

ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА СТУДЕНТОК ВЫПУСКНОГО КУРСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ УРОВНЯ ТРЕВОЖНОСТИ

Н.В. Турбасова, Н.В. Карпов, А.В. Елифанов

Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

Цель. Оценка биоэлектрической активности головного мозга студенток с различным уровнем ситуативной и личностной тревожности. **Материалы и методы исследования.** В исследовании приняли участие 32 студентки 4 курса в межсессионный период и 24 студентки в сессионный период. Амплитуда, частота и индекс ритма электроэнцефалограммы (ЭЭГ) обследуемых были определены с помощью спектрального анализа ЭЭГ. Для обнаружения связей между различными участками мозга был использован когерентный анализ ЭЭГ. **Результаты исследования.** Более высокая ситуативная тревожность характеризуется понижением амплитуды альфа- и тета-ритмов, а также повышением когерентности. Анализ частотных показателей ЭЭГ выявил различия в межсессионный и сессионный период только для тета-диапазона. Тета-активность преобладала у студенток с более низкой личностной тревожностью. В сессионный период у студенток с высокой личностной тревожностью в лобных долях были наиболее высокие значения тета-ритма, чем в межсессионный период, а повышение когерентности происходило в основном в лобно-центральных и центрально-височных зонах правого полушария. У испытуемых с низким уровнем ситуативной тревожности отмечено понижение коэффициента когерентности в левой височной области для альфа-ритма и в правой лобно-центральной и левой лобно-височной зонах для бета-ритма. В межсессионный период у девушек с низкой ситуативной тревожностью было зарегистрировано снижение коэффициента когерентности в левой теменно-затылочной области, левой лобно-теменной и правой лобно-височной зонах для бета-диапазона и в правой лобно-затылочной зоне для тета-ритма. Наибольшая тета-активность была характерна для студенток с умеренной личностной тревожностью в верхне-лобных, центральных, левой теменной, левой затылочной и правой нижнелобной областях. **Заключение.** Для большинства студенток была характерна низкая ситуативная и высокая личностная тревожность в межсессионный и сессионный периоды. Для девушек с низкой ситуативной тревожностью характерно повышение амплитуды альфа-ритма в межсессионный период и тета-ритма в сессионный период.

Ключевые слова: электроэнцефалография, тревожность, студентки, альфа-ритм, тета-ритм, когерентность.

Введение. В настоящее время на личность человека воздействует множество негативных факторов, которые влияют на индивидуально-психические качества личности и впоследствии ведут к формированию устойчивого эмоционального состояния – тревожности [15].

Тревожность рассматривается как постоянно или ситуативно проявляемое свойство человека, определяющее его способность приходить в состояние повышенного беспокойства, а также испытывать тревогу и бессознательный страх в ситуациях, связанных с новизной. Тревожность способна вызывать функциональные изменения в деятельности органов и систем на психологическом, нейроэндокринном и соматическом уровнях [2].

Высокий уровень тревожности может вы-

ступать как причиной, так и следствием стресса, являясь деструктивной личностной чертой и оказывать неблагоприятные воздействия на жизнедеятельность человека, его умственную работоспособность, эффективность адаптации к обучению [7, 8, 13].

Хорошо известно, что более эффективным и оправданным является исследование эмоциональных проявлений на центральном уровне методом регистрации биопотенциалов [2], так как его можно проводить в условиях непосредственного эмоционального реагирования, что совершенно безопасно для обследуемого.

Тревожность встречается у женщин в 2 раза чаще, чем у мужчин. Предполагают, что это связано с преувеличенным контролем эффективности действий при обнаружении

ошибок и активацией передней поясной коры [19, 21].

Материалы и методы исследования.

В исследовании приняли участие 32 студентки 4 курса в межсессионный период и 24 студентки в сессионный период. Исследование проводилось в межсессионный период с октября по ноябрь 2014 г., а также в феврале 2015 г., и в сессионный период – январь 2015 г.

Для определения уровня тревожности наиболее удобна методика Чарльза Спилбергера и его коллег – STAI (State-Trait Anxiety Inventory), адаптированная Ю.Л. Ханиным, которая является простым, но при этом наиболее точным и надежным клиническим и исследовательским инструментом тревожности [1]. Опросник включает в себя две самостоятельные подшкалы для отдельного измерения той и другой формы тревожности: подшкала оценки ситуативной тревожности (СТ) с вопросами о самочувствии в данный момент времени и подшкала оценки (ЛТ), отвечающая на вопрос об обычном самочувствии испытуемого [11].

Электроэнцефалография проводилась на комплексной электрофизиологической установке «Нейрон-спектр» в лаборатории психофизиологических и электрофизиологических методов исследования Института биологии Тюменского государственного университета.

Регистрацию ЭЭГ осуществляли монополярно, с помощью хлорсеребряных электродов от 16 энцефалографических отведений, установленных в соответствии с международной схемой [20].

Для обнаружения связей между различными участками мозга был использован когерентный анализ ЭЭГ.

С помощью данного метода оценивали уровень функционирования мозга как единого целого благодаря оценке степени согласованности электрической активности в разных точках головного мозга и вовлеченности разных участков коры в обеспечение выполнения функций мозга.

Значения коэффициентов когерентности варьируют от 0 до 1: чем выше этот показатель, тем согласованнее активность данной области с другой выбранной зоной. В «норме» наибольшие связи выражены в лобных долях, а, например, при лобной недостаточности активнее формируются межполушарные взаимодействия в области затылка.

Одним из преимуществ когерентного анализа является независимость коэффициента когерентности (КК) от амплитуды колебаний сигналов различных областей мозга. Эта особенность позволяет выявлять средние характеристики КК для группы испытуемых, в которую входят лица с различными типами ЭЭГ. Однако применение когерентного метода обработки ЭЭГ до сих пор ограничивается преимущественно научными целями. Одной из причин, препятствующих широкому внедрению метода в клиническую практику, является его сравнительная трудоемкость, так как приходится оперировать большим количеством цифровых данных [5, 9].

Полученные результаты были обработаны на ЭВМ при помощи электронных таблиц Microsoft Excel 2010 и программы BIOSTAT. Показатели представлены в виде $M \pm m$, где M – средняя арифметическая величина, m – стандартная ошибка средней арифметической. О статистической значимости различий судили по t-критерию Стьюдента, с определением уровня значимости P по таблицам. Достоверными считали различия при уровнях значимости $P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$.

Результаты исследования. Анализ результатов психологического тестирования по методике Спилбергера-Ханина позволил выявить, что среди большинства студенток характерна слабая СТ и высокая ЛТ. Достоверных различий между межсессионным и сессионным периодами выявлено не было. Мы связываем это факт с профессиональным становлением студентов и их адаптацией к учебным нагрузкам во время сессии. Высокий уровень ЛТ объясняется тем, что личностная тревожность входит в структуру личности и в основе этого свойства личности лежат относительно постоянные особенности функционирования ЦНС [2].

Спектральный анализ ЭЭГ позволил выявить амплитудные и частотные показатели ритмов. Все показатели соответствуют норме [4, 6].

Существенных различий по амплитуде и частоте альфа-ритма в межсессионный и сессионный периоды у обследуемых нами не было зарегистрировано, так как альфа-ритм, как правило, существенно не меняется у одних и тех же людей [14].

Установлено, что у выпускниц с более низкой СТ характерно повышение амплитуды альфа-ритма, что объясняется повышенным

беспокойством у испытуемых с более высокой тревожностью [4]. Для тета-ритма было обнаружено повышение амплитуды не только в межсессионный период, но и в сессионный период.

При сравнении студенток с высокой и умеренной ЛТ наибольшие различия были выявлены для бета-ритма как в межсессионный, так и в сессионный периоды. Для альфа-ритма в сессионный период достоверные различия были выявлены в правых нижнелобной, теменной и затылочной долях. В межсессионный период достоверно значимых различий выявлено не было. Для тета-диапазона в межсессионный период отмечалось повышение амплитуды в лобных долях. В сессионный период различия отмечались лишь в правой нижнелобной области.

Анализ частотных показателей ЭЭГ показал, что различия в межсессионный и сессионный период наблюдались только для тета-диапазона.

При сравнении значений частотных показателей у девушек с умеренной и низкой СТ достоверные различия были выявлены в межсессионный период для бета-ритма в правой теменной доле, для тета-ритма – в левой нижнелобной области, правой височной и левой задневисочной областях. Для альфа-диапазона достоверных различий в межсессионный период выявлено не было. В сессионный период для альфа-ритма различия были найдены в правой лобной, левой нижнелобной, левой центральной и левой задневисочной областях. В бета-диапазоне достоверных различий выявлено не было. Для тета-ритма различия по частоте были обнаружены лишь в правой центральной и правой передневисочной зонах.

Для студенток с высоким уровнем ЛТ достоверные различия по частоте в альфа-ритме между межсессионным и сессионным периодами были обнаружены в правой лобной, правой нижнелобной зонах, в левой центральной и левой передневисочной областях. Для бета-ритма различий выявлено не было. В тета-диапазоне различия были обнаружены в левой лобной и нижнелобных зонах, в правой теменной и правой задневисочной областях. Среди студенток с умеренным уровнем ЛТ достоверно значимых различий для всех изученных ритмов выявлено не было.

При сравнении студенток с высокой и умеренной ЛТ было отмечено достоверное снижение частоты альфа-ритма во всех отведениях в межсессионный период. В сессион-

ный период таких различий не отмечалось. Для бета-диапазона в межсессионный период различия были обнаружены лишь в правой центральной области. Для тета-диапазона в межсессионный период достоверные различия были выявлены в правых нижнелобной и теменной зонах. В сессионный период – в левой нижнелобной области.

Анализ индекса ритма показал, что доминирующим ритмом являлся альфа-ритм, что является нормой в состоянии бодрствования [4]. Меньше всего была представлена бета- и тета-активность. Известно, что бета-ритм отражает напряжённость человека [17], поэтому можно предположить, что наиболее напряжены были студентки с высокой ЛТ в межсессионный период, так как их индекс ритма был достоверно более высоким, чем у студенток с умеренной ЛТ.

Тета-ритм также связывают с эмоциональным напряжением и высокой тревожностью [12]. Повышение тета-активности свидетельствует об усилении концентрации внимания, кодирования в памяти новой информации и её последующего воспроизведения. Наибольший индекс тета-ритма в межсессионный период был зарегистрирован у студенток в височных и центральных долях. Это объясняется тем, что в этот период студентки сидят на лекционных занятиях, и у них активно задействованы отдела мозга, отвечающие за слух, долговременную память и моторику [4].

Достоверно большая тета-активность была выявлена у лиц с умеренной ЛТ в межсессионный период. Наши данные согласуются с исследованиями Г.Г. Князева и соавт. [17], в которых также показано снижение тета-активности для тревожных испытуемых.

В сессионный период для студенток с высокой ЛТ в лобных долях были достоверно наиболее высокие отличия в тета-ритме, чем в межсессионный период.

Для лиц с умеренной ЛТ в межсессионный период была характерна наибольшая тета-активность в лобных, центральных, левой теменной и левой затылочных зонах и правой нижневисочной области. В сессионный период различия были выявлены лишь в правой затылочной и правой нижневисочной долях.

Для девушек с умеренной СТ достоверных различий в тета-волнах в сессионный и межсессионный периоды выявлено не было. Для лиц с низкой СТ выявлены различия в левой центральной доле, в затылочных долях и левой задневисочной доле, что объясняется

большей вовлеченностью этих девушек в учебный процесс.

По сравнению с обследованными с умеренной СТ, для студенток с низкой СТ была характерна наибольшая тета-активность в левой височной доле, правой теменной доле и в затылочных долях. В сессионный период большая тета-активность была зарегистрирована в теменной, височной и задневисочных долях, так как эти участки мозга ответственны за долговременную память [4].

С помощью когерентного анализа был получен коэффициент когерентности – КК, который колеблется в диапазоне от 0 до 1. Отклонений по КК также выявлено не было (рис. 1, 2).

При сравнении студенток с различным уровнем СТ было показано, что достоверно высокое повышение коэффициента когерентности в сессионный период по сравнению с межсессионным было характерно в основном для лобно-центральных и центрально-темен-

ных зон в правом полушарии. Это согласуется с данными о том, что у студентов с высоким уровнем мотивации и СТ перед экзаменом наблюдается увеличение относительной спектральной мощности колебаний дельта-диапазона ЭЭГ в правых заднелобных отведениях [3, 16]. При сравнении девушек с различным уровнем ЛТ также было характерно повышение КК в сессионный период в этих зонах. Мы связываем этот факт с активной умственной деятельностью студенток, формированием у них намерений на сдачу сессии. Усиление когерентности в центрально-теменной зоне можно объяснить утомляемостью и мышечным напряжением после экзамена.

При сравнении студенток с низким и умеренным уровнем СТ было выявлено, что для девушек с более низким уровнем тревожности характерно понижение КК: для альфаритма – в височной извилине левого полушария, для бета-диапазона в межсессионный

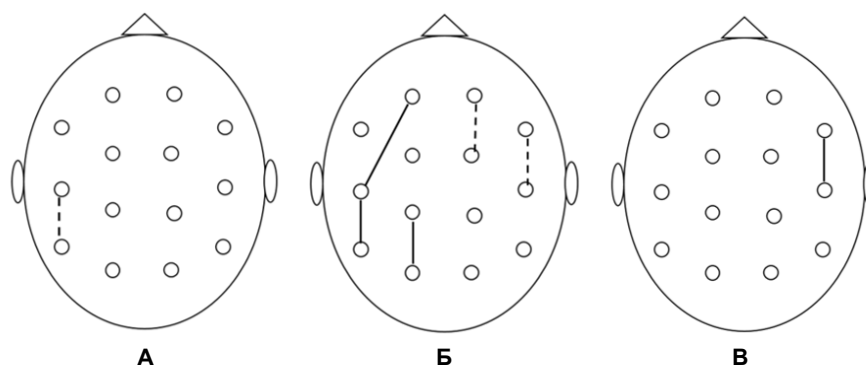


Рис. 1. Топография формирования функциональных связей корковых областей у девушек с низкой и умеренной ситуативной тревожностью: А – для альфаритма, Б – для бета-ритма, В – для тета-ритма. Сплошная линия – межсессионный период, пунктир – сессионный период

Fig. 1. Functional connections of cortical areas in girls with low and moderate situational anxiety: A – for alpha rhythm, B – for beta rhythm, B – for theta rhythm. Solid line – inter-session period, dashed line – session period

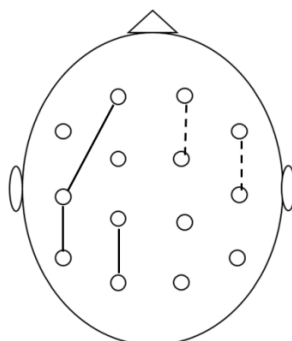


Рис. 2. Топография формирования функциональных связей корковых областей у студенток с умеренной и высокой личностной тревожностью в межсессионный период для тета-ритма. Сплошная линия – межсессионный период, пунктир – сессионный период

Fig. 2. Functional connections of cortical areas in girls with moderate and high personal anxiety (theta rhythm). Solid line – inter-session period, dashed line – session period

период – в левой теменно-затылочной зоне, левой лобно-теменной и правой лобно-височной зоне, в сессионный период – в правой лобно-центральной зоне и левой лобно-височной зоне. Для тета-диапазона различия были выявлены только в межсессионный период в правой лобно-затылочной зоне. Полученные нами результаты соответствуют литературным данным [10], которые свидетельствуют, что в ходе экспериментально индуцированных тревожных размышлений у испытуемых растет когерентность для альфа, бета и тета-ритмов.

При сравнении студенток с высокой и умеренной ЛТ не было выявлено достоверного понижения или повышения КК. Наиболее существенные различия были выявлены для тета-ритма в межсессионный период, которые наблюдались в левой центрально-теменной зоне, правой и левой теменно-затылочной зонах, левой височно-нижневисочной зоне и правой лобно-височной зоне.

Анализ межполушарной когерентности (табл. 1, 2) показал, что наиболее вовлеченным в сессионный период у студенток явилось

Таблица 1
Table 1

Сравнение межполушарной когерентности ЭЭГ-сигналов
в межсессионный и сессионный периоды в зависимости от уровня СТ ($M \pm m$) ($n = 56$)
Comparison of the interhemispheric coherence of EEG signals
in the intersession and session periods depending on the level of situational anxiety ($M \pm m$) ($n = 56$)

Тревожность Anxiety	Пары Pairs	Коэффициент когерентности / Coefficient of coherence					
		Альфа-ритм / Alpha rhythm		Бета-ритм / Beta rhythm		Тета-ритм / Theta rhythm	
		Период / Period					
		Межсессион. Intersession ($n = 7$)	Сессионный Session ($n = 6$)	Межсессион. Intersession ($n = 7$)	Сессионный Session ($n = 6$)	Межсессион. Intersession ($n = 7$)	Сессионный Session ($n = 6$)
Умеренная СТ Moderate SA	F ₃ -F ₄	0,90 ± 0,04	0,89 ± 0,05	0,77 ± 0,02	0,86 ± 0,05	0,77 ± 0,04	0,90 ± 0,03 *
	F ₇ -F ₈	0,75 ± 0,07	0,78 ± 0,08	0,61 ± 0,06	0,69 ± 0,08	0,70 ± 0,03	0,78 ± 0,07
	C ₃ -C ₄	0,76 ± 0,08	0,86 ± 0,08	0,79 ± 0,06	0,87 ± 0,04	0,70 ± 0,03	0,80 ± 0,08
	P ₃ -P ₄	0,87 ± 0,05	0,86 ± 0,08	0,82 ± 0,04	0,83 ± 0,06	0,77 ± 0,03	0,76 ± 0,08
	O ₁ -O ₂	0,85 ± 0,04	0,89 ± 0,05	0,78 ± 0,02	0,84 ± 0,05	0,83 ± 0,05	0,72 ± 0,06
	T ₃ -T ₄	0,83 ± 0,07	0,84 ± 0,05	0,64 ± 0,03	0,77 ± 0,06	0,78 ± 0,02	0,77 ± 0,07
	T ₅ -T ₆	0,70 ± 0,08	0,82 ± 0,06	0,74 ± 0,03	0,73 ± 0,07	0,60 ± 0,04	0,78 ± 0,06 *
Низкая СТ Low SA		Период / Period					
	Пары Pairs	Межсессион. Intersession ($n = 25$)	Сессионный Session ($n = 18$)	Межсессион. Intersession ($n = 25$)	Сессионный Session ($n = 18$)	Межсессион. Intersession ($n = 25$)	Сессионный Session ($n = 18$)
	F ₃ -F ₄	0,92 ± 0,01	0,92 ± 0,03	0,69 ± 0,03	0,75 ± 0,03	0,77 ± 0,03	0,82 ± 0,03
	F ₇ -F ₈	0,87 ± 0,01 ΔΔ	0,84 ± 0,04	0,50 ± 0,05	0,55 ± 0,05	0,55 ± 0,03 Δ	0,68 ± 0,05 *
	C ₃ -C ₄	0,91 ± 0,01 ΔΔ	0,90 ± 0,02	0,66 ± 0,03	0,79 ± 0,03 **	0,69 ± 0,03	0,82 ± 0,03 **
	P ₃ -P ₄	0,94 ± 0,01	0,92 ± 0,02	0,68 ± 0,02 ΔΔ	0,75 ± 0,03	0,77 ± 0,02	0,82 ± 0,02
	O ₁ -O ₂	0,93 ± 0,01 ΔΔ	0,92 ± 0,02	0,72 ± 0,02	0,78 ± 0,04	0,78 ± 0,02	0,79 ± 0,04
	T ₃ -T ₄	0,85 ± 0,02	0,84 ± 0,03	0,50 ± 0,04	0,59 ± 0,05	0,69 ± 0,01 ΔΔΔ	0,74 ± 0,04
T ₅ -T ₆	0,71 ± 0,03	0,74 ± 0,05	0,48 ± 0,02 ΔΔΔ	0,58 ± 0,05*	0,58 ± 0,02	0,62 ± 0,05	

Примечание. СТ – ситуативная тревожность; * – статистическая значимость различий между параметрами в межсессионный и сессионный периоды на уровне значимости $P < 0,05$; ** – статистическая значимость различий между параметрами в межсессионный и сессионный периоды на уровне значимости $P < 0,01$; Δ – статистическая значимость различий между параметрами с низкой СТ и умеренной СТ на уровне значимости $P < 0,05$; ΔΔ – статистическая значимость различий между параметрами с низкой СТ и умеренной СТ на уровне значимости $P < 0,01$; ΔΔΔ – статистическая значимость различий между параметрами с низкой СТ и умеренной СТ на уровне значимости $P < 0,001$.

Note. SA – situational anxiety; * – statistical significance of the differences between the parameters in the intersession and session periods at a significance level of $P < 0.05$; ** – statistical significance of the differences between the parameters in the intersession and session periods at a significance level of $P < 0.01$; Δ – statistical significance of the differences between the parameters with low SA and moderate SA at a significance level of $P < 0.05$; ΔΔ – statistical significance of the differences between the parameters with low SA and moderate SA at a significance level of $P < 0.01$; ΔΔΔ – statistical significance of the differences between the parameters with low SA and moderate SA at a significance level of $P < 0.001$.

правое полушарие. Известно, что правое полушарие отвечает за эмоции [20], поэтому очевидно, что при высоком уровне тревожности именно оно будет задействовано больше всего.

Более высокая степень выраженности тревожности в значительной степени коррелирует с активацией лобных долей коры правого полушария [18, 22]. С тревожными расстройствами также больше коррелирует правая теменная область по сравнению с левой [22].

Для улучшения состояния людей, подверженных тревожным расстройствам, подтверждено положительное влияние трансцендентальной медитации [23], способной снижать признаки как личностной, так и ситуативной тревожности. Показано, что левое полушарие более чувствительно к данной медитации, а большинство изменений было обнаружено в затылочной и височной областях коры.

При сравнении межсессионного и сессион-

Таблица 2
Table 2

Сравнение межполушарной когерентности ЭЭГ-сигналов в межсессионный и сессионный периоды в зависимости от уровня ЛТ (M ± m) (n = 56)
Comparison of the interhemispheric coherence of EEG signals in the intersession and session periods depending on the level of PA (M ± m) (n = 56)

Тревожность Anxiety	Пары Pairs	Коэффициент когерентности / Coefficient of coherence					
		Альфа-ритм / Alpha rhythm		Бета-ритм / Beta rhythm		Тета-ритм / Theta rhythm	
		Период / Period					
		Межсессион. Intersession (n = 18)	Сессионный Session (n = 14)	Межсессион. Intersession (n = 18)	Сессионный Session (n = 14)	Межсессион. Intersession (n = 18)	Сессионный Session (n = 14)
Высокая ЛТ High PA	F ₃ -F ₄	0,92 ± 0,01	0,91 ± 0,03	0,74 ± 0,02	0,72 ± 0,05	0,78 ± 0,02	0,86 ± 0,02 **
	F ₇ -F ₈	0,83 ± 0,04	0,84 ± 0,05	0,54 ± 0,02	0,61 ± 0,05	0,61 ± 0,02	0,73 ± 0,05 *
	C ₃ -C ₄	0,88 ± 0,03	0,87 ± 0,04	0,71 ± 0,03	0,81 ± 0,03 *	0,63 ± 0,03	0,81 ± 0,04 ***
	P ₃ -P ₄	0,91 ± 0,02	0,90 ± 0,04	0,72 ± 0,02	0,81 ± 0,03 *	0,73 ± 0,03	0,82 ± 0,04
	O ₁ -O ₂	0,86 ± 0,03	0,91 ± 0,03	0,75 ± 0,01	0,81 ± 0,05	0,76 ± 0,02	0,77 ± 0,04
	T ₃ -T ₄	0,83 ± 0,03	0,82 ± 0,04	0,58 ± 0,02	0,63 ± 0,05	0,71 ± 0,01	0,75 ± 0,04
	T ₅ -T ₆	0,66 ± 0,05	0,76 ± 0,05	0,54 ± 0,03	0,61 ± 0,05	0,63 ± 0,03	0,64 ± 0,05
Умеренная ЛТ Moderate PA		Период / Period					
		Межсессион. Intersession (n = 14)	Сессионный Session (n = 12)	Межсессион. Intersession (n = 14)	Сессионный Session (n = 12)	Межсессион. Intersession (n = 14)	Сессионный Session (n = 12)
	F ₃ -F ₄	0,91 ± 0,02	0,90 ± 0,04	0,66 ± 0,05	0,77 ± 0,03	0,77 ± 0,06	0,82 ± 0,05
	F ₇ -F ₈	0,85 ± 0,02	0,81 ± 0,06	0,45 ± 0,06	0,56 ± 0,07	0,61 ± 0,04	0,70 ± 0,06
	C ₃ -C ₄	0,90 ± 0,02	0,91 ± 0,03	0,61 ± 0,05	0,80 ± 0,03 **	0,74 ± 0,04 Δ	0,82 ± 0,04
	P ₃ -P ₄	0,93 ± 0,01	0,90 ± 0,03	0,65 ± 0,02 ΔΔ	0,73 ± 0,05	0,80 ± 0,04	0,79 ± 0,03
	O ₁ -O ₂	0,94 ± 0,01	0,91 ± 0,04	0,70 ± 0,03	0,78 ± 0,04	0,78 ± 0,03	0,77 ± 0,05
	T ₃ -T ₄	0,84 ± 0,02	0,85 ± 0,03	0,43 ± 0,02 ΔΔΔ	0,64 ± 0,06 **	0,69 ± 0,02	0,76 ± 0,06
T ₅ -T ₆	0,71 ± 0,03	0,76 ± 0,06	0,45 ± 0,02 Δ	0,563 ± 0,07	0,63 ± 0,02	0,70 ± 0,06	

Примечание. ЛТ – личностная тревожность; * – статистическая значимость различий между параметрами в межсессионный и сессионный периоды на уровне значимости P < 0,05; ** – статистическая значимость различий между параметрами в межсессионный и сессионный периоды на уровне значимости P < 0,01; *** – статистическая значимость различий между параметрами в межсессионный и сессионный периоды на уровне значимости P < 0,001; Δ – статистическая значимость различий между параметрами с умеренной ЛТ и высокой ЛТ на уровне значимости P < 0,05; ΔΔ – статистическая значимость различий между параметрами с умеренной ЛТ и высокой ЛТ на уровне значимости P < 0,01; ΔΔΔ – статистическая значимость различий между параметрами с умеренной ЛТ и высокой ЛТ на уровне значимости P < 0,001.

Note. PA – personal anxiety; * – statistical significance of the differences between the parameters in the intersession and session periods at a significance level of P < 0.05; ** – statistical significance of the differences between the parameters in the intersession and session periods at a significance level of P < 0.01; *** – statistical significance of the differences between the parameters in the intersession and session periods at a significance level of P < 0.001; Δ – statistical significance of the differences between the parameters with low PA and moderate PA at a significance level of P < 0.05; ΔΔ – statistical significance of the differences between the parameters with low PA and moderate PA at a significance level of P < 0.01; ΔΔΔ – statistical significance of the differences between the parameters with low PA and moderate PA at a significance level of P < 0.001.

ного периодов обучения различия были выявлены для бета- и тета-ритмов в основных лобных, центральных и височных долях головного мозга, т. е. участках мозга, ответственных за формирование намерений и суждений, долговременную память и моторику.

Достоверные различия для всех ритмов были выявлены только в межсессионный период для студенток с умеренной СТ по сравнению со студентками с низкой СТ. При сравнении студенток с высокой и умеренной ЛТ различия были выявлены также только в межсессионный период лишь для бета-диапазона в теменной и височных долях и для тета-ритма в центральной зоне.

Заключение. Для большинства студенток была характерна низкая ситуативная и высокая личностная тревожность в межсессионный и сессионный периоды. Для девушек с низкой ситуативной тревожностью характерно повышение амплитуды альфа-ритма в межсессионный период и тета-ритма в сессионный период. В межсессионный период наибольшая тета-активность была характерна для студенток с умеренной личностной тревожностью в верхне-лобных, центральных, левой теменной, левой затылочной и правой нижне-лобной областях. В сессионный период у испытуемых с низким уровнем ситуативной тревожности отмечено понижение коэффициента когерентности в левой височной извилине для альфа-ритма и в правой лобно-центральной и левой лобно-височной зонах для бета-ритма. В межсессионный период у девушек с низкой ситуативной тревожностью было зарегистрировано снижение коэффициента когерентности в левой теменно-затылочной области, левой лобно-теменной и правой лобно-височной зонах для бета-диапазона и в правой лобно-затылочной зоне для тета-ритма.

Литература

1. Бреслав, Г.М. Психология эмоций / Г.М. Бреслав. – М.: Смысл; Издат. центр «Академия», 2004. – 544 с.
2. Грибанов, А.В. Спонтанная и вызванная электрическая активность головного мозга при высоком уровне тревожности / А.В. Грибанов // Экология человека. – 2013. – № 1. – С. 39–47.
3. Джебраилова, Т.Д. Влияние мотивации на спектральные характеристики ЭЭГ и сердечный ритм у студентов в экзаменационной ситуации / Т.Д. Джебраилова, И.И. Коробейникова, Л.П. Руднева // Рос. физиол. журнал им. И.М. Сеченова. – 2014. – Т. 100, № 9. – С. 1076–1087.
4. Зенков, Л.Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии) / Л.Р. Зенков. – М.: МЕДпрессинформ, 2004. – 368 с.
5. Кичук, И.В. Электроэнцефалография (ЭЭГ). Важнейший метод диагностики душевных расстройств / И.В. Кичук // НДЦ клинической психиатрии. – http://www.psychopro.ru/index.php?page=issledovanie_eeg (дата обращения: 13.09.2017).
6. Клиническая электроэнцефалография / под ред. В.С. Русинова. – М.: Медицина, 1973. – 340 с.
7. Краснова, В.В. Социальная тревожность и её связь с эмоциональной дезадаптацией, уровнем стресса и качеством interpersonalных отношений у студентов / В.В. Краснова, А.Б. Холмогорова // Вопросы психологии. – 2011. – № 3. – С. 49–58.
8. Кузнецова, О.В. Типы реакций на фрустрирующие ситуации при разном уровне личностной тревожности / О.В. Кузнецова // Вестник Костром. гос. ун-та им. Н.А. Некрасова. Серия «Педагогика. Психология. Социоконетика». – 2017. – Т. 13, № 2. – С. 114–118.
9. Мельникова, Т.С. Обзор использования когерентного анализа ЭЭГ в психиатрии / Т.С. Мельникова, И.А. Лапин, В.В. Саркисян // Соц. и клинич. психиатрия. – 2009. – Т. 19, № 1. – С. 90–94.
10. Павленко, В.Б. ЭЭГ-корреляты тревоги, тревожности и эмоциональной стабильности у взрослых здоровых испытуемых / В.Б. Павленко, С.В. Чёрный, Д.Г. Губкина // Нейрофизиология. – 2009. – Т. 41, № 5. – С. 400–408.
11. Сборник психологических тестов. Ч. I: Пособие / сост. Е.Е. Миронова. – Минск: Женский ин-т ЭНВИЛА, 2005. – 155 с.
12. Спиридонова, М.Д. Особенности спектров мощности ЭЭГ при переживании чувства страха / М.Д. Спиридонова // Молодой ученый. – 2013. – № 8. – С. 130–132.
13. Уровень тревожности у студентов перед началом обучения в неблагоприятных условиях среды / М.А. Юрина, Н.В. Слепых, Е.Н. Дерягина и др. // Материалы VIII конгресса молодых ученых и специалистов «Наука о человеке». Томск, 17–18 мая 2007 г. – Томск, 2007. – С. 261–262. – <http://tele-conf.ru/aktualnyie-problemyi-gumanitarnyih-distiplin-i-prepo/uroven-trevozhnosti-u-studentov-pered-nachalom-obucheniya-v-neblagopriyatnyih->

usloviyah-sredy.html (дата обращения: 13.09.2017).

14. Фарбер, Д.А. Электроэнцефалограмма детей и подростков / Д.А. Фарбер, В.В. Алфёрова. – М.: Просвещение, 1972. – 215 с.

15. Чёрный, С.В. Тревожность, её ЭЭГ-корреляты и возможные механизмы / С.В. Чёрный, Б.В. Павленко // Учёные записки Таврич. нац. ун-та им. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2004. – Т. 17 (56), № 1. – С. 89–98.

16. Электроэнцефалографические корреляты индивидуальных различий эффективности целенаправленной деятельности студентов в экзаменационной ситуации / Е.А. Умрюхин, Л.В. Иванова, И.И. Коробейникова и др. // Журнал выш. нерв. деятельности им. И.П. Павлова. – 2005. – № 2. – С. 189–196.

17. Электроэнцефалографические корреляты тревожности / Г.Г. Князев, А.Н. Савостьянов, Е.А. Левин и др. // Бюл. Сибирского отд-ния Рос. акад. мед. наук. – 2009. – № 1. – С. 74–80.

18. Adolph, D. The differential relationship between trait anxiety, depression, and resting frontal α -asymmetry / D. Adolph, J. Margraf // *Journal of Neural Transmission*. – 2017. – Vol. 124, № 3. – P. 379–386.

19. Hajcak, G. Anxiety and error-related brain activity / G. Hajcak, N. McDonald, R.F. Simons // *Biological Psychology*. – 2003. – Vol. 64, № 1–2. – P. 77–90.

20. Jasper, H. The ten-twenty electrode system of the International Federation / H. Jasper // *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. – 1958. – Vol. 10. – P. 371–375.

21. Moran, T.P. Sex moderates the relationship between worry and performance monitoring brain activity in undergraduates / T.P. Moran, D. Taylor, J.S. Moser // *International Journal of Psychophysiology*. – 2012. – Vol. 85, № 2. – P. 188–194.

22. Smith, E.E. Patterns of alpha asymmetry in those with elevated worry, trait anxiety, and obsessive-compulsive symptoms: A test of the worry and avoidance models of alpha asymmetry / E.E. Smith, L. Zambrano-Vazquez, J.J.B. Allen // *Neuropsychologia*. – 2016. – Vol. 85. – P. 118–126.

23. Tomljenović, H. Changes in trait brain-wave power and coherence, state and trait anxiety after three-month transcendental meditation (TM) practice / H. Tomljenović, D. Begić, Z. Maštrović // *Psychiatria Danubina*. – 2016. – Vol. 28, № 1. – P. 63–72.

Турбасова Наталья Вячеславовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии и физиологии человека и животных, Тюменский государственный университет. 625003, г. Тюмень, ул. Володарского, 6. E-mail: turbasowa@mail.ru, ORCID: 0000-0003-3982-8908.

Карпов Николай Владимирович, аспирант кафедры анатомии и физиологии человека и животных, Тюменский государственный университет. 625003, г. Тюмень, ул. Володарского, 6. E-mail: n.v.karpov@utmn.ru, ORCID: 0000-0003-2399-4485.

Елифанов Андрей Васильевич, кандидат биологических наук, профессор кафедры анатомии и физиологии человека и животных, Тюменский государственный университет. 625003, г. Тюмень, ул. Володарского, 6. E-mail: andelwas@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8728-7440.

Поступила в редакцию 29 июня 2018 г.

DOI: 10.14529/hsm180304

BIOELECTRIC ACTIVITY FEATURES OF THE BRAIN IN FINAL-YEAR FEMALE STUDENTS DEPENDING ON THEIR ANXIETY LEVEL

N.V. Turbasova, turbasowa@mail.ru, ORCID: 0000-0003-3982-8908,

N.V. Karpov, n.v.karpov@utmn.ru, ORCID: 0000-0003-2399-4485,

A.V. Elifanov, andelwas@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8728-7440

Tyumen State University, Tyumen, Russian Federation

Aim. This article deals with the assessment of the bioelectric activity of the brain in final-year female students depending on their anxiety level. **Materials and methods.** The study involved 32 final-year female students in the intersession period and 24 female students in the session period.

The amplitude, frequency and EEG rhythm index were established using EEG spectral analysis. We also used the coherent analysis of EEG to reveal connections between different areas of the brain. **Results.** Higher situational anxiety is characterized by the increased coherence and decreased amplitude of alpha and theta rhythm. The analysis of EEG frequencies demonstrated the differences between the intersession and session periods only for a theta range. Theta activity dominated in female students with lower personal anxiety. In the session period in comparison with the intersession period we registered the highest values of theta rhythm in the frontal lobes in female students with high personal anxiety. Increased coherence was registered mainly in fronto-central and centro-temporal areas of the right hemisphere. In participants with low situational anxiety we established decreased coherence in the left temporal area for alpha rhythm and in the right fronto-central and left fronto-temporal areas for beta rhythm. In the intersession period in girls with low situational anxiety we registered decreased coherence in the left parieto-occipital, left fronto-parietal and right fronto-temporal areas for a beta range and in the right fronto-parietal area for theta rhythm. The most significant theta activity was registered in students with moderate personal anxiety in upper-frontal, central, left parietal, left occipital and right lower frontal areas. **Conclusions.** For the majority of female students low situational and high personal anxiety were typical for intersession and session periods. Girls with low situational anxiety were characterized by an increase in the amplitude of alpha rhythm during the intersession period and by an increase in theta rhythm in the session period.

Keywords: electroencephalography, anxiety, female students, alpha rhythm, theta rhythm, coherence.

References

1. Breslav G.M. *Psikhologiya emotsiy* [Psychology of Emotions]. Moscow, Academy Publ., 2004. 544 p.
2. Gribanov A.V. [Spontaneous and Induced Electrical Activity of the Brain with a High Level of Anxiety]. *Ekologiya cheloveka* [Ecology of Man], 2013, no. 1, pp. 39–47. (in Russ.)
3. Dzhebrailova T.D., Korobeynikova I.I., Rudneva L.P. [Effect of Motivation on the Spectral Characteristics of the EEG and Heart Rate in Students in the Exam Situation]. *Rossiyskiy fiziologicheskii zhurnal imeni I.M. Sechenova* [Russian Physiological Journal Named After I.M. Sechenov], 2014, vol. 100, no. 9, pp. 1076–1087. (in Russ.)
4. Zenkov L.R. *Klinicheskaya elektroentsefalografiya (s elementami epileptologii)* [Clinical Electroencephalography (with Elements of Epileptology)]. Moscow, MEDpressinform Publ., 2004. 368 p.
5. Kichuk I.V. [Electroencephalography (EEG). The Most Important Method of Diagnosing Mental Disorders]. *NDTS klinicheskoy psikhiatrii* [NDC of Clinical Psychiatry]. Available at: http://www.psychopro.ru/index.php?page=issledovanie_eeg. (accessed 13.09.2017).
6. Rusinov V.S. (Ed.) *Klinicheskaya elektroentsefalografiya* [Clinical Electroencephalography]. Moscow, Medicine Publ., 1973. 340 p.
7. Krasnova V.V., Kholmogorova A.B. [Social Anxiety and Its Connection with Emotional Disadaptation, Stress Level and Quality of Interpersonal Relations in Students]. *Voprosy psikhologii* [Questions of Psychology], 2011, no. 3, pp. 49–58. (in Russ.)
8. Kuznetsova O.V. [Types of Reactions to Frustrating Situations at Different Levels of Personal Anxiety]. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.A. Nekrasova. Ser. Pedagogika. Psikhologiya. Sotsiokinetika* [Bulletin of Kostroma State University Named After O.N. Nekrasov. Ser. Pedagogy. Psychology. Socio-Kinetics], 2017, vol. 13, no. 2, pp. 114–118. (in Russ.)
9. Mel'nikova T.S., Lapin I.A., Sarkisyan V.V. [Review of the Use of Coherent EEG Analysis in Psychiatry]. *Sotsial'naya i klinicheskaya psikhiatriya* [Social and Clinical Psychiatry], 2009, vol. 19, no. 1, pp. 90–94. (in Russ.)
10. Pavlenko V.B., Chernyy S.V., Gubkina D.G. [EEG Correlates of Anxiety, Anxiety and Emotional Stability in Adult Healthy Subjects]. *Neyrofiziologiya* [Neurophysiology], 2009, vol. 41, no. 5, pp. 400–408. (in Russ.)
11. Mironova E.E. *Sbornik psikhologicheskikh testov. CHast' I: Posobiye* [Collection of Psychological Tests. Part I. Manual]. Minsk, Women's Institute of ENVILA Publ., 2005. 155 p.
12. Spiridonova M.D. [Features of the EEG Power Spectra in the Experience of a Sense of Fear]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], 2013, no. 8, pp. 130–132. (in Russ.)

13. Yurina M.A., Slepykh N.V., Deryagina E.N. et al. [The Level of Anxiety in Students Before Starting Training in Adverse Environmental Conditions]. *Materialy VIII kongressa molodykh uchenykh i spetsialistov "Nauki o cheloveke"* [Proceedings of the VIII Congress of Young Scientists and Specialists of the Science of Man], 2007, pp. 261–262. Available at: <http://tele-conf.ru/aktualnyie-problemyi-gumanitarnyih-distiplin-i-prepo/uroven-trevozhnosti-u-studentov-pered-nachalom-obucheniya-v-neblagopriyatnyih-usloviyah-sredyi.html> (accessed 13.09.2017).
14. Farber D.A., Alferova V.V. *Elektroentsefalogramma detey i podrostkov* [Electroencephalogram of Children and Adolescents]. Moscow, Enlightenment Publ., 1972. 215 p.
15. Chernyy S.V., Pavlenko B.V. [Anxiety, Its EEG Correlates and Possible Mechanisms]. *Uchenyye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta imeni Vernadskogo. Ser. Biologiya, khimiya* [Scientific Notes of the Taurida National University Named after Vernadsky. Series. Biology, Chemistry], 2004, vol. 17 (56), no. 1, pp. 89–98. (in Russ.)
16. Umryukhin E.A., Ivanova L.V., Korobeynikova I.I. et al. [Electroencephalographic Correlates of Individual Differences in the Effectiveness of Purposeful Activity of Students in the Examination Situation]. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti imeni I.P. Pavlova* [Journal of Higher Nervous Activity Named after I.P. Pavlova], 2005, no. 2, pp. 189–196. (in Russ.)
17. Knyazev G.G., Savost'yanov A.N., Levin E.A. et al. [Electroencephalographic Correlates of Anxiety]. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk* [Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences], 2009, no. 1, pp. 74–80. (in Russ.)
18. Adolph D., Margraf J. The Differential Relationship Between Trait Anxiety, Depression, and Resting Frontal α -Asymmetry. *Journal of Neural Transmission*, 2017, vol. 124, no. 3, pp. 379–386. DOI: 10.1007/s00702-016-1664-9
19. Hajcak G., McDonald N., Simons R.F. Anxiety and Error-Related Brain Activity. *Biological Psychology*, 2003, vol. 64, no. 1–2, pp. 77–90. DOI: 10.1016/S0301-0511(03)00103-0
20. Jasper H. The Ten-Twenty Electrode System of the International Federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1958, vol. 10, pp. 371–375.
21. Moran T.P., Taylor D., Moser J.S. Sex Moderates the Relationship Between Worry and Performance Monitoring Brain Activity in Undergraduates. *International Journal of Psychophysiology*, 2012, vol. 85, no. 2, pp. 188–194. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2012.05.005
22. Smith E.E., Zambrano-Vazquez L., Allen J.J.B. Patterns of Alpha Asymmetry in Those with Elevated Worry, Trait Anxiety, and Obsessive-Compulsive Symptoms: A Test of the Worry and Avoidance Models of Alpha Asymmetry. *Neuropsychologia*, 2016, vol. 85, pp. 118–126. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2016.03.010
23. Tomljenović H., Begić D., Maštrović Z. Changes in Trait Brainwave Power and Coherence, State and Trait Anxiety after Three-Month Transcendental Meditation (TM) Practice. *Psychiatria Danubina*, 2016, vol. 28, no. 1, pp. 63–72.

Received 29 June 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Турбасова, Н.В. Особенности биоэлектрической активности головного мозга студенток выпускного курса в зависимости от их уровня тревожности / Н.В. Турбасова, Н.В. Карпов, А.В. Елифанов // Человеческий Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18, № 3. – С. 37–46. DOI: 10.14529/hsm180304

FOR CITATION

Turbasova N.V., Karpov N.V., Elifanov A.V. Bioelectric Activity Features of the Brain in Final-Year Female Students Depending on Their Anxiety Level. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 3, pp. 37–46. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm180304