

УДК 612.85.016.6-057.875+612.822.3(045)

КУНАВИН Михаил Алексеевич, аспирант кафедры физиологии и морфологии человека института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 7 научных публикаций

СОКОЛОВА Людмила Владимировна, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии и морфологии человека института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 120 научных публикаций в т. ч. 4 монографий

ПОЛОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА В ПРОЦЕССЕ ПРОСЛУШИВАНИЯ RELAX-МУЗЫКИ

Изучалась специфика пространственно-временной организации биоэлектрической активности мозга (БЭА) у девушек и юношей при прослушивании музыкальной композиции, традиционно применяемой в сеансах музыкотерапии. Обнаружено, что у юношей, при прослушивании relax-музыки снижается пространственная синхронизация биопотенциалов коры в альфа- и бета-диапазонах в левом полушарии, а девушек – в обоих полушариях. Реорганизация БЭА у девушек при прослушивании relax-музыки свидетельствует о более тонкой дифференцировке аудиальной информации и стремлении к ее вербализации.

Ключевые слова: биоэлектрическая активность головного мозга, функция когерентности, relax-музыка, восприятие музыки, юноши, девушки, половые особенности.

Изучение процессов восприятия разнообразных форм искусства, и в частности музыки, остается самой сложной, неоднозначной и актуальной проблемой всей когнитивной науки на протяжении последних десятилетий. Существуют определенные трудности и разнообразные предположения в понимании того, как разные люди формируют свои предпочтения по отношению к тому или иному произведению, музыкальному жанру. Э.А. Алексеев (1973) ссылаясь на то, что расслоение слушателей на музыкальные стили находится в определенной зависимости от социально-демогра-

фических факторов, тем не менее, подчеркивал важность исследований направленных на выявление физиологических особенностей восприятия музыки способных объяснить существующие различия [2].

В настоящее время с ростом количества психофизиологических исследований сложных форм деятельности музыка, как результат внутренне мотивированного творческого процесса, привлекает к себе особое внимание ученых, при этом идет активное изучение процессов сочинения музыки, ее мысленного воспроизведения и т. д. [6, 14, 19]. Однако вопросы, свя-

занные с особенностями восприятия музыки людьми разного возраста и пола, до сих пор освещены очень фрагментарно.

Спектр воздействия музыки на функциональное состояние человека очень широк, для изучения этого влияния используются разнообразные методы, одним из которых является электроэнцефалография (ЭЭГ). Исследования, основанные на регистрации ЭЭГ, свидетельствуют, что она отражает активность и сложные взаимодействия структур мозга, как в покое, так и при разных функциональных состояниях и видах деятельности человека [11, 18, 21]. Целью нашей работы явилось изучение пространственно-временной организации биоэлектрической активности мозга студентов разного пола во время прослушивания *relax*-музыки.

Методы исследования. В исследовании, на добровольной основе приняли участие 40 студентов Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, (20 юношей и 20 девушек) в возрасте от 20 до 22 лет, без специального музыкального образования. Все обследованные были правшами. ЭЭГ регистрировалось монополярно с индифферентными ушными электродами от симметричных отведений затылочных ($O_{1/2}$), теменных ($P_{3/4}$), центральных ($C_{3/4}$), лобных ($F_{3/4}$), передневисочных ($T_{3/4}$) и височно-теменно-затылочных ($TPO_{1/2}$) областей коры мозга. Локализация отведений определялась по международной системе «10-20». ЭЭГ регистрировали в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами и при прослушивании музыкальной композиции. В качестве *relax*-музыки использовался трехминутный фрагмент композиции «Теплый летний вечер» (муз С. Намин), один из тех, которые традиционно используются в сеансах музыкотерапии [16].

Компьютерная обработка полученных электроэнцефалографических данных осуществлялась методом корреляционного анализа. Исходным материалом служили безартефактные отрезки ЭЭГ длительностью не менее 70 секунд, эпоха анализа составляла 4 с. Электро-

энцефалографический сигнал фильтровался в полосе пропускания 3–30 Гц. Анализировались значения максимума оценки функции когерентности (КОГ) ритмических составляющих биопотенциалов в диапазонах альфа- (8–13 Гц), бета- (13–30 Гц) и тета- (4–8 Гц) частот для внутрислоушарных (30) и межполушарных одноименных (6) пар отведений. Математическая и статистическая обработка включала в себя анализ распределения признаков и их числовых характеристик. Оценка достоверности различий для парных зависимых выборок (фон-музыка) проводилась с использованием непараметрического критерия Вилкоксона. В случае с парными независимыми выборками (юноши-девушки) использовался критерий Манна-Уитни. При обсуждении результатов учитывались только статистически значимые изменения с величиной вероятности ошибки $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Изучение показателей ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования обследованных обнаружило, что пространственно-временная организация биоэлектрической активности мозга имеет ряд значимых отличий в зависимости от пола. Девушки характеризовались более высокими значениями функции КОГ ЭЭГ во всех анализируемых диапазонах (*табл. 1*).

Наиболее существенные различия были получены при анализе КОГ в тета-диапазоне: выявлены более высокие показатели пространственной синхронизации в каудальных отделах полушарий как внутрислоушарных, так и межполушарных отведений (*рис. 1*).

Это согласуется с результатами, полученными в исследованиях Н.В. Вольф и О.М. Разумниковой [5]. По мнению авторов, специфика пространственно-временной организации биопотенциалов мозга у женщин по сравнению с мужчинами выражается в более тесном взаимодействии гомологичных участков коры мозга. Более высокие значения КОГ в районе заднеассоциативных зон коры у девушек, по всей вероятности, связаны и с большей активацией париетальной системы внимания, со-

Таблица 1

СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ МАКСИМУМА ФУНКЦИИ КОГ ОСНОВНЫХ РИТМОВ ЭЭГ У ЮНОШЕЙ И ДЕВУШЕК В СОСТОЯНИИ СПОКОЙНОГО БОДРСТВОВАНИЯ

Отведение	Среднее значение функции КОГ	
	Юноши (n=20)	Девушки (n=20)
<i>α-ритм</i>		
$P_3 - TPO_1$	0.416	0.517**
<i>β-ритм</i>		
$C_3 - C_4$	0.432	0.521*
$C_4 - TPO_2$	0.262	0.358*
<i>θ-ритм</i>		
$P_3 - P_4$	0.608	0.679*
$O_1 - O_2$	0.477	0.556*
$TPO_1 - TPO_2$	0.173	0.253**
$P_3 - TPO_1$	0.348	0.454**
$O_1 - TPO_1$	0.377	0.459*
$P_4 - TPO_2$	0.379	0.478*
$O_2 - TPO_2$	0.384	0.458*

Примечание: Звездочками в таблице и далее обозначены уровни статистической значимости: * - $p \leq 0,05$;

** - $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

средоточении на предстоящей деятельности. Именно эта регуляторная система организует процессы поддержания внимания к будущей деятельности и процессы направленной селекции информации [2].

При переходе от состояния спокойного бодрствования к прослушиванию relax-музыки у юношей получены значимые изменения максимума функции КОГ в диапазоне **альфа**-ритма только в левом полушарии: наблюдалось снижение КОГ между затылочной и центральной, затылочной и височно-теменно-затылочной областями (с 0,275 до 0,239 и с 0,548 до 0,512 соответственно, при $p < 0,05$). Сходные изменения значений КОГ внутри левого полушария были зарегистрированы и у девушек: обнаружено статистически значимое снижение пространственной синхронизации между затылочным и теменным, затылочным и височно-теменно-затылочным отведениями (с 0,564

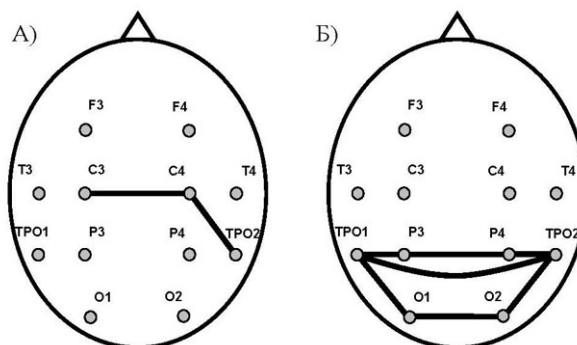


Рис. 1. Пространственное распределение статистически значимых различий максимума функции когерентности бета- (А) и тета- (Б) диапазонов в состоянии спокойного бодрствования у девушек по сравнению с юношами. *Обозначения:* отведения F3, F4 – лобные; C3, C4 – центральные; P3, P4 – теменные; O1, O2 – затылочные; T3, T4 – передневисочные; TPO1, TPO2 – височно-теменно-затылочные. Сплошной линией указаны статистически значимые повышения значений функции когерентности

Таблица 2

СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ МАКСИМУМА ФУНКЦИИ КОГ ОСНОВНЫХ РИТМОВ ЭЭГ У ЮНОШЕЙ И ДЕВУШЕК ПРИ ПРОСЛУШИВАНИИ RELAX-МУЗЫКИ

Отведение	Среднее значение функции КОГ	
	Юноши (n=20)	Девушки (n=20)
<i>α-ритм</i>		
$O_1 - O_2$	0.702	0.647*
$F_4 - T_4$	0.492	0.514*
$T_4 - TPO_2$	0.298	0.323*
$O_2 - TPO_2$	0.504	0.461*
<i>β-ритм</i>		
$P_3 - P_4$	0.437	0.524*
$F_3 - P_3$	0.278	0.344*
$F_3 - T_3$	0.415	0.426**
$C_3 - O_1$	0.287	0.301*
$C_4 - T_4$	0.446	0.477***
$P_4 - O_2$	0.596	0.523*
<i>θ-ритм</i>		
$T_3 - C_3$	0.498	0.472*
$C_4 - T_4$	0.505	0.501*
$P_4 - T_4$	0.407	0.364**

до 0,526 и с 0,567 до 0,525 соответственно, при $p < 0,05$). Анализ изменений при прослушивании relax-музыки у всех обследованных выявил значимое перераспределение взаимосвязей внутри правого полушария в группе девушек по сравнению с юношами: снижение функции КОГ между затылочной и височно-теменно-затылочной областями коры и повышение функционального взаимодействия между фронтальной и височной корой (таблица 2, рис 2А).

Необходимо отметить, что в процессе восприятия музыки основная работа по распознаванию и категоризации поступающей информации связана с работой височно-теменно-затылочной и височной коры левого полушария. Hirshkowitz M. (1978) в своих исследованиях указывает на увеличение активации этих областей левого полушария в процессе прослушивания музыки людьми без профессионального музыкального образования [23].

Как видно из полученных результатов, процесс восприятия relax-музыки вне зависимости от пола слушателя сопровождается снижением степени взаимодействия в альфа-диапазоне ритмических составляющих ЭЭГ затылочных отделов с заднеассоциативными зонами коры мозга. Отличительной особенностью является участие обоих полушарий в восприятии музыкальной композиции у девушек, тогда как у юношей достоверные изменения отмечены только внутри левого.

В диапазоне бета-ритма, при переходе от состояния спокойного бодрствования к прослушиванию музыки как у юношей, так и у девушек значимо снизился уровень функционального взаимодействия между лобными и теменными областями коры в правом полушарии (с 0,214 до 0,181 у юношей; с 0,298 до 0,241 у девушек; при $p < 0,05$). Однако во время прослушивания relax-музыки уровень простран-

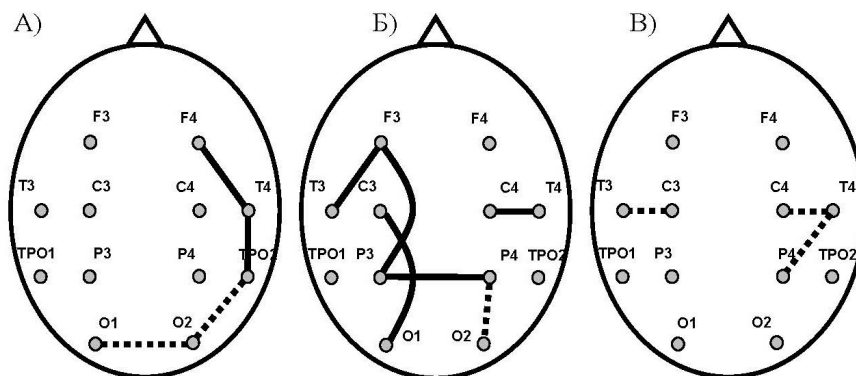


Рис. 2. Пространственное распределение статистически значимых различий максимума функции когерентности альфа- (А), бета- (Б) и тета- (В) диапазонов во время прослушивания relax-музыки у девушек по сравнению с юношами. Обозначения: см. рис. 1. Пунктирной линией указаны статистически значимые снижения значений функции когерентности.

ственной синхронизации между этими отделами в левом полушарии был выше у девушек (табл. 2). Также у слушателей, вне зависимости от пола, зафиксировано значимое повышение значений функции КОГ между передневисочным и центральным отведениями в левом полушарии (с 0,428 до 0,469 у юношей; с 0,424 до 0,465 у девушек, при $p < 0,05$). У девушек наблюдалось увеличение взаимодействия между этими областями коры и внутри правого полушария (рис. 2Б).

Снижение значений когерентности между лобными и теменными отделами коры больших полушарий во время прослушивания расслабляющей композиции, свидетельствует о десинхронизации в передне- и заднеассоциативных зонах мозга. При этом, как подчеркивают некоторые авторы [3, 13], наблюдается ослабление процессов активации памяти и других когнитивных процессов, особенно связанных с устной речью. Такая картина перераспределения коррелятов может отражаться на снижении скорости выполнения ряда пространственных задач, и характерна для некоторых медитативных процессов [15].

В диапазоне **тета**-ритма при переходе от состояния спокойного бодрствования к про-

слушиванию relax-музыки основные перераспределения центров активности у юношей происходят в правом полушарии. Отмечено достоверное повышение взаимодействия височно-теменно-затылочных областей коры с теменными и затылочными (с 0,379 до 0,412 и с 0,384 до 0,413 соответственно, при $p < 0,05$). Как считают многие исследователи тета-ритм связан с процессами активации гиппокампа, ряда структур эмоциогенных систем и свидетельствует об обработке эмоционально значимой информации, вне зависимости от знака эмоций [7]. Отсутствие подобных изменений у девушек, вероятно, можно объяснить тем, что высокий уровень взаимодействия затылочных и заднеассоциативных областей отмечался у них еще в состоянии спокойного бодрствования.

Обнаруженное у девушек снижение функционального взаимодействия между центральной и передневисочной областями коры обоих полушарий (табл. 2, рис. 2В) может отражать ослабление восходящих тормозных влияний на кору со стороны неспецифических лимбико-диэнцефальных систем. Подобные изменения, на фоне повышения уровня взаимодействия этих зон в высокочастотном диапазоне,

могут играть важную роль в процессе усвоения музыкального ритма, что является необходимым условием для достижения положительного эффекта музыкотерапии [17].

Выводы. 1. Выявлены различия механизмов функционирования полушарий головного мозга у юношей и девушек при восприятии relax-музыки. У юношей в процессе прослушивания relax-музыкальной композиции наблюдалось снижение пространственной синхронизации биопотенциалов коры мозга в альфа- и бета-диапазонах в левом полушарии. У девушек подобные изменения пространственно-временной организации биоэлектри-

ческой активности мозга обнаружены в обоих полушариях мозга.

2. Повышение функционального взаимодействия между фронтальной и височной областями коры правого полушария мозга во время прослушивания relax-музыки может свидетельствовать о способности к более тонкой дифференцировке поступающей аудиальной информации у девушек.

3. В процессе восприятия музыки у девушек выявлено усиление пространственной синхронизации в высокочастотном диапазоне ЭЭГ в левой гемисфере; вовлечение «речевых» зон коры является свидетельством большей вербализации воспринимаемой музыкальной композиции.

Список литературы

1. Александрин В.В. Пути латерализации биологического и информационного подкреплений // Актуальные вопросы функциональной межполушарной асимметрии. Всерос. науч. конф. М., 2001. С. 17–21.
2. Алексеев Э.А., Волхов В.Ф., Головницкий Г.М. На путях исследования музыкальных вкусов // Советская музыка. 1973. № 1. С. 59–69.
3. Алферова В.В., Семёнова Л.К., Фарбер Д.А. Структурно-функциональное созревание развивающегося мозга. Л., 1990.
4. Афтанас Л.И., Голошейкин С.А. Динамика корковой активности в условиях измененного состояния: исследование медитации с помощью ЭЭГ высокого разрешения // Физиология человека. 2003. Т. 29. № 2. С. 18–27.
5. Бетелева Т.Г. Нейрофизиологические механизмы зрительного восприятия. М., 1983.
6. Брызгалов А.О., Вольф Н.В., Разумникова О.М. Особенности полушарной ЭЭГ-активности и стратегии обработки вербальной информации у мужчин и женщин // Актуальные вопросы функциональной межполушарной асимметрии. II Всерос. науч. конф. М., 2003. С. 43–48.
7. Владичко Т.В., Моренко А.Г. Значения когерентности биопотенциалов коры головного мозга у мужчин // Фундаментальные науки и практика. 2010. Т. 1. № 1. С. 52–58.
8. Голицын Г.А., Данилова О.Н., Каменский В.С. Межполушарная асимметрия и творческий процесс композитора // Музыкальная психология и психотерапия. 2007. № 3. С. 23–34.
9. Голуб Я.В., Жиров В.М. Медико-психологические аспекты применения свето-звуковой стимуляции и биологически обратной связи. СПб., 2007. С. 97.
10. Дерюгина Е.И., Мачинская И.О., Мачинская Р.И. Функциональная организация правого и левого полушарий мозга человека при направленном внимании // Физиология человека. 1992. Т. 18. № 6. С. 77–84.
11. Жаворонкова Л.А. Особенности межполушарной асимметрии ЭЭГ правой и левой как отражение взаимодействия коры и регуляторных систем мозга // Ин-т высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН. 1994. № 5. С. 37–41.
12. Жаворонкова Л.А., Лаврова Т.П. ЭЭГ маркеры нарушений когнитивных функций и памяти в отдаленные сроки после воздействия радиации // Ин-т высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН. 1995. № 9. С. 34–39.
13. Костандов Э.А. Межполушарные функциональные отношения при отрицательных эмоциях у человека // Журнал ВНД. 1985. Т. 30. № 2. С. 327.

14. Ливанов М.Н., Хризман Т.П. Пространственно-временная организация биопотенциалов мозга у человека // Ест.-науч. осн. психол. 1978. Т. 17. № 2. С. 206–233.
15. Павлыгина Р.А. Анализ когерентности ЭЭГ при прослушивании музыки // Журн. высш. нервной деятельности. 2003. Т. 53. № 4. С. 402–409.
16. Пасынкова Н.Р. ЭЭГ корреляты медитативного состояния. // Журн. высш. нервной деятельности. 2008. Т. 58. № 3. С. 421–430.
17. Петрушин В.И. Психология музыкального восприятия // Музыкальная психология и психотерапия. 2007. № 2. С. 47–61.
18. Русалова М.Н. К вопросу о межполушарной организации эмоций // Физиология человека. 1987. Т. 13. № 6. С. 940.
19. Русалова М.Н. Уровни сознания и асимметрия энцефалограммы человека // Структурно-функциональные и нейрохимические закономерности асимметрии и пластичности мозга. М., 2006. Т. 5. № 1. С. 340–361.
20. Сахаров Д.С. Межполушарная асимметрия в ЭЭГ при прослушивании классической и рок-музыки разной мощности // Актуальные вопросы функциональной межполушарной асимметрии. М., 2001. С. 91–95.
21. Уэйнбергер Н. Музыка и мозг // В мире науки. 2005. № 2. С. 34–42.
22. Craighero. L., D'Ausilio A., Fadiga L. Broca's Area in language, action and music// The Neurosciences and music III – Disorders and Plasticity. 2009. Vol. 1169. P. 448–458.
23. Hirshkowitz M., Earle J., Paley B. EEG Alpha Asymmetry in Musicians and Non-Musicians: A Study of Hemispheric Specialization. Neuropsychologia, 1978, vol. 16, no. 1, pp. 126–128.

References

1. Aleksandrin V.V. Puti lateralizatsii biologicheskogo i informatsionnogo podkrepleniya [Ways of Lateralization of Biological and Information Reinforcement]. *Aktual'nye voprosy funktsional'noy mezhpolutsharnoy asimmetrii. Vseros. nauch. konf.* [Topical Issues of Functional Interhemispheric Asymmetry: All-Russian Sci. Conf.]. Moscow, 2001, pp. 17–21.
2. Alekseev E.A., Volkhov V.F., Golovnitkiy G.M. Na putyakh issledovaniya muzykal'nykh vkusov [Exploring Musical Tastes]. *Sovetskaya muzyka*, 1973, no. 1, pp. 59–69.
3. Alferova V.V., Semenova L.K., Farber D.A. *Strukturno-funktsional'noe sozrevanie razvivayushchegosya mozga* [Structural and Functional Maturation of the Developing Brain]. Leningrad, 1990.
4. Aftanas L.I., Golosheykin S.A. Dinamika korykovoy aktivnosti v usloviyakh izmenennogo sostoyaniya: issledovanie meditatsii s pomoshch'yu EEG vysokogo razresheniya [Changes in Cortical Activity in Altered States of Consciousness: The Study of Meditation by High-Resolution EEG]. *Fiziologiya cheloveka*, 2003, vol. 29, no. 2, pp. 18–27.
5. Beteleva T.G. *Neyrofiziologicheskie mekhanizmy zritel'nogo vospriyatiya* [Neurophysiological Mechanisms of Visual Perception]. Moscow, 1983.
6. Bryzgalov A.O., Vol'f N.V., Razumnikova O.M. Osobennosti polusharnoy EEG-aktivnosti i strategii obrabotki verbal'noy informatsii u muzhchin i zhenshchin [Features of Hemispheric EEG Activity and Verbal Information Processing Strategies in Men and Women]. *Aktual'nye voprosy funktsional'noy mezhpolutsharnoy asimmetrii. II Vseros. nauch. konf.* [Topical Issues of Functional Interhemispheric Asymmetry: 2nd All-Russian Sci. Conf.]. Moscow, 2003, pp. 43–48.
7. Vladichko T.V., Morenko A.G. Znacheniya kogerentnosti biopotentsialov kory golovnogogo mozga u muzhchin [Values of Cortex Biopotential Coherence in Men]. *Fundamental'nye nauki i praktika* [Fundamental Sciences and Practice]. 2010, vol. 1, no. 1, pp. 52–58.
8. Golitsyn G.A., Danilova O.N., Kamenskiy V.S. Mezhpolutsharnaya asimmetriya i tvorcheskii protsess kompozitora [Interhemispheric Asymmetry and Creative Process of a Composer]. *Muzykal'naya psikhologiya i psikhoterapiya*, 2007, no. 3, pp. 23–34.
9. Golub Ya.V., Zhiron V.M. *Mediko-psikhologicheskie aspekty primeneniya sveto-zvukovoy stimulyatsii i biologicheskoi obratnoy svyazi* [Medical and Psychological Aspects of Light-Sound Stimulation and Biofeedback]. St. Petersburg, 2007, p. 97.

10. Deryugina E.I., Machinskaya I.O., Machinskaya R.I. Funktsional'naya organizatsiya pravogo i levogo polushariy mozga cheloveka pri napravlennom vnimanii [Functional Organization of the Right and Left Hemispheres of the Human Brain at Directed Attention]. *Fiziologiya cheloveka*, 1992, vol. 18, no. 6, pp. 77–84.
11. Zhavoronkova L.A. Osobennosti mezhpolusharnoy asimmetrii EEG pravshey i levshey kak otrazhenie vzaimodeystviya kory i regulatorynykh sistem mozga [Peculiarities of Interhemispheric EEG Asymmetry in Right-Handers and Left-Handers as a Reflection of the Interaction Between the Cerebral Cortex and Regulatory Systems of the Brain]. *Institut vysshey nervnoy deyatel'nosti i neyrofiziologii RAN*, 1994, no. 5, pp. 3–41.
12. Zhavoronkova L.A., Lavrova T.P. EEG markery narusheniy kognitivnykh funktsiy i pamyati v otdalennyye sroki posle vozdeystviya radiatsii [EEG Markers of Long-Term Cognitive Function and Memory Disturbances Due to Exposure to Radiation]. *Institut vysshey nervnoy deyatel'nosti i neyrofiziologii RAN*, 1995, no. 9, pp. 34–39.
13. Kostandov E.A. Mezhpolusharnyye funktsional'nye otnosheniya pri otritsatel'nykh emotsiyakh u cheloveka [Interhemispheric Functional Relationships in Negative Human Emotions]. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti*, 1985, vol. 30, no. 2, p. 327.
14. Livanov M.N., Khizman T.P. Prostranstvenno-vremennaya organizatsiya biopotsialov mozga u cheloveka [Spatio-Temporal Organization of Human Cerebral Biopotentials]. *Estestvennonauchnye osnovy psikhologii*, 1978, vol. 17, no. 2, pp. 206–233.
15. Pavlygina R.A. Analiz kogerentnosti EEG pri proslushivani muzyki [EEG Coherence Analysis in Music Listening]. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti*, 2003, vol. 53, no. 4, pp. 402–409.
16. Pasyukova N.R. EEG korrelyaty meditativnogo sostoyaniya [EEG Correlates of Meditative State]. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti*, 2008, vol. 58, no. 3, pp. 421–430.
17. Petrushin V.I. Psikhologiya muzykal'nogo vospriyatiya [Psychology of Musical Perception]. *Muzykal'naya psikhologiya i psikhoterapiya*, 2007, no. 2, pp. 47–61.
18. Rusalova M.N. K voprosu o mezhpolusharnoy organizatsii emotsiy [On Interhemispheric Organization of Emotions]. *Fiziologiya cheloveka*, 1987, vol. 13, no. 6, p. 940.
19. Rusalova M.N. Urovni soznaniya i asimmetriya entsefalogrammy cheloveka [Consciousness Levels and Human EEG Asymmetry]. *Strukturno-funktsional'nye i neyrokhimicheskie zakonomernosti asimmetrii i plastichnosti mozga* [Structural-Functional and Neurochemical Patterns of Brain Asymmetry and Plasticity]. Moscow, 2006, vol. 5, no. 1, pp. 340–361.
20. Sakharov D.S. Mezhpolusharnaya asimmetriya v EEG pri proslushivani klassicheskoy i rok-muzyki raznoy moshchnosti [Interhemispheric EEG Asymmetry During Listening to Classical and Rock Music of Different Power]. *Aktual'nye voprosy funktsional'noy mezhpolusharnoy asimmetrii* [Topical Issues of Functional Interhemispheric Asymmetry]. Moscow, 2001, pp. 91–95.
21. Weinberger N. Muzyka i mozg [Music and the Brain]. *V mire nauki*, 2005, no. 2, pp. 34–42.
22. Craighero L., D'Ausilio A., Fadiga L. Broca's Area in Language, Action and Music. *The Neurosciences and music III – Disorders and Plasticity*, 2009, vol. 1169, pp. 448–458.
23. Hirshkowitz M., Earle J., Paley B. EEG Alpha Asymmetry in Musicians and Non-Musicians: A Study of Hemispheric Specialization. *Neuropsychologia*, 1978, vol. 16, no. 1, pp. 126–128.

Kunavin Mikhail Alekseevich

Postgraduate Student, Institute of Natural Sciences and Biomedicine,
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

Sokolova Lyudmila Vladimirovna

Institute of Natural Sciences and Biomedicine,
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

SEX-LINKED PECULIARITIES OF SPATIO-TEMPORAL ORGANIZATION OF BRAIN BIOELECTRICAL ACTIVITY WHEN LISTENING TO RELAXING MUSIC

We studied peculiarities of spatio-temporal organization of brain bioelectrical activity (BBA) in male and female students listening to relaxing music traditionally used in music therapy. Men listening to music had decreased spatial synchronization of brain biopotential in alpha- and beta-bands in the left hemisphere, while women, in both hemispheres. Reorganization of BBA in women listening to relaxing music indicates a more subtle differentiation of audio information and attempts to verbalize it.

Keywords: *brain bioelectrical activity, coherence, relaxing music, music perception, man, woman, sex-linked peculiarities.*

Контактная информация:

Кунавин Михаил Алексеевич

Адрес: 163002, г. Архангельск, просп. Ломоносова, д. 4

e-mail: yabadya@mail.ru

Соколова Людмила Владимировна

Адрес: 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 17

e-mail: sluida@yandex.ru

Рецензент – *Морозова Л.В.*, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии и морфологии человека, директор института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова