

**ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ (ПСИХИЧЕСКОЙ)
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

УДК 612.821 + 612.822.3

**ОСОБЕННОСТИ МЕЖПОЛУШАРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СПЕКТРОВ
МОЩНОСТИ ЭЭГ У ВЫСОКОТРЕВОЖНЫХ ИНДИВИДУУМОВ
В ЭМОЦИОНАЛЬНО-НЕЙТРАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ
И ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВАЦИИ**

© 2005 г. Л. И. Афтанас, С. В. Павлов

Государственное учреждение Научно-исследовательский институт физиологии СО РАМН, Новосибирск,
e-mail: aftanas@iph.ma.nsc.ru

Поступила в редакцию 01.06.2004 г.

Принята в печать 04.06.2004 г.

В исследовании на контрольных ($n = 21$) и высокотревожных ($n = 18$) испытуемых-правшах изучены особенности ЭЭГ (62 канала) в эмоционально-нейтральных условиях (состояние физиологического покоя с закрытыми и открытыми глазами, эмоционально-нейтральный видеоклип) и при положительной и отрицательной эмоциональной активации, вызванной аффективными видеоклипами. Установлено, что в состоянии физиологического покоя при закрытых глазах высокотревожные по сравнению с контрольными испытуемыми обнаруживают большие значения мощности тета1 (4–6 Гц) и бета1 (12–18 Гц) в теменно-височных областях коры правого полушария. По мере возрастания уровня “неэмоциональной” активации (открытые глаза, эмоционально нейтральный видеоклип) такая асимметрия сохраняется только в бета1-диапазоне. В условиях отрицательной эмоциональной активации, сопровождающейся достоверным усилением субъективных показателей интенсивности переживания эмоций гнева, страха, тревоги и отвращения, высокотревожные лица характеризуются латерализованным снижением бета1-мощности в теменно-височной коре правого полушария. В целом результаты проведенного исследования позволяют предположить, что у высокотревожных испытуемых особенности динамики активности теменно-височной коры правого полушария в тета1- и бета1-диапазонах ЭЭГ при переходе от эмоционально-нейтральных условий к отрицательной эмоциональной активации в большей степени согласуются с теорией Дж. Грэя о повышенной активности системы поведенческого торможения в режимах “слежения” и “контроля”.

Ключевые слова: ЭЭГ, эмоция, межполушарные активационные асимметрии, поведенческая система торможения, личностная тревожность, тета, бета, эмоциональная активация.

Peculiarities of Interhemispheric EEG Band Power Distribution in High Anxiety Individuals under Emotionally Neutral and Aversive Arousal Conditions

L. I. Aftanas, S. V. Pavlov

State Research Institute of Physiology, Siberian Branch, Russian Academy of Medical Sciences, Novosibirsk,
e-mail: aftanas@iph.ma.nsc.ru

The 62-channel EEG was recorded in control (CI, $n = 21$) and high anxiety (HA, $n = 18$) individuals under emotionally neutral (eyes closed, eyes open, and neutral videoclip) as well as under emotionally positive and aversive arousal conditions elicited by affective videoclips. In the present study the first three experimental conditions (eyes closed – eyes open – viewing emotionally neutral films) modeled increasing non-emotional arousal. Findings from this continuum show that in the HA individuals the lowest level of tonic arousal (eyes closed) was associated with stronger right-sided parietotemporal theta1 and beta1 activity. Group differences during cortical arousal increased by sensory stimulation (eyes open, neutral clips presentation) were marked only by persisting favored right hemisphere beta1 activity in high anxiety individuals. Under aversive arousal condition, attended by high intensity experience of emotions of anger, fear, disgust and anxiety, the HA subjects selectively desynchronized the right parietotemporal beta1 power which was initially higher in the control conditions. The obtained findings allow to suggest that peculiarities of right-sided parietotemporal EEG theta1 and beta1 activity in HA individuals under studied emotionally neutral and aversive arousal conditions point to overactivated withdrawal system in “checking” and “control” modes.

Key words: EEG, emotion, hemispheric activation asymmetries, behavioral inhibition system, anxiety trait, theta, beta, emotional arousal.

Тревожность у человека является комплексным феноменом и характеризуется специфическими когнитивными, аффективными и соматическими реакциями на уровне целостной личности в зависимости от степени выраженности в индивидуальном эмоциональном пространстве объективных и субъективных источников угрозы [2, 10, 17, 23, 31]. Поиск ЭЭГ-коррелятов личностной тревожности у здоровой популяции имеет важное значение для дифференциальной психофизиологии и профилактической медицины [1, 36]. Удивительно, но до настоящего времени в мировой литературе представлены лишь единичные и во многом противоречивые результаты ЭЭГ-исследований фактора высокой тревожности у здоровых испытуемых. В целом данные этих работ свидетельствуют о связи фактора тревожности с межполушарными активационными асимметриями в передне-заднем направлении [1, 2, 4, 12, 23, 32, 36, 37]. В ряду системных представлений о мозговой организации эмоций широкое распространение получила модель “достижения-избегания” [16]. Согласно данной модели две основные мотивационные системы опосредуют различные формы эмоционального поведения: приближения/достижения и переживания позитивного аффекта; избегания/отстранения и переживания негативного аффекта. Модель “достижения-избегания” во многом сходна с предложенными Д. Греем системами поведенческой активации “BAS” и поведенческого торможения “BIS” [19]. Предположительно система поведенческого торможения выполняет важную роль “слежения” за тем, чтобы поведение осуществлялось “по плану”: если реальные события совпадают с предсказанными, то система продолжает работать просто в режиме “слежения”, и поведение остается под контролем других мозговых механизмов. Однако в ответ на авersive стимулы, а также в ответ на новые стимулы, обладающие потенциальной угрозой, система переключается на режим “контроля” поведения, вызывая одну из характерных для нее реакций – торможения текущего поведения, усиления внимания или увеличения уровня неспецифической активации. На основании данных психологических исследований лиц с доминированием избегательного/субмиссивного стиля поведения и повышенной чувствительности к стимулам наказания повышенная активность системы поведенческого торможения рассматривается в качестве этиологической основы высокой личностной тревожности [18, 19, 28, 39]. На нейрофизиологическом уровне актуализацию системы достижения или системы поведенческой активации связывают с активностью префронтальных отделов коры левого полушария [13, 15], а системы избегания или поведенческого торможения – с активностью лобных [11, 15] или лобных и теменно-височных [27] областей коры правого полушария. Модель “знака эмоции-активации” В. Хиллер [22] по

существо расширяет представления Р. Дэвидсона, добавляя в существующую модель третью размерность – неспецифическую эмоциональную активацию в континууме “низкая-высокая”, связывая ее с активностью теменно-височных областей коры правого полушария.

Основной задачей настоящей работы явилось изучение взаимоотношений между фактором тревожности и особенностями межполушарных ЭЭГ-асимметрий у здоровых высокотревожных испытуемых в эмоционально-нейтральных условиях и в условиях отрицательной и положительной эмоциональной активации. Главная рабочая гипотеза была сформулирована в категориях представленных выше моделей организации эмоций. Мы предположили, что специфические особенности высокотревожных (повышенная активность системы поведенческого торможения) будут проявляться в наибольшей степени в условиях отрицательной эмоциональной активации и отражаться в эффектах большей реактивности ЭЭГ в лобной и теменно-височной коре правого полушария.

МЕТОДИКА

Уровни личностной тревожности (STAI-t) оценивали, используя результаты опросника Ч. Спилбергера в адаптации Ю. Ханина, наиболее эффективно выявляющего такие признаки личностной тревожности как беспокойство и вербально опосредованные тревожные опасения относительно будущих событий [5]. По результатам предварительного скринингового исследования 215 студентов Новосибирского государственного университета на основании медианы распределения значений тревожности (STAI-t = 43) были выделены группы контрольных испытуемых (КИ: $n = 21$, 16 мужчин и 5 женщин) и высокотревожных (ВТ: $n = 18$, 10 мужчин, 8 женщин) испытуемых-правшей. Средние значения по шкале STAI составили соответственно $M = 36.08$ ($SD = 3.71$) и $M = 51.97$ ($SD = 5.65$). Все испытуемые давали письменное согласие на участие в эксперименте.

Состояние физиологического покоя регистрировали при открытых (ОГ) и закрытых (ЗГ) глазах в следующей последовательности: ОГ (90 с), ЗГ (90 с), ОГ (90 с), ЗГ (180 с). Для создания динамической эмоциональной стимуляции использовались два аффективных видеофильма. В качестве референтного условия использовались два эмоционально нейтральных видеофрагмента, которые предъявлялись в начале и в конце видеостимуляции. Все видеофильмы представляли собой сбалансированные по элементам сценария фрагменты цветных звуковых фильмов длительностью 3–4.5 мин и предъявлялись последовательно на мониторе стимулирующего компьютера, причем нейтральные видеофильмы всегда предъявлялись в начале и конце исследования. Структура предъявления каждо-

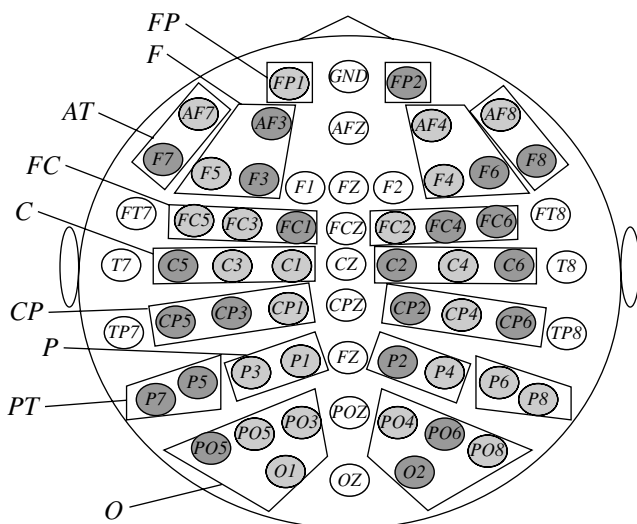


Рис. 1. Схема расположения электродов и 18 электродных кластеров.

го фильма была следующей: 1) релаксирующий видеофрагмент (30 с) для минимизации эмоциональной активации от предыдущего фильма; 2) темный экран (30 с); 3) обратный отсчет от 5 до 0 с шагом 1 с; 4) тестовый видеофрагмент длительностью 3–4.5 мин. По окончании предъявления каждого фильма испытуемый оценивал интенсивность вызванных эмоций по десяти 9-балльным шкалам (в континууме от “очень сильно” до “совсем нет”): 1) отвращение, брезгливость, омерзение; 2) веселье, оживление, забава; 3) грусть, печаль, тоска; 4) злость, гнев, раздражение; 5) страх, испуг, боязнь; 6) тревога, беспокойство, напряжение; 7) сексуальное возбуждение; 8) удивление, изумление, ошеломление; 9) радость, счастье, приподнятое настроение; 10) презрение, пренебрежение, отторжение [24, 30]. Значения субъективных оценок для двух нейтральных видеофильмов усреднялись по каждой вызванной эмоции. Аффективные видеофильмы, как следует из названий (“Эротика” и “Стресс”), вызывали состояния положительной и отрицательной эмоциональной активации*. ЭЭГ (62 канала, полоса пропускания 0.3–50 Гц, частота дискретизации 500 Гц) регистрировали монополярно с помощью программы Scan 4.1.1, системы ESI-128 (NeuroScan Labs., USA) и модифицированной 64-канальной шапочки со встроенными Ag/AgCl электродами (QuikCap, NeuroSoft, Inc, USA). Референтный электрод располагался на кончике носа. Для контроля глазодвигательных артефактов дополнительно регистрировалась вертикальная и горизонтальная электроокулограмма. В анализ включали по три фрагмента безартефактной ЭЭГ для каждого экспериментального условия (открытые глаза, закрытые глаза, нейтральные и эмоциональ-

*Видеофрагмент “Стресс” представлен П. Филиппотом [33].

ные фильмы) длиной 8.192 с. Фрагменты ЭЭГ разделялись на две эпохи по 4.096 с (2048 отсчетов аналого-цифрового преобразователя) и подвергались быстрому преобразованию Фурье (FFT) с использованием окна Парзена. Для каждого испытуемого и экспериментального условия полученные значения мощности усреднялись в пределах частотных полос дельта (2–4 Гц), тета1 (4–6 Гц), тета2 (6–8 Гц), альфа1 (8–10 Гц), альфа2 (10–12 Гц), бета1 (12–18 Гц), бета2 (18–22 Гц), бета3 (22–30 Гц) и гамма (30–45 Гц) и подвергались логарифмированию для нормализации распределения. Указанные полосы, особенно в низкочастотной области спектра, были использованы с учетом результатов наших предыдущих исследований и данных литературы о связи межполушарных активационных асимметрий в этих диапазонах с процессами различения знака эмоции [1, 14], эмоциональной активации [6], а также с фактором личностной тревожности [2, 4, 7, 12, 27].

Все электроды были распределены на 18 электродных зон (по 9 внутри каждого полушария): фронтополярную – *Fp* (*Fp1/Fp2*), передневисочную – *AT* (*AF7, F7/AF8, F8*), лобную – *F* (*AF3, F3, F5/AF4, F4, F6*), лобно-центральную – *FC* (*FC1, FC3, FC5/FC2, FC4, FC6*); центральную – *C* (*C1, C3, C5/C2, C4, C6*), центрально-теменную – *CP* (*CP1, CP3, CP5/CP2, CP4, CP6*); теменно-височную – *PT* (*P5, P7/P6, P8*); теменную – *P* (*P1, P3/P2, P4*) и затылочную – *O* (*PO3, PO5, PO7, O1/PO4, PO6, PO8, O2*) (рис. 1). Значения мощности, полученные на отдельных электродах, усредняли внутри каждой зоны. Дополнительно спектральные значения для двух нейтральных фильмов усреднялись между собой.

Субъективные значения эмоциональной реактивности в ответ на предъявление фильмов эмоционального содержания по сравнению с нейтральным оценивались с помощью 3-факторного ANOVA по схеме: Группа (ГР2: КИ, ВТ) × Фильм (Ф2: нейтральный и эмоциональный) × Эмоция (ЭМ 10: удивление, веселье, радость, сексуальное возбуждение, гнев, страх, тревога, отвращение, отторжение, грусть) с повторными измерениями по двум последним факторам. Анализ межгрупповых различий в значениях спектральной мощности в эмоционально-нейтральных условиях (закрытые глаза, открытые глаза, нейтральный фильм) проводился с помощью 4-факторного ANOVA по схеме: Группа (ГР 2: КИ, ВТ) × Экспериментальное условие (ЭУ 3: закрытые глаза, открытые глаза, нейтральный фильм) × Полушарие (ПШ 2: Левое, Правое) × Локализация (ЛОК 9: *FP, AT, F, FC, C, CP, PT, P, O*) с повторными измерениями по последним трем факторам. Для анализа корковой реактивности в ответ на каждый эмоциональный фильм по сравнению с нейтральным был проведен 4-факторный ANOVA по схеме: (ГР:2) × Фильм (Ф2: нейтральный, эмоциональный) × (ПШ 2) × (ЛОК 9) с повторными измерениями по последним 3 факто-

рам. Дополнительно проводились более простые ANOVA для расшифровки особенностей топографического распределения обнаруженных эффектов. Для всех анализов в случае необходимости проводилась коррекция значений уровня статистической достоверности с помощью поправки Гринхауза-Гейссера, *post hoc*-сравнения проводили с помощью теста Шеффе.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эмоционально-нейтральные условия. По данным ЭЭГ, в эмоционально-нейтральных условиях межгрупповые различия в показателях спектральной мощности наблюдались в тета1- и бета1-частотных диапазонах. В тета1-диапазоне межгрупповые различия наблюдаются только в условии ЗГ, в котором ВТ обнаруживают большие значения мощности в центрально-теменно-височных (CP, PT, P) областях коры (ГР: $F_{1,37} = 4.89$; $p < 0.033$) с большим вкладом правого полушария (ГР × ПШ: $F_{1,37} = 16.88$, $p < 0.001$), демонстрируя абсолютную межполушарную асимметрию (ПШ: $F_{1,17} = 15.34$, $p < 0.001$; рис. 2,1). Между тем в бета1-полосе во всех трех эмоционально-нейтральных условиях ВТ демонстрируют большие значения мощности в теменно-височных (PT, P) областях коры правого полушария с развитием абсолютной межполушарной асимметрии (ГР × ПШ ($F_{1,37} = 17.42$, $p < 0.001$); ПШ ($F_{1,17} = 25.87$, $p < 0.001$; рис. 2,2).

Эмоциональная активация. Только в ответ на фильм “Стресс” были обнаружены различия, связанные с фактором тревожности и межполушарными активационными асимметриями. Анализ субъективного отчета выявил значимое взаимодействие $\Phi \times \text{ЭМ}$ ($F_{9,33} = 43.078$, $p < 0.001$), указывающее, что у испытуемых обеих групп данный фильм по сравнению с нейтральным значимо увеличивал интенсивность переживания эмоций гнева, страха, тревоги, отвращения и отторжения наряду с одновременным снижением интенсивности переживания эмоций веселья и радости (*post hoc*-сравнения при $p < 0.05$; рис. 3). По данным ЭЭГ, фильм “Стресс” вызывал у обеих групп испытуемых снижение мощности в диапазонах альфа1 ($\Phi \times \text{ЛОК}$: $F_{8,296} = 5.28$, $p < 0.005$) и альфа2 ($\Phi \times \text{ЛОК}$: $F_{8,296} = 4.83$, $p < 0.006$) с максимумами в центрально-теменных (альфа1) и теменно-височных (альфа2) областях коры. Межгрупповые различия в корковой реактивности в ответ на фильм “Стресс” наблюдались в бета1 в теменно-височной коре (PT). Согласно взаимодействию (ГР × Φ × ПШ: $F_{1,37} = 11.34$, $p < 0.002$) для данных областей коры ВТ характеризовались избирательным снижением мощности в правом полушарии ($\Phi \times \text{ПШ}$: $F_{1,17} = 14.35$, $p < 0.002$), а КИ – отсутствием значимых изменений активности в бета1-диапазоне (рис. 4).

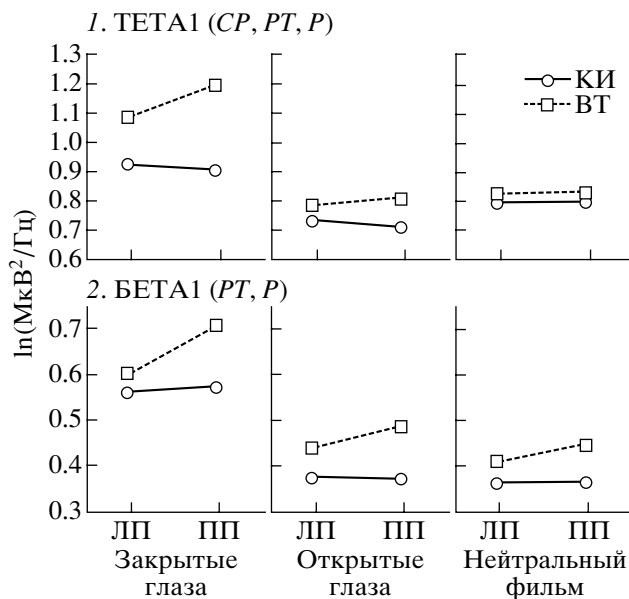


Рис. 2. Топографические особенности распределения тета1-мощности (1) в центрально-теменно-височных (CP, PT, P) и бета1-мощности (2) в теменно-височных (PT, P) отделах коры левого (ЛП) и правого полушарий (ПП) у высокотревожных (ВТ) и контрольных испытуемых (КИ) в эмоционально-нейтральных условиях (закрытые глаза, открытые глаза, нейтральный видеоклип). По вертикали – значения мощности, $\ln(\text{мкВ}^2/\text{Гц})$.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В эмоционально-нейтральных условиях мы смоделировали три уровня неэмоциональной активации в континууме “закрытые глаза – открытые

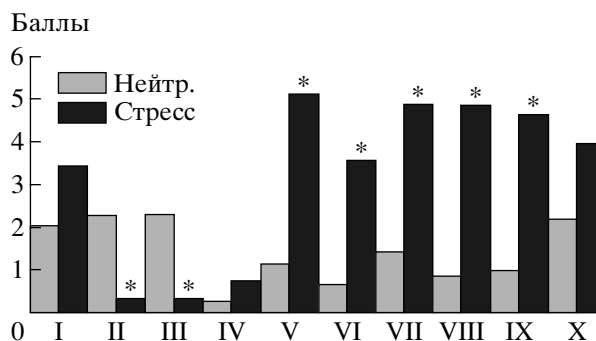


Рис. 3. Субъективные оценки интенсивности переживаемых эмоций (усреднено для обеих групп) во время просмотра нейтрального (Нейтр) и авersiveного (Стресс) видеоклипов. По вертикали – значения оценок, баллы, по горизонтали – шкалы эмоций: удивления (I), веселья (II), радости (III), сексуального возбуждения (IV), гнева (V), страха (VI), тревоги (VII), отвращения (VIII), отторжения (IX), грусти (X). * – достоверные различия в интенсивности переживания вызванных эмоций при $p < 0.05$ (*post hoc*-сравнения с помощью теста Шеффе).

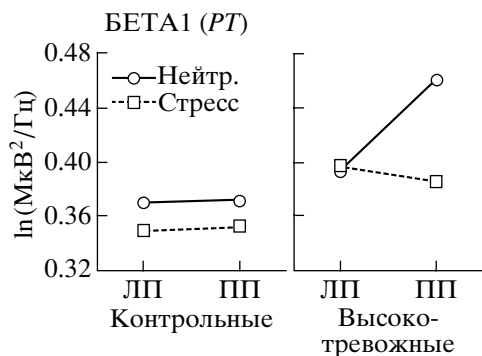


Рис. 4. Значения бета1-мощности у высокотревожных и контрольных испытуемых в теменно-височных (PT) областях коры левого (ЛП) и правого (ПП) полушарий мозга при предъявлении эмоционально-нейтрального (Нейтр) и аверсивного (Стресс) видеоклипов. По вертикали – значения мощности, $\ln(\text{мкВ}^2/\text{Гц})$.

глаза – нейтральный фильм”. При закрытых глазах высокотревожные по сравнению с контрольными испытуемыми обнаруживали большие значения тета1- и бета1-мощности в теменно-височных областях коры правого полушария с развитием абсолютной межполушарной асимметрии. По мере возрастания уровня активации (открытые глаза и нейтральный фильм) такая асимметрия сохранялась только в бета1-диапазоне. В соответствии с современными представлениями тета-ритм рассматривается как базовый ритм, связанный с когнитивными функциями и кортико-гиппокампальными взаимодействиями, функционально интегрирующий различные отделы нервной системы [26]. Обнаруживаемое в большинстве когнитивных и аффективных заданий усиление тета-мощности рассматривается в качестве индикатора повышенной активности коры. В когнитивной сфере рост тета-активности более специфично связывают с усилением ориентировочной реакции [8], концентрацией внимания, а также с эффективностью кодирования в памяти новой информации и последующего ее воспроизведения [26]. В условиях эмоциональной активации установлено, что процессы мотивационного внимания сопровождаются кратковременной ранней (до 700 мс от начала предъявления стимула) [6, 7], а переживание эмоций – продолжительной во времени тета-синхронизацией [1, 14, 21, 37]. В отношении функциональной роли бета1-диапазона известно, что рост бета1-активности ассоциируется с усилением зрительного пространственного внимания и точностью его фокусировки [38]. Топографически межгрупповые различия в тета1- и бета1-диапазонах наблюдались в теменно-височной коре правого полушария, активность которой связана с процессами памяти, воображения, а также механизмами “бдительного” (“alerting”) и “мотивационного” (“motivated”) внимания [6, 14, 25, 34]. Таким образом, в условиях от-

сутствия внешней зрительной стимуляции (закрытые глаза) более высокие значения тета-мощности в правой теменно-височной коре у высокотревожных лиц могут отражать большую интернализацию внимания, а также активизацию процессов памяти и воображения, связанных с характерной для тревоги проработкой “фоновых” негативных сценариев, спроецированных в будущее [31]. Между тем, фокус бета1-активности в правой теменно-височной области коры во всех трех эмоционально нейтральных условиях может свидетельствовать об усиленном “сканировании” внешнего и внутреннего пространства с целью повышенного контроля за вновь поступающими стимулами, что отражает повышенную активность системы поведенческого торможения в режиме “слежения” [19]. Указанная особенность высокотревожных индивидуумов может отражать биологически детерминированный механизм повышенной тонической готовности к реализации реакций избегания [15, 18, 19]. В пользу справедливости такого предположения свидетельствуют данные о прямой корреляционной зависимости между усилением бета1-активности в правой теменно-височной коре и склонностью к избеганию угрожающей информации [35]. В других исследованиях личностной тревожности большие значения тета- и бета1-мощности в задней коре правого полушария отмечены у высокотревожных с высокими показателями по факторам амбивалентности и вегетативного тонууса в методе цветового выбора М. Люшера [2].

В настоящей работе не удалось обнаружить связи эффектов положительной эмоциональной активации с фактором тревожности. Однако данные наших более ранних исследований свидетельствуют о сниженной реактивности коры у высокотревожных при восприятии эмоционально положительных стимулов [7]. Тем самым проблема переработки положительной эмоциональной информации у высокотревожных требует дальнейшего изучения.

В ответ на предъявление видеофильма аверсивного содержания у испытуемых обеих групп наблюдалась масштабная альфа1- и альфа2-десинхронизация с максимумами соответственно в центрально-теменных и теменно-затылочных областях коры, что свидетельствует о когнитивной и физиологической активации [26, 29]. В то же время у высокотревожных испытуемых одновременно наблюдается фокусированная десинхронизация бета1-мощности в правой теменно-височной коре. Согласно ряду исследований сочетанная альфа- и бета1-десинхронизация свидетельствует о более высокой интенсивности активационных процессов [9, 16]. Таким образом, при предъявлении аверсивного фильма высокотревожные демонстрируют признаки большей реактивности ЭЭГ, чем контрольные испытуемые. Можно предположить, что у высокотревожных при переживании сильных от-

рицательных эмоций (гнев, страх, тревога и отвращение), связанных с высокой степенью угрозы, правополушарная бета1-десинхронизация отражает большую активность системы неспецифической эмоциональной активации согласно В. Хиллер [22]. В логике теории Дж. Грэя [19] наблюдаемый феномен характеризует переход системы поведенческого торможения из режима “слежения” в режим “контроля” поведения, связанного с усилением активации [18, 19, 36]. О вовлечении теменно-височных областей коры правого полушария в процессы тревожной и неспецифической эмоциональной активации свидетельствует ряд ЭЭГ-исследований [3, 4, 20, 22, 23]. Кроме того, по данным единичных исследований, полученные с помощью специализированного опросника большие значения по шкале “Поведенческая система торможения” ассоциируются с большей активностью теменно-височной коры правого полушария по данным спектров мощности ЭЭГ [27]. В целом результаты проведенного исследования позволяют предположить, что у высокотревожных особенности динамики активности теменно-височной коры правого полушария в тета1- и бета1-диапазонах ЭЭГ при переходе от эмоционально-нейтральных условий к отрицательной эмоциональной активации в большей степени согласуются с теорией Дж. Грэя [19] о повышенной активности системы поведенческого торможения в режимах “слежения” и “контроля”. Детальный анализ данного предположения требует проведения специального исследования.

ВЫВОДЫ

1. В состоянии физиологического покоя при закрытых глазах высокотревожные испытуемые по сравнению с контрольными обнаруживают большие значения тета1- и бета1-мощности в теменно-височных областях коры правого полушария. По мере возрастания уровня неэмоциональной активации (открытые глаза, эмоционально-нейтральный фильм) такая асимметрия сохранялась только в бета1-диапазоне.

2. В условиях отрицательной эмоциональной активации, сопровождающейся достоверным усилением субъективных показателей интенсивности переживания эмоций гнева, страха, тревоги и отвращения высокотревожные демонстрируют латерализованное снижение бета1-мощности в теменно-височной коре правого полушария.

3. Результаты проведенного исследования позволяют предположить, что особенности динамики ЭЭГ-активности теменно-височной коры правого полушария при переходе от эмоционально-нейтральных условий к отрицательной эмоциональной активации у лиц с высокой личностной тревожностью отражают повышенную активность системы

поведенческого торможения Дж. Грэя в режимах “слежения” и “контроля”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афтанас Л.И.* Эмоциональное пространство человека: психофизиологический анализ. Новосибирск: Изд-во СО РАМН, 2000. 126 с.
2. *Свидерская Н.Е., Прудников В.Н., Антонов А.Г.* Особенности ЭЭГ-признаков тревожности у человека // Журн. высш. нерв. деят. 2001. Т. 51. № 2. С. 158–165.
3. *Стрелец В.Б., Самко Н.Н., Голикова Ж.В.* Физиологические показатели предэкзаменационного стресса // Журн. высш. нерв. деят. 1998. Т. 48. № 3. С. 458–463.
4. *Умрюхин Е.А., Джебраилова Т.Д., Коробейникова И.И., Климина Н.В., Новикова Л.П.* Энергообмен и спектральные характеристики ЭЭГ у студентов с разной степенью нейротизма и тревожности в ситуации экзаменационного стресса // Физиология человека. 2002. Т. 28. № 2. С. 49–54.
5. *Ханин Ю.Л.* Кросс-культурные перспективы диагностики индивидуальных различий: методические и концептуальные проблемы // Вопр. психологии. 1989. № 4. С. 118–125.
6. *Aftanas L.I., Varlamov A.A., Pavlov S.V., Makhnev V.P., Reva N.V.* Time-dependent cortical asymmetries induced by emotional arousal: EEG analysis of event-related synchronization and desynchronization in individually defined frequency bands // Int. J. Psychophysiol. 2002. V. 44. P. 67–82.
7. *Aftanas L.I., Pavlov S.V., Reva N.V., Varlamov A.A.* Trait anxiety impact on the EEG theta band power changes during appraisal of threatening and pleasant visual stimuli // Int. J. Psychophysiol. 2003. V. 50. № 3. P. 205–212.
8. *Basar E., Schurmann M., Sakowitz O.* The selectively distributed theta system: functions // Int. J. Psychophysiol. 2001. V. 39. P. 197–212.
9. *Bauer L.O., Kranzler H.R.* Electroencephalographic activity and mood in cocaine-dependent outpatients: effects of cocaine cue exposure // Biol. Psychiat. 1994. V. 36. P. 189–197.
10. *Borkovec T.D., Lyonfields J.D.* Worry: thought suppression of emotional processing // Attention and Avoidance / Ed. Krohne H.W. Gottingen: Hogrefe and Huber Publ., 1993.
11. *Cacioppo J.T., Gardner W.L.* Emotion // Ann. Rev. Psychol. 1999. V. 50. P. 191–214.
12. *Carter W.R., Johnson M.C., Borkovec T.D.* Worry: an electrocortical analysis // Adv. Behav. Res. Therapy. 1986. V. 8. P. 193–204.
13. *Coan J.A., Allen J.J.* Frontal EEG asymmetry and the behavioral activation and inhibition systems // Psychophysiology. 2003. V. 40. № 1. P. 106–114.
14. *Crawford H.J., Clarke S.W., Kitner-Triolo M.* Self-generated happy and sad emotions in low and highly hypnotizable persons during waking and hypnosis: laterality and regional EEG activity differences // Int. J. Psychophysiol. 1996. V. 24. P. 239–266.

15. Davidson R.J. Anxiety and affective style: role of the prefrontal cortex and amygdala // *Biol. Psychiat.* 2002. V. 51. P. 68–80.
16. Davidson R.J., Ekman P., Saron C.D., Senulis J.A., Friesen W.V. Approach-withdrawal and cerebral asymmetry: emotional expression and brain physiology I // *J. Person. Soc. Psychol.* 1990. V. 58. № 2. P. 330–341.
17. Derryberry D., Reed M.A. Anxiety-related attentional biases and their regulation by attentional control // *J. Abnorm. Psychol.* 2002. V. 111. № 2. P. 225–236.
18. Fowles D.C. A motivational theory of psychopathology // *Integr. View. Motiv. Cognit. Emot.* 1994. V. 41. P. 181–238.
19. Gray J.A. The nature of emotion: fundamental questions // *Three Fundamental Emotion Systems* / Ed. Ekman P., Davidson R.J. N. Y.: Oxford Univ. Press, 1994. P. 243–247.
20. Hagemann D., Waldstein S.R., Thayer J.F. Central and autonomic nervous system integration in emotion // *Brain Cogn.* 2003. V. 52. P. 79–87.
21. Hankins T.C., Wilson G.F. A comparison of heart rate, eye activity, EEG and subjective measures of pilot mental workload during flight // *Aviat. Space Environ. Med.* 1998. V. 69. № 4. P. 360.
22. Heller W., Nitschke J.B. The puzzle of regional brain activity in depression and anxiety: the importance of subtypes and comorbidity // *Cognit. Emot.* 1998. V. 12. P. 421–447.
23. Heller W., Nitschke J.B., Etienne M.A., Miller G.A. Patterns of regional brain activity differentiate types of anxiety // *J. Abnorm. Psychol.* 1997. V. 106. P. 376–385.
24. Izard C.E., Dougherty F.E., Bloxom B.M., Kotsch N.E. *The Differential Emotion Scale: a method of measuring the meaning of subjective experience of discrete emotions.* Nashville: Vanderbilt Univ., Department of Psychology, 1974.
25. Keil A., Bradley M.M., Hawk O., Rockstroh B., Elbert T., Lang P.J. Large-scale neural correlates of affective picture processing // *Psychophysiology.* 2002. V. 39. № 5. P. 641–649.
26. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis // *Brain Res. Brain Res. Rev.* 1999. V. 29. P. 169–195.
27. Knyazev G.G., Slobodskaya H.R., Wilson G.D. Psychophysiological correlates of behavioural inhibition and activation // *Person. Individ. Diff.* 2002. V. 33. P. 647–660.
28. Kring A., Bachorowski J.A. Emotions and psychopathology // *Cognit. Emot.* 1999. V. 13. P. 575–599.
29. Lindsley D.B., Wicke J.D. *The electroencephalogram: autonomous electrical activity in man and animals*/Eds Thompson R., Patterson M.N. Bioelectrical recording techniques, Academic Press. N.Y.: Acad. Press, 1974. P. 3–79.
30. McHugo G.J., Smoth G.A., Lanzetta J.T. The structure of self-reports of emotional responses to film segments // *Motiv. Emot.* 1982. V. 6. № 4. P. 365–385.
31. McNally R.J. Information-processing abnormalities in anxiety disorders: implications for cognitive neuroscience // *Cognit. Emot.* 1998. V. 12. P. 479–495.
32. Nitschke J.B., Heller W., Palmieri P.A., Miller G.A. Contrasting patterns of brain activity in anxious apprehension and anxious arousal // *Psychophysiology.* 1999. V. 36. P. 628–637.
33. Philippot P. Inducing and assessing differentiated emotion-feeling states in laboratory // *Cognit. Emot.* 1993. V. 7. № 2. P. 171–193.
34. Posner M.I., Rothbart M.K. Attention, self-regulation and consciousness // *Philos. Trans. Roy. Soc. London. B.* 1998. V. 353. P. 1915–1927.
35. Schutter D.J.L., Putman P., Hermans E., van Honk J. Parietal electroencephalogram beta asymmetry and selective attention to angry facial expressions in healthy human subjects // *Neurosci. Lett.* 2001. V. 314. P. 13–16.
36. Shankman S.A., Klein D.N. The relation between depression and anxiety: an evaluation of the tripartite, approach-withdrawal and valence-arousal models // *Clin. Psychol. Rev.* 2003. V. 23. P. 605–637.
37. Stenberg G. Personality and the EEG: arousal and emotional arousability // *Person. Individ. Differ.* 1992. V. 13. № 10. P. 1097–1113.
38. Wrobel A. Beta activity: a carrier for visual attention // *Acta Neurobiol. Exp. (Warsz).* 2000. V. 60. № 2. P. 247–260.
39. Zelenski J.M., Larsen R.J. Susceptibility to affect: a comparison of three personality taxonomies // *J. Pers.* 1999. V. 67. № 5. P. 761–791.