм, Гц	16,3 \pm 0,5	17,6 \pm 0,4
ИГСМА α 1, %	18,9 %	38,9 %*
ИГСМА α 2, %	17,0 %	12,5 %
<i>Примечание. Достоверность изменений до и после АВС: *p < 0,05</i>		
<i>Note. Significant differences before and after AVS: * p < 0.05.</i>		



Полученные результаты обработаны методами математической статистики с использованием критерия Стьюдента в случае параметрических выборок и с помощью непараметрического критерия Вилкоксона–Манна–Уитни в случае переменных, не имеющих нормального распределения, и считались статистически значимыми при $p \leq 0,05$. Оценку корреляционной связи (r) между переменными с нормальным распределением проводили с помощью коэффициента корреляции Пирсона, при непараметрическом распределении использовали коэффициент ранговой корреляции Спирмена [14]. Программа исследований была утверждена этическим комитетом НГПУ как часть плановых исследований НОЦ «Физиологии онтогенеза».

Результаты и их обсуждение

После однократной АВС у спортсменов было выявлено достоверное снижение мощности θ и α -1 ритма, тогда как частота описанных индивидуальных диапазонов достоверно не изменялась (табл. 1). Установлено достоверное повышение частоты и мощности α -2 волн. До АВС соотношение параметров коэффициента мощности (K) α 1/ α 2 характеризовалось незначительным преобладанием α -2 волн ($K_{\text{до АВС}} = 0,77$). После 25-минутной АВС усиливалось влияние высокочастотного компонента α -волн и происходило снижение коэффициента α 1/ α 2 ($K_{\text{после АВС}} = 0,38$). Выявлено существенное ослабление силы «Бергер-эффекта» в α -1 поддиапазоне, что, в свою очередь, связано со снижением мощности волн этого поддиапазона при закрытых глазах. Величина реакции десинхронизации α -2 волн, напротив, после АВС увеличивалась, что обусловлено более высокой мощностью при закрытых глазах, а также существенным снижением при открывании глаз.

Изменение электроэнцефалографической активности головного мозга после продолжительной АВС

На начало эксперимента спортсмены обследованных групп не отличались между собой по параметрам электроэнцефалографической активности головного мозга (табл. 2). После курса тренировок АВС выявлено достоверное повышение амплитуды α -волн и мощности θ -ритма. В группе контроля за данный отрезок времени достоверных изменений не обнаружено. Соотношение параметров коэффициента мощности (K) α 1/ α 2 в обеих группах в начале обследования было смещено в сторону преобладания высокочастотного α -2 ритма ($K_{\text{КОНТРОЛЬ}} = 0,68$ и $K_{\text{АВС}} = 0,55$). К концу эксперимента в контрольной группе наблюдалось снижение мощности α -2 волн и повышение α -1 составляющей, что повлияло на увеличение коэффициента мощности α 1/ α 2 ($K_{\text{КОНТРОЛЬ}} = 0,91$).

В группе АВС выявлено повышение мощности всех поддиапазонов, что позволило сохранить величину коэффициента мощности α 1/ α 2 на уровне фоновых значений ($K_{\text{АВС}} = 0,48$). После АВС произошел прирост супрессии мощности низкочастотных и высокочастотных α -волн в ответ на открывание глаз, в то время как в контроле наблюдалась тенденция к снижению проявлений описанного «Бергер-эффекта». Ни в одной из групп к концу эксперимента не происходило достоверных изменений частоты и амплитуды β -ритма.

Таким образом, отличительной характеристикой однократной АВС является достоверное снижение мощности θ -ритма ЭЭГ, тогда как после курса тренировок наблюдалось существенное увеличение мощности θ -волн.

Таблица 2

Динамика показателей электроэнцефалограммы спортсменов контрольной и экспериментальной групп после курса АВС ($M \pm m$)

Table 2

Dynamics of electroencephalographic indicators in the control and experimental groups after AVS course ($M + m$)

Показатели	Группа контроля		Группа АВС	
	январь	март	январь	март
ИЧМПА, Гц	10,4 ± 0,2	10,6 ± 0,2	10,1 ± 0,2	10,6 ± 0,2
Амплитуда-α, μV	12,0 ± 1,9	14,0 ± 2,8	10,6 ± 1,5	14,8 ± 2,1*
АВW, Гц	5,4 ± 0,2	5,2 ± 0,2	5,3 ± 0,1	5,0 ± 0,2
θ-ритм, μV2	13 ± 1	11 ± 1	11,8 ± 0,8	17,4 ± 1*#
θ-ритм, Гц	3,7 ± 0,3	3,2 ± 0,1	3,9 ± 0,2	3,6 ± 0,3
α1, μV2	17,8 ± 1,5	20,0 ± 2,5	14,8 ± 1,4	16,4 ± 1,7
α1, Гц	10 ± 0,3	10 ± 0,3	9,8 ± 0,2	10,3 ± 0,2
α2, μV2	25,4 ± 3,8	22,9 ± 3,2	26,7 ± 3,3	34,0 ± 3,5*#
α2, Гц	10,3 ± 0,3	10,6 ± 0,3	10 ± 0,2	10,6 ± 0,2
α1/α2	0,68 ± 0,1	0,91 ± 0,2	0,55 ± 0,1	0,48 ± 0,1#
β-ритм, μV2	6,0 ± 1,1	4,6 ± 1,1	5,3 ± 0,5	5,3 ± 0,6
β-ритм, Гц	13,4 ± 0,6	12,2 ± 0,2	13,7 ± 0,5	12,7 ± 0,3
ИГСМА α1, %	15,3 %	20,0 %	22,9 %	18,9 %
ИГСМА α2, %	8,5 %	15 %*	11,2 %	4,8 %*#

Примечание. Достоверность различий между январскими и мартовскими показателями в каждой группе: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$; между группами в марте: # $p < 0,05$
Note. Significant differences between indicators in January and March in each group: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$; between groups in March # $p < 0.05$

После однократной стимуляции были обнаружены наиболее значимые изменения мощности и частоты α-1 и α-2 поддиапазонов, существенно снижалась сила реакции десинхронизации α-1 волн и увеличивалась сила реакции активации α-2 волн. Применение курса тренировок способствовало усилению мощности и повышению силы «Бергер-эффекта» в α-2 поддиапазоне. Частота и мощность β-ритма в обеих сериях АВС не изменялась. Это свидетельствует о направленном влиянии несущих частот воздействия АВС, лежащих в диапазоне от 3 до 13 Гц, на α- и θ-волны.

Для оценки адаптивных перестроек на нейрофизиологическом уровне мы изучили корреляционные взаимосвязи показателей ЭЭГ активности головного мозга спортсменов до и после АВС. До курса АВС было выявлено существование как сильных ($n = 12$), так и умеренных ($n = 5$) взаимосвязей между ЭЭГ показателями (рис.). После курса сенсорной стимуляции было отмечено существенное увеличение количества и появление новых, положительных взаимосвязей средней силы ($n = 12$), в то время как количество жестких корреляций оставалось на прежнем уровне. Вместе

с увеличением количества связей было обнаружено изменение их структуры, что может

быть обусловлено изменением функционального значения различных нейрофизиологических процессов при адаптации к АВС.

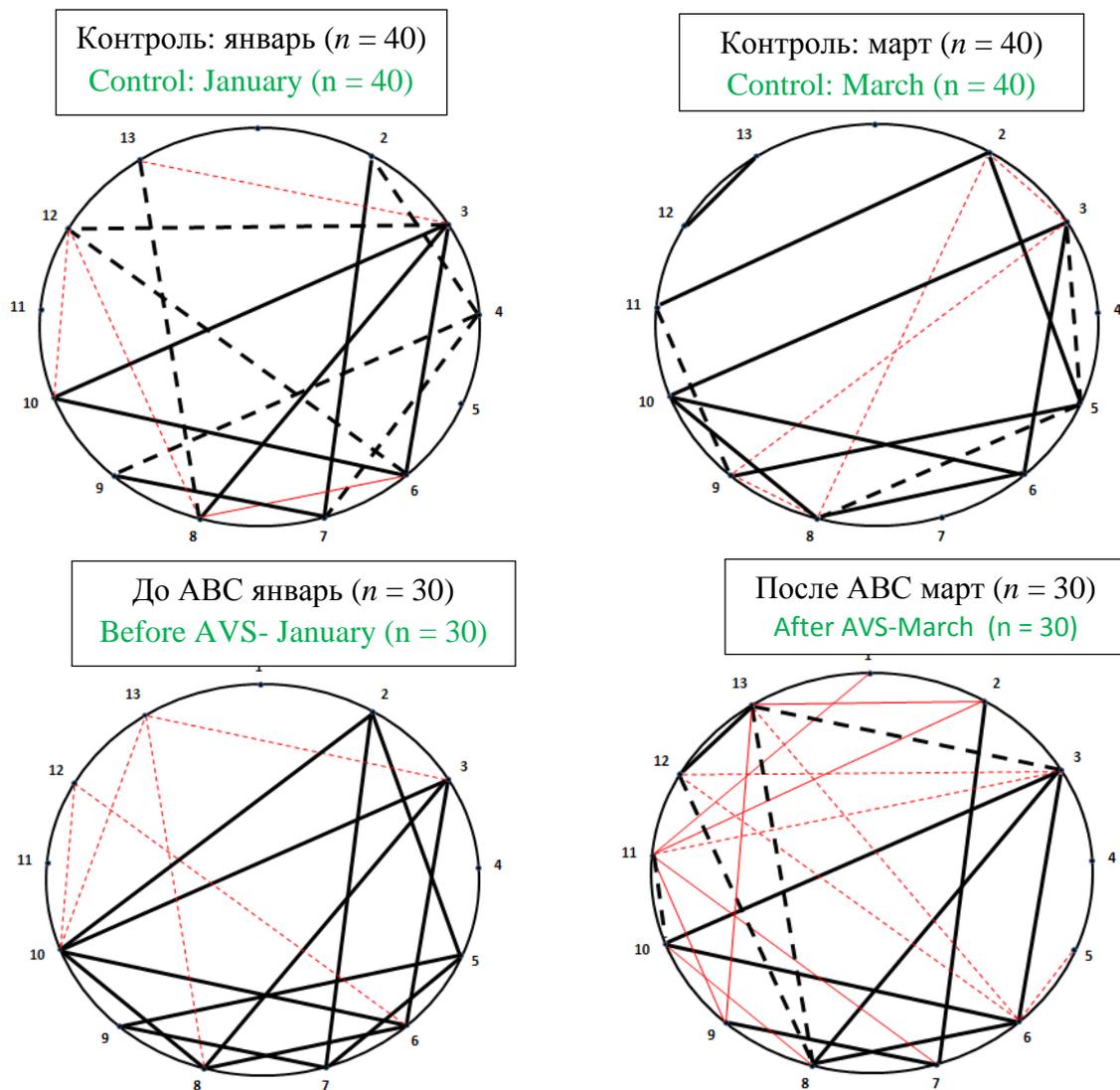


Рис. Корреляционные связи ЭЭГ показателей обследуемых

Fig. Correlation of student's EEG parameters

Примечание: 1 – АВW, 2 – ИЧМПА, 3 – амплитуда α -ритма, 4 – мощность θ -ритма, 5 – частота θ -ритма, 6 – мощность α -1 ритма, 7 – частота α -1 ритма, 8 – мощность α -2 ритма, 9 – частота α -2 ритма, 10 – мощность β -ритма, 11 – частота β -ритма, 12 – ИГСМА α -1, 13 – ИГСМА α -2.

— Положительная связь $0,7 \leq r \leq 1,0$ - - - Отрицательная связь $0,7 \leq r \leq 1,0$
 — Положительная связь $0,5 \leq r \leq 0,7$ - - - Отрицательная связь $0,5 \leq r \leq 0,7$

Note: 1 - alpha band width, 2 - individual alpha-rhythm frequency, 3 - alpha-rhythm amplitude, 4 - θ -rhythm power, 5 - θ -rhythm frequency, 6 - α -1 rhythm power, 7 - α -1 rhythm frequency, 8 - α -2 rhythm power, 9 - alpha-2 rhythm frequency, 10 - β -rhythm power, 11 - β -rhythm frequency, 12 - alpha-1 rhythm depression, 13 - alpha-2 rhythm depression.

В группе контроля на всех этапах исследования число сильных ($n = 12$) и умеренных связей ($n = 4$) не изменялось, а в конце периода наблюдения выявлено существенно меньше взаимосвязей по сравнению с группой ABC. В динамике наблюдений также происходило изменение структуры взаимосвязей показателей, что может быть обусловлено влиянием спортивных нагрузок на биоэлектрическую активность мозга [8].

Следовательно, после ABC формируются новые гибкие взаимосвязи на ЭЭГ уровне, тогда как число прочно сформированных сильных связей между изученными параметрами не изменяется. Описанные результаты согласуются с представлениями Н. П. Бехтерева о том, что увеличение количества связей обеспечивает большую устойчивость организма студентов, занимающихся спортом, к воздействию эндогенных и экзогенных факторов [4; 13].

Заключение

В нашем исследовании установлено, что ABC с изменяющейся частотой световых воздействий от 3 до 13 Гц оказывала специфичное и избирательное воздействие на показатели биоэлектрической активности мозга, степень изменения которых была более выражена после однократной стимуляции. Эффекты продолжительной стимуляции менее выражены, что может свидетельствовать о снижении реактивности биоэлектрических процессов мозга и формировании адаптивных перестроек к ABC. После ABC установлено образование новых связей между ЭЭГ показателями, что свидетельствует об улучшении синхронизации изучаемых показателей. Описанные данные подтверждают способность мозга человека следовать навязываемым ритмам, что может быть использовано для изменения функционального состояния организма и более успешного восстановления после тренировочных занятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Айзман Р. И., Головин М. С.** Эффективность влияния однократной и продолжительной аудиовизуальной стимуляции на вариабельность сердечного ритма и механизмы вегетативной регуляции у спортсменов-цикликов // Бюллетень сибирской медицины. – 2014. – Т. 13, № 6. – С. 113–120.
2. **Афтанас Л. И., Ярош С. В., Нефедова Ж. В.** Нейротехнологии аудио-визуально-вибротактильной стимуляции в комплексной терапии артериальной гипертензии у детей и подростков // Сибирский научный медицинский журнал. – 2013. – Т. 33, № 4. – С. 49–55.
3. **Базанова О. М.** Вариабельность и воспроизводимость индивидуальной частоты альфаритма ЭЭГ в зависимости от экспериментальных условий // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. – 2011. – Т. 61. – С. 102–111.
4. **Бехтерева Н. П.** Механизмы деятельности мозга человека. Часть I. Нейрофизиология человека. – Л.: Наука, 1988. – 677 с.
5. **Бобрищев А. А.** Аудиовизуальная коррекция психического состояния и работоспособности спортсменов высшей квалификации // Вестник психотерапии. – 2007. – № 22. – С. 61–62.
6. **Головин М. С., Балиоз Н. В., Айзман Р. И., Кривошеков С. Г.** Влияние аудиовизуальной стимуляции на психические и физиологические функции у спортсменов легкоатлетов // Физиология человека. – 2015. – Т. 41, № 5. – С. 90–97.
7. **Голуб Я. В., Жиров В. М.** Медико-психологические аспекты применения свето-звуковой стимуляции и биологически обратной связи. – СПб., 2007. – 97 с.



8. **Кудря О. Н.** Физиологические особенности вегетативного обеспечения мышечной деятельности у спортсменов: дисс. ...докт. биол. наук. – Томск, 2012. – 310 с.
9. **Лебедев А. В., Рубанович В. Б., Айзман Н. И., Айзман Р. И.** Морфофункциональные особенности студентов первого курса педагогического вуза // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. – 2014. – № 1. – С. 128–141.
10. **Михайлов С. С.** Спортивная биохимия: учебник для вузов и колледжей физической культуры. – М.: Советский спорт, 2009. – 348 с.
11. **Пушиш М., Чиллик И.** Влияние аудиовизуальной стимуляции на некоторые параметры элитных спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2013. – № 3 (111). – С. 39–45.
12. **Сороко С. И., Трубачев В. В.** Нейрофизиологические и психофизиологические основы адаптивного биоуправления. – СПб.: Политехника-сервис, 2010. – 607 с.
13. **Суботялов М. А.** Морфофункциональные и психофизиологические особенности подростков и юношей различных конституциональных типов: дис. ...канд. биол. наук. – Томск, 2002. – 162 с.
14. **Халафян А. А.** STATISTICA 6.0. Статистический анализ данных. – М.: Бинوم-Пресс, 2007. – 512 с.
15. **Huang T. A., Charyton Ch.** A comprehensive review of the psychological effects of brainwave entrainment // *Alternative Therapies In Health And Medicine*. – 2008. – № 14. – P. 38–49.
16. **Klimesch W., Sauseng P., Hanslmayr S.** EEG alpha oscillations: The inhibition-timing hypothesis // *Brain Research Reviews*. – 2007. – V. 53. – P. 63–88.
17. **Mikicin M., Kowalczyk M.** Audio-visual and autogenic relaxation alter amplitude of alpha EEG band, causing improvements in mental work performance in athletes // *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. – 2015. – V. 40 (3). – P. 219–227.



DOI: [10.15293/2226-3365.1601.12](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1601.12)

Golovin Mihail Sergeevich, Senior Lecturer and Researcher, Department of Anatomy, Physiology and Life Safety, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation.

ORCID iD [0000-0002-8573-856X](https://orcid.org/0000-0002-8573-856X)

E-mail: golovin593@mail.ru

Balioz Natalia Vladimirovna, Researcher, Laboratory of Human Functional Reserves of Scientific Research, Institute of Physiology and Basic medicine Siberian Branch of Medical Sciences, Novosibirsk, Russian Federation.

E-mail: natbalioz@yandex.ru

Krivoshchekov Sergei Georgievich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Human Functional Reserves of Scientific Research, Institute of Physiology and Basic Medicine Siberian Branch of Medical Sciences, Novosibirsk, Russian Federation.

ORCID iD [0000-0002-2306-829X](https://orcid.org/0000-0002-2306-829X)

E-mail: krivosch@physiol.ru

Aizman Roman Idelevich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of Department of Anatomy, Physiology and Life Safety, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation.

ORCID iD [0000-0002-7776-4768](https://orcid.org/0000-0002-7776-4768)

E-mail: aizman.roman@yandex.ru

CHANGE OF THE STUDENTS' EEG PARAMETERS ENGAGING IN ATHLETICS, AFTER SINGLE AND MULTIPLE LOW-FREQUENCY AUDIOVISUAL STIMULATION

Abstract

The purpose of this study was to investigate the electroencephalographic (EEG) changes in students engaged in sports, after a single and continuous low-frequency audiovisual stimulation (AVS) in the regime of rhythmic stimulation of 3-13 Hz and a duration of 25 minutes. We examined the young man of 18-23 years old, students of NSPU engaged in athletics and specializing in middle-distance running, having first qualified sports category and candidates for master of sports. The purpose of this study was to investigate the electroencephalographic (EEG) changes in students-athletes after single and course of low-frequency audiovisual stimulation (AVS). After 20–22 AVS sessions an alterations of the EEG parameters were observed compared to the control (power increase of the theta rhythm and alpha-1 subrange, capacity suppression of the alpha rhythm in response to the eye opening reaction). The particular characteristic of a single AVS was a significant decrease in the power of theta rhythm, decrease of the desynchronization reaction of alpha-1 waves and increase of alpha-2 waves of activation reaction. After the AVS course the increase of number and appearance of the new correlations between EEG parameters were marked, accordingly to Bechtereva's ideas about increasing resistance of the organism to the internal and external effects. The described data confirm the ability of the human's brain to wave entrainment, that can be used to change the functional state and a more successful recovery after exercise.



Keywords

Biology, morphology, physical activity, audiovisual aids, audiovisual stimulation, students, athletes, electroencephalographic activity

REFERENCES

1. Aizman R. I., Golovin M. S. The impact of a single and continuous audiovisual stimulation on heart rate variability and mechanisms of autonomic regulation in athletes-cyclists. *Bulletin of Siberian medicine*. 2014, vol. 13, no. 6, pp.113–120. (In Russian)
2. Aftanas L. I., Yarosh S. V., Nefedova J. V. Neurotechnology audio-visual and vibrotactile stimulation in the treatment of hypertension in children and adolescents. *The Siberian Scientific Medical Journal*. 2013, vol. 33, no. 4, pp. 49–55. (In Russian)
3. Bazanova O. M. Variability and reproducibility of the individual frequency of EEG alpha rhythm depending on the experimental conditions. *I. P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity*. 2011, vol. 61, pp. 102–111. (In Russian)
4. Bechtereva N. P. *The mechanisms of human brain activity. Part I. Human Neurophysiology*. Leningrad, Science Publ., 1988, 677 p. (In Russian)
5. Bobrishev A. A. Audio-visual correction of a mental condition and performance of athletes of higher qualification. *Bulletin of psychotherapy*. 2007, no. 22, pp. 61–62. (In Russian)
6. Golovin M. S., Balioz N. V., Aizman R. I., Krivoschekov S. G. Effect of Audiovisual Stimulation on the Psychophysiological Functions in Track and Field Athletes. *Human Physiology*. 2015, vol. 41, no. 5, pp. 90–97. (In Russian)
7. Golub Y.V., Zhironov V. M. *Medical and psychological aspects of the use of light and sound stimulation and biofeedback*. St. Petersburg, 2007, 97 p. (In Russian)
8. Kudrya O. N. *Physiological characteristics of autonomic support of muscular activity in athletes*. Tomsk, 2012, 310 p. (In Russian)
9. Lebedev A. V., Rubanovich V. B., Aizman N. I., Aizman R. I. Morphofunctional features of first-year students of pedagogical university. *Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin*. 2014, no. 1, pp. 128–141. (In Russian)
10. Mikhailov S. S. *Sport biochemistry: a textbook for universities and sports colleges*. Moscow, The Soviet sports Publ., 2009, 348 p. (In Russian)
11. Pupish M., Chillik I. The influence of audiovisual stimulation upon highly-qualified athletes' parameters. *Physiotherapy and Sports Medicine*. 2013, no. 3 (111), pp. 39–45. (In Russian)
12. Soroko V. I., Trubachov V. V. *Neurophysiological and psychophysiological bases of adaptive biofeedback*. St. Petersburg, Politehnica Service Publ., 2010, 607 p. (In Russian)
13. Subotyalov M. A. *Morphofunctional and psychophysiological characteristics of adolescents and young men of various constitutional types*. Tomsk, 2002, 162 p. (In Russian)
14. Khalafyan A. A. *STATISTICA 6.0*. Statistical analysis. Moscow, Binom-Press Publ., 2007, 512 p. (In Russian)
15. Huang T. A., Charyton Ch. A comprehensive review of the psychological effects of brainwave entrainment. *Alternative Therapies In Health And Medicine*. 2008, no. 14, pp. 38–49.
16. Klimesch W., Sauseng P., Hanslmayr S. EEG alpha oscillations: The inhibition-timing hypothesis. *Brain Research Reviews*. 2007, vol. 53, pp. 63–88.
17. Mikicin M., Kowalczyk M. Audio-visual and autogenic relaxation alter amplitude of alpha EEG band, causing improvements in mental work performance in athletes. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2015, vol. 40 (3), pp. 219–227.