

ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЙ ГЛУБОКОЙ РЕЛАКСАЦИИ, ИНДУЦИРУЕМЫХ ПРАКТИКОЙ ЦИ ГУН

Е. В. Лобусов, Ал.А. Фингелькурц, Ан.А. Фингелькурц, А.Я. Каплан

(кафедра физиологии человека и животных)

Процессы психофизиологической адаптации человека к новым условиям жизнедеятельности явно не поспевают за динамично развивающейся техногенной сферой его реального существования. В последние десятилетия XX века это становится особенно заметным по устойчивой тенденции к росту нервно-психических и психосоматических расстройств среди населения индустриально развитых стран, а также по участвовавшим случаям аварий и катастроф, связанных с ошибками операторов соответствующих процессов или подвижных объектов.

В то же время заданные человеку от рождения и проявляющиеся в многочисленных индивидуальных примерах высокие функциональные потенциалы его мозга предполагают существование значительных резервов психофизиологической адаптации человека к широкому спектру внешних условий, например, к разным информационным нагрузкам. Актуализация этих резервов и тем самым расширение пределов физиологической адаптации человека к условиям повышенных нервно-психических нагрузок - один из наиболее перспективных путей поддержания жизнедеятельности человека на уровне оптимального здоровья.

Наряду с хорошо известными лекарственными профилактическими и терапевтическими подходами к активации функциональных резервов мозга существуют и хорошо зарекомендовавшие себя безлекарственные методы, в частности, методы ауторелаксации (Перов, 1990; Клименко, 1992; Горев, 1995; Сороко, Мусуралиев, 1995). Последние особенно интересны тем обстоятельством, что при соответствующей подготовке человек может самостоятельно предотвратить кризис дезадаптации и более того - длительно поддерживать высокую работоспособность при систематических упражнениях.

Несмотря на значительное число научных публикаций о позитивных эффектах релаксационных процедур на состояние здоровья человека, испытывающего повышенные нервно-психические перегрузки (см. обзор: Jevning et al., 1992), конкретные нейрофизиологические механизмы этих процессов остаются недостаточно изученными. Это связано не столько со сложностью самого методического обеспечения подобного рода исследований, сколько со значительной внутри- и межиндивидуальной вариативностью самого явления ауторелаксации. Тем не менее хорошо тренированный в той или иной релаксационной технике человек представляет собой чрезвычайно интересного субъекта для нейрофизиологических исследований. Действительно, особая религиозно-философская установка в совокупности с хорошо описываемой в рациональной терминологии системе физических и психических упражнений позволяют исследователю-физиологу мониторировать функции мозга испытуемого в моменты максимальной концентрации внимания на внутренних процессах организма. Подобное "естественное" моделирование особых состояний сознания, возможно, позволит приблизиться к пониманию процессов произвольной

саморегуляции организма с целью направленного поиска рациональной системы профилактики психосоматических заболеваний.

В этой связи целью нашей работы было апробировать эффективные методы компьютерной электроэнцефалографии для анализа состояний глубокой релаксации человека. Для этого в рамках конкретных задач исследования было предусмотрено участие испытуемых, имеющих многолетний опыт погружения в состояние релаксации посредством четко регламентированной китайской системы упражнений ци гун. В силу глубоко субъективной природы явления ауторелаксации основное внимание было уделено изучению динамики ЭЭГ-показателей у одного и того же испытуемого, но при многократном повторении экспериментального тестирования.

МЕТОДИКА

В исследовании участвовали два практически здоровых испытуемых с нормативными показателями по психометрическим шкалам Айзенка, Спилбергера-Ханина, Доскина и вегетативным параметрам кровяного давления и пульса: испытуемый qe - возраст 23 года, длительность регулярной практики ци гун - 2 года; испытуемый qx - возраст 33 года, длительность регулярной практики ци гун - 15 лет. Испытуемых размещали в экранированной кабине с сохранением речевого контакта с экспериментатором.

ЭЭГ-обследования производили в первой половине дня до обеда. Для контроля состояния испытуемого ЭЭГ регистрировали монополярно относительно соединенных ушных электродов по 8 стандартным отведениям. ЭЭГ подвергалась аналоговой фильтрации в полосе 0,5-30 Гц и оцифровывалась с частотой 128 в 1 с, с записью на жесткий диск компьютера. Спектральный анализ проводили при помощи процедуры быстрого преобразования Фурье. Спектральные оценки ЭЭГ усредняли в пределах традиционных частотных полос: 1) 1,5-3,5 Гц (α -ритм), 2) 4-4,5 Гц (α_1 -ритм), 3) 7,5-8,5 Гц (α_1 -ритм), 4) 9-10 Гц (α_2 -ритм), 5) 10,5-11,5 Гц (α_3 -ритм), 6) 12-13,5 Гц (α_4 -ритм).

Для анализа ЭЭГ отбирали безартефактные участки записи длительностью 1 мин (n равно 190). Статистическую значимость различий спектральных оценок для разных функциональных состояний проверяли по критерию Стьюдента. Процедура ци гун осуществлялась испытуемым в положении сидя, и не требовала каких-либо движений тела. Высота сидения регулировалась так, чтобы ноги испытуемого были согнуты в коленных и тазобедренных суставах под углом примерно в 90 градусов. Ступни были расположены параллельно на полу на расстоянии 20-40 см друг от друга. Спина испытуемого была прямой, расслабленной и не касалась спинки кресла. Голова располагалась вертикально, шея была расслаблена. Зубы сомкнуты, но не сжаты. Левая рука ладонью лежала на области акупунктурной точки ци хай (VC.6) - на 2-3 см ниже пупка (Пишель и др., 1991), правая ладонь лежала на лево. Руки были расслаблены и не давили на живот.

Во время процедуры ци гун глаза были закрыты. Согласно используемой в исследовании медитативной практике испытуемый представлял внутри живота, чуть ниже пупка, теплый красный вращающийся шар. Упражнение начиналось и

заканчивалось по команде экспериментатора. Для нормативного контроля ЭЭГ непосредственно перед процедурой ци гун и сразу после завершения этой процедуры производились записи ЭЭГ на фоне закрытых и открытых глаз, а также при минимальной ментальной нагрузке в виде обратного счета. Собственно процедура ци гун продолжалась 15 мин, в течение которых производилось подряд 12-13 минутных записей ЭЭГ.

Перед началом эксперимента испытуемый получал полную информацию о ходе и условиях эксперимента, о том как, реагировать на команды, даваемые экспериментатором. После эксперимента испытуемого просили дать отчет о своем состоянии во время процедуры ци гун и оценить саму процедуру по десятибалльной шкале (10 - хорошее состояние ци гун).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Рассмотрим сначала результат сравнения оценок спектральной мощности (СМ) при закрытых глазах (ЗГ) и при выполнении процедуры ци гун. Оба эти состояния неотличимы по внешней афферентации, но сильно различаются по "внутренней" психической работе. Так, при сравнении оценок СМ ЭЭГ испытуемого qx, наблюдался эффект заключающийся в том, что в полосах 1, 2 и 3 (1,5-3,5, 4-5,5 и 7,5-8,5 Гц соответственно) относительная мощность была достоверно выше при выполнении процедуры ци гун ($p < 0.01-0.001$), чем при спокойном бодрствовании (ЗГ) до процедуры, а в полосах 4 и 5 (9-10 и 10,5-11,5 Гц соответственно) - ниже ($p < 0.001$) (рис. 1).

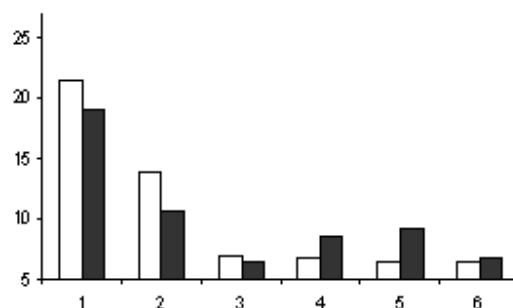


Рис.1

В отличие от описанных эффектов процедуры ци гун (испытуемый qx) у испытуемого qe они не были такими стабильными, причем меньшее число изменений оценок СМ достигало уровня статистической значимости.

Учитывая, что функциональное состояние (ФС) мозга во время процедуры ци гун достаточно сильно отличается от спокойного бодрствования с ЗГ (простая релаксация), интересно оценить, каким изменениям подвергалась электрическая активность головного мозга непосредственно во время выполнения процедуры ци гун. По нашему предположению процедура ци гун не является однородной деятельностью, поэтому для оценки временной динамики состояния ци гун вся

процедура (15 мин) была разбита на три равных временных этапа (каждый этап около 5 мин).

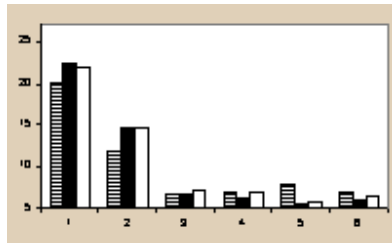


Рис.2 А

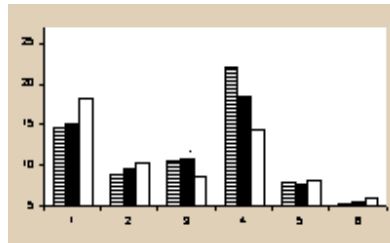


Рис.2 Б. а

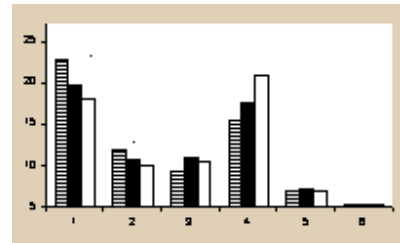


Рис.2 Б. б

На рис. 2 представлена динамика изменений оценок СМ у испытуемых qx (рис. 2,А) и qe (рис. 2,Б) во время выполнения процедуры ци гун. Как видно из рис. 2,А, в полосах 1, 2 и 3 (1,5-3,5 Гц - □-ритм, 4-4,5 Гц - □1-ритм, 7,5-8,5 Гц - □1-ритм) наблюдалось увеличение относительной мощности при переходе от первого этапа процедуры ци гун ко второму и третьему, тогда как в полосах 5 и 6 (10,5-11,5 Гц - □3-ритм, 12-13,5 Гц - □4-ритм) относительная мощность снижалась ($p < 0,05$).

Обращает на себя внимание ступенчатость изменений, т.е. видна значительная разница между первым этапом (5 мин) процедуры и вторым (достоверность этих изменений в полосах 1 и 3 (1,5-3,5, 7,5-8,5 Гц соответственно) составляла $p < 0,01$, а в полосах 2, 5 и 6 (4-5,5, 10,5-11,5 и 12-13,5 Гц соответственно) - $p < 0,001$), тогда как между вторым и третьим этапами - изменения не достигали уровня значимости (полосы 1, 2, 5 и 6 (1,5-3,5, 4-5,5, 10,5-11,5 и 12-13,5 Гц соответственно)) (рис. 2,А).

Характер изменений, приведенных на рис. 2,А, сохраняется и во время других четырех экспериментов. Таким образом, можно говорить о следующем четком ЭЭГ-эффекте, наблюдаемом при выполнении процедуры ци гун у испытуемого qx: увеличение СМ в диапазоне 1,5 - 8,5 Гц и её снижение в диапазоне 9 - 13,5 Гц.

Для первичной оценки возможного разброса данных в связи с межиндивидуальными различиями испытуемых и выраженностью основной ритмики ЭЭГ было сделано 90 записей ЭЭГ у испытуемого qe в аналогичных условиях. Полученные для этого испытуемого результаты несколько отличаются от только что описанных результатов испытуемого qx.

Так, на рис. 2,Б видны значительные сдвиги в структуре ЭЭГ испытуемого qe. Изменения в спектральных полосах 1-4 (1,5-5,5 Гц и 7,5-10 Гц) статистически достоверны ($p < 0,001$) в обоих случаях. Однако обращает на себя внимание тот факт, что вышеупомянутые эффекты в разных экспериментах носят строго разнонаправленный характер. Так, относительная мощность в 1-ой и 2-ой спектральных полосах (1,5-3,5 Гц и 4-5,5 Гц соответственно) увеличивается во втором эксперименте, (рис. 2Б,а) ($p < 0,001$), тогда как в четвертом - снижается (рис. 2Б,б) ($p < 0,001$ и $p < 0,01$ соответственно 1-ая и 2-ая полосы). Аналогичная картина наблюдается и в спектральных полосах 3 и 4 (7,5-8,5 и 9-10 Гц соответственно): снижение относительной мощности во втором эксперименте ($p < 0,001$) (рис. 2,Б,а) и

увеличение ($p < 0,05$ и $p < 0,01$ соответственно 3 и 4 полосы) в четвертом эксперименте (рис. 2,Б,б).

Не являются ли отмеченные ЭЭГ-эффекты при процедуре ци гун отражением процессов концентрации внимания в связи с направленной ментальной активностью? Для проверки этого предположения в качестве контрольного тестирования была выбрана задача с обратным счетом при ЗГ.

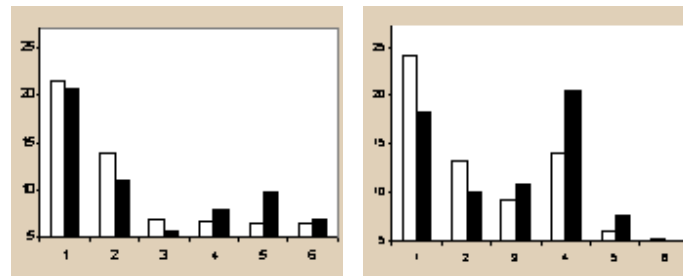


Рис.3. а

Рис.3. б

Из рис. 3, а видно, что структура ритмов ЭЭГ, характеризуемая 6 выбранными спектральными полосами, в состоянии ци гун отличается от таковой в контрольных условиях с обратным счетом. Так, в полосах 2 и 3 (4-5,5 и 7,5-8,5 Гц соответственно) СМ выше в состоянии ци гун, нежели при обратном счете ($p < 0,001$), а в полосах 4 и 5 (9-10 и 10,5-11,5 Гц соответственно) - наоборот, мощность в состоянии ци гун ниже ($p < 0,01$ и $p < 0,001$ соответственно полосы 4 и 5). В то же время у испытуемого φ е из отмеченных выше эффектов наблюдаются изменения только по 3-ей спектральной полосе (рис. 3,б) ($p < 0,01$). Однако у него обнаружилось другие достоверные эффекты при сравнении оценок СМ при процедуре ци гун и при обратном счете.

На рис. 3,б видно, что у испытуемого φ е во время процедуры ци гун относительная мощность в полосах 1 и 2 (1,5-3,5 и 4-5,5 Гц соответственно) ниже, чем при обратном счете ($p < 0,001$), тогда как в полосах 3-5 (7,5-8,5, 9-10 и 10,5-11,5 Гц соответственно) - выше ($p < 0,01$ для 3ей полосы и $p < 0,001$ для 4-5ой полос).

Из приведенных данных (рис. 3) становится очевидно, что ЭЭГ-эффекты при выполнении упражнения ци гун не являются отражением простой концентрации внимания.

Как следует из литературных источников (Wallace, 1970; Свядош, 1974; Перов, 1990; Мерт, 1998), занятия по медитативно-релаксационным методикам (йога, ци гун и др.) способствуют снижению психического напряжения, и, если это так, то благоприятные изменения в ФС мозга должны сохраняться по окончании процедуры ци гун.

Для выяснения этого сравним оценки мощности спектральных полос ЭЭГ испытуемых в состоянии спокойного бодрствования (ЗГ) до (т.е. при фоновой активности мозга) и после процедуры ци гун.

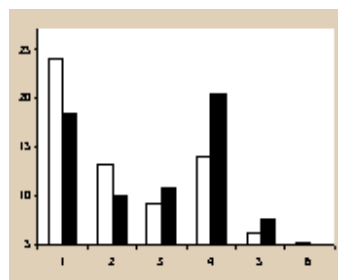


Рис.4. а

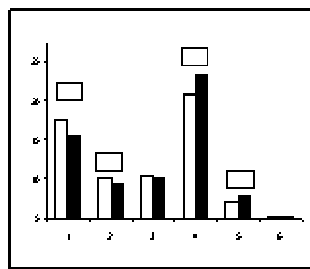


Рис.4. б

Полученные результаты (рис. 4) свидетельствуют о том, что процедура цигун влияет на активность мозга и после ее окончания. Так, в полосах 1 и 2 (1,5-3,5 и 4-5,5 Гц соответственно) у испытуемого qx наблюдается снижение относительной мощности ЭЭГ ($p < 0,001$) (рис. 4,а). В 5 и 6 спектральных полосах (10,5-11,5 и 12-13,5 Гц) наблюдалось увеличение относительной мощности ($p < 0,05 - p < 0,001$) (рис. 4,а).

Рассмотрим теперь результаты, полученные для испытуемого qe в состоянии спокойного бодрствования (ЗГ) до и после процедуры цигун (рис 4,б). Здесь наблюдалось достоверное снижение относительной мощности в полосах 1 ($p < 0,01$) и 2 ($p < 0,05$) (1,5-3,5 и 4-5,5 Гц соответственно) и достоверное увеличение мощности в полосах 4 ($p < 0,01$) и 5 ($p < 0,05$) (9-10 и 10,5-11,5 Гц соответственно) (рис. 4,б).

Какие же спектральные полосы ЭЭГ наиболее чувствительны к процедуре цигун и в каких полосах эффект наиболее стабилен (т.е. изменения однонаправленные в разных экспериментах)?

Для обобщения данных будем учитывать только значимые изменения (не ниже, чем $p < 0,05$) мощности каждой спектральной полосы в ту или иную сторону. При этом нас будет интересовать только сам факт изменения этого показателя, а не его конкретные значения.

Введем семейство индексов значимых отличий - ИЗО: по выраженности изменения спектрального параметра при изменении ФС (ИЗОс), по устойчивости характера (знака) этих различий - ИЗОу и по совокупности предыдущих индексов - ИЗОсу.

ИЗОс~ характеризует величину различия оценок СМ определенной частотной полосы ЭЭГ (~) двух различных ФС мозга, т.е. показывает только качественное статистически значимое отличие между сравниваемыми состояниями мозга:

$$ИЗОс_{\sim} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_i}{n}$$

где δ_i может принимать следующие значения: 1 - достоверное (с уровнем значимости не ниже $p < 0,05$) изменение мощности ЭЭГ при сравнении двух ФС мозга или 0 - нет достоверного изменения; n - число экспериментов; ~ - спектральная полоса, по которой проводится сравнение, т.е. $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ и δ_4 , либо цифровое обозначение в герцах диапазона соответствующей полосы.

ИЗОс~ может изменяться в пределах от 0 до 1. Если ИЗОс~ = 0, то исследуемое ФС мозга не отличается от базового по результатам обработки экспериментального материала методом, используемым в настоящей работе; если ИЗОс~ = 1, то исследуемое ФС мозга отличается от базового. ИЗОу~ характеризует устойчивость отличия мощности определенной спектральной полосы ЭЭГ (~) при двух различных видах когнитивной нагрузки:

$$ИЗОу_{\sim} = \frac{\sum_{a} k + n}{n},$$

где a - число положительных (т.е. увеличение СМ) достоверных (прир<0,05) изменений мощности ЭЭГ в определенной спектральной полосе в одном эксперименте; b - число отрицательных (т.е. уменьшение СМ) достоверных (прир<0,05) изменений мощности ЭЭГ в определенной спектральной полосе в другом эксперименте; n - число экспериментов, в которых есть значимые изменения мощности в определенной (~) спектральной полосе; ~ - спектральная полоса, по которой проводится анализ, т.е. □, □, □ и □, либо цифровое обозначение в герцах диапазона полосы.

ИЗОу~ также изменяется в пределах от 0 до 1. Если ИЗОу~ = 0, то изменения ФС нестабильны, т.е. носят разнонаправленный характер по результатам обработки экспериментального материала методом, используемым в работе; если ИЗОу~ = 1, то изменения ФС стабильны, т.е. носят строго однонаправленный характер (в определенной спектральной полосе).

ИЗОсу~ - индекс, объединяющий ИЗОс~ и ИЗОу~, характеризует одновременно и степень, и устойчивость отличия мощности ЭЭГ в определенной полосе при двух разных когнитивных нагрузках на мозг.

ИЗОсу~ = ИЗОс~ □ ИЗОу~. Так как ИЗОсу~ = 0 только когда ИЗОс~ или ИЗОу~ = 0, то при данном значении следует, что исследуемое ФС мозга не отличается от базового по результатам обработки экспериментального материала методом, используемым в эксперименте. Так же ИЗОсу~ = 1 только когда ИЗОс~ = ИЗОу~ = 1, т.е. при данном значении исследуемое ФС мозга полностью отличается от базового. ИЗОсу~ более чувствительный индекс, чем ИЗОс~ и ИЗОу~, так как является произведением двух чисел в диапазоне от 0 до 1.

Таблица 1.

Значения семейства индексов ИЗО~ для анализируемых 6 спектральных полос. Чертой выделена ячейка с максимальным значением ИЗОсу~. Испытуемый qх.

Выбранные полосы	ИЗОс~	ИЗОу~	ИЗОсу~
1.(□/1,5-3,5 Гц)	0,6	1	0,6
2.(□1/4-5,5 Гц)	0,6	1	0,6
3.(□1/7,5-8,5 Гц)	0,6	1	0,6
4.(□2/9-10 Гц)	0,6	0,33	0,2
5.(□3/10,5-11,5 Гц)	0,8	1	<u>0,8</u>
6.(□4/12-13,5 Гц)	0,2	1	0,2

Среднее значение	0,56	0,89	0,5
------------------	------	------	-----

Таблица 2.

Значения семейства индексов ИЗО~ для анализируемых 6 спектральных полос. Чертой выделена ячейка с максимальным значением ИЗОсу~. Испытуемый qe.

Выбранные полосы	ИЗОс~	ИЗОу~	ИЗОсу~
1.(□1/1,5-3,5 Гц)	0,75	0,33	0,25
2.(□1/4-5,5 Гц)	0,25	1	0,25
3.(□1/7,5-8,5 Гц)	0,25	1	0,25
4.(□2/9-10 Гц)	0,75	0,33	0,25
5.(□3/10,5-11,5 Гц)	0,75	1	<u>0,75</u>
6.(□4/12-13,5 Гц)	0,25	1	0,25
Среднее значение	0,5	0,78	0,33

Значения этих индексов для каждого испытуемого приведены в таб. 1 и 2. Так, видно, что у испытуемого qx ИЗОс (индекс степени отличия) наиболее высок в 5-й полосе (10,5-11,5 Гц), т.е. по этой спектральной полосе чаще, чем в других, происходит достоверное изменение относительной СМ. У испытуемого qe ИЗОс наиболее высок в 1-й, 4-й и 5-й полосах (1,5-3,5, 9-10 и 10,5-11,5 Гц соответственно). Кроме того видно, что средние значения семейства индексов ИЗО~ у испытуемого qx, выше, чем у qe, что говорит о более стабильных и выраженных изменениях в электрической активности головного мозга, вызванных процедурой ци гун, по сравнению со спокойным бодрствованием при ЗГ (т.е. при базовом состоянии) у испытуемого qx. Обращает на себя внимание тот факт, что ИЗОсу достигает наибольших величин в полосе □3 (10,5-11,5 Гц) у обоих испытуемых.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Основным ЭЭГ-эффектом, сопровождающим процедуру ци гун, было изменение СМ в узкой полосе □-активности (10,5-11,5 Гц) у обоих испытуемых (табл. 1, 2). Именно для этой частотной полосы оказались наиболее высокими значения индекса ИЗОсу, характеризующего одновременно выраженность и устойчивость зарегистрированных на фоне процедуры ци гун сдвигов в параметрах ЭЭГ. Поскольку генераторные механизмы быстрой □-активности имеют преимущественно корковую локализацию (Изнак, 1989; Chaos., 1990; Basar, 1992; Klimesch, 1997), можно полагать, что на фоне процедуры ци гун происходит существенная перестройка в активности корковых нейросетей.

Тем не менее по данным литературных источников известно, что основные изменения, связанные с медитацией, происходят в медленноволновом и □-диапазонах ЭЭГ: 1,5-5,5 и 7,5-13,5 Гц (Anand et al., 1961; Kasamatsu, Hirai, 1969; Wallace, 1970; Brown et al., 1971; Wallace et al., 1971; Deepak et al., 1994, Panjawani et al., 1996). Однако в этих работах анализ ЭЭГ проводили в широких частотных

диапазонах, что, по-видимому, не позволило перечисленным авторам более точно локализовать в частотной области ЭЭГ-эффекты медитации.

Полученные в нашем исследовании результаты свидетельствуют о межиндивидуальном разнообразии ЭЭГ-эффектов. Так, уже визуальный анализ ЭЭГ позволяет сделать предположение о существенных различиях паттернов ЭЭГ у длительно (больше 10 лет) практикующего испытуемого (qx) и испытуемого, имеющего меньший стаж практики (qe) (~2 года).

Статистический анализ подтвердил это предположение. Так, состояние ци гун у испытуемого qx (срок практики больше 10 лет) характеризовалось направленной активацией (увеличение медленной α -активности в узкой частотной полосе 4-4,5 Гц и уменьшение быстрого β -ритма) (Klimesch, 1996; Lazarev, 1998) по сравнению со спокойным бодрствованием (ЗГ).

В то же время испытуемый qe (срок практики больше 2 лет) характеризовался нестабильными (разнонаправленными) изменениями общей картины ЭЭГ в разные экспериментальные дни. Так, если в базовом ФС испытуемого (спокойное бодрствование при ЗГ) доминировала α -активность, то процедура ци гун приводила к уменьшению β -ритмики в ЭЭГ, а если α -активность в фоновой ЭЭГ была выражена меньше, то во время процедуры ци гун происходило увеличение β -ритмики. При этом отмеченные изменения сохранялись после прекращения процедуры ци гун по крайней мере еще 8 мин. (дальнейший временной интервал не находился под ЭЭГ-контролем). На эффект поддержания α -активности у испытуемых после окончания медитации также указывал Банкет (Vanquet, 1973).

Возможно, показанное выравнивание мощности β -ритма при ци гун служит механизмом оптимизации ФС, что отражается в известных положительных эффектах использования медитации при лечении таких расстройств, как невротические состояния, неврозы, эпилепсия и др. (см. обзор: Jevning, et al., 1992).

Сама процедура ци гун (15 мин.), как мы и предполагали, оказалась неоднородной. Так, испытуемый qx продемонстрировал увеличение α -активности и уменьшение быстрого β -ритма от первого этапа процедуры (первые 5 мин.) к третьему (последние 5 мин.), причем изменения СМ в полосе 10,5-11,5 Гц характеризовались наличием "ступеньки", т.е. СМ резко снижалась во втором 5-минутном этапе процедуры ци гун. В то же время у испытуемого qe динамика значений СМ от этапа к этапу процедуры ци гун была постепенной.

У обоих испытуемых ФС мозга, отражаемое в картине ЭЭГ, во время процедуры ци гун отличается от ФС при контрольной нагрузке на мозг, т.е. во время обратного счета при ЗГ. Так как внешние условия при этих двух состояниях сходны (поза, уровень афферентации в обоих случаях глаза закрыты), то, вероятно, наблюдаемые ЭЭГ-эффекты при процедуре ци гун обеспечиваются не только мобилизацией внимания или "качеством" самого внимания в этих процедурах было разнородным.

Кроме того, ци гун не является дремотным состоянием, так как в общей картине ЭЭГ не наблюдалось столь характерных для близких ко сну состояний признаков: сонных веретен.

ВЫВОДЫ

1. Применение техники спектрального анализа ЭЭГ позволяет выявить специфичную динамику ритмических компонентов ЭЭГ, связанную с выполнением конкретного упражнения ци гун.
2. Наиболее выраженные изменения ЭЭГ у испытуемых в ходе процедуры ци гун наблюдались в полосе быстрого α -ритма (10,5-11,5 Гц).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горев А. С. 1995. Динамика ритмических составляющих альфа-диапазона ЭЭГ в условиях релаксации // Физиол. человека. 21, № 5. 51.
2. Изнак А. Ф. 1989. Модуляция сенсо-моторной деятельности человека на фоне альфа-ритма ЭЭГ.// Проблемы развития научных исследований в области психического здоровья. М. С. 3-24.
3. Клименко Л. М. 1992. Дыхательная гимнастика. М.
4. Мёрт Д. 1998. Справочник врача общей практики. М.
5. Петров Н. Н. 1990. Аутогенная тренировка. М.
6. Пишель Я. В., Шапиро М. И., Шапиро И. И. 1991. Анатомо-клинический атлас рефлексотерапии. М.
7. Свядощ А. М. 1974. Аутогенная тренировка // Руководство по психотерапии. М.
8. Сороко С. И., Мусуралиев Т. Ж. 1995. Возможности направленных перестроек параметров ЭЭГ у человека с помощью метода адаптивного биоуправления // Физиол. человека. 21, № 5. 5.
9. Anand B. K., China G. S., Sindh B. 1961. Some aspects of electroencephalographic studies of yogis.// Electroencephalography and clinical Neurophysiology. 13.452-456.
10. Basar E. Brain natural frequencies are causal factors for resonances and induced rhythms. In: E.Basar, T.H. Bullock (eds) Induced rhythms in the brain. 1992. Birkhauser. Boston. Pp 425-467.
11. Banquet J. P. 1973. Spectral analysis of the EEG in meditation // EEG and Clin. Neurophysiol. 35. 143-151.
12. Brown F. M., Stewart W. S., Blodgett J. T. 1971. EEG kappa rhythms during transcendental meditation and possible perceptual changes following. Paper presented to the Kentucky Academy of Sciences. Cited in: D.P. Kanellakos and J.S. Lukas (Eds.), The psychobiology of transcendental meditation; a literature review. Calif.
13. Chaos in brain function. 1990. Ed E. Basar. Berlin; Heidelberg; New York.
14. Deepak K. K., Manchanda S. K., Maheshwari M. C. 1994. Meditation improves clinicoelectroencephalographic measures in drug-resistant epileptics // Biofeedback and Self-regulation. 19(1). 25-40.
15. Jevning R., Wallace R. K., Beidebach M. 1992. The physiology of meditation: a review: a wakeful hypometabolic integrated response // Neurosci. Behav. 16. 415-424

16. Kasamatsu A, Hirai T. An electroencephalographic study on Zen meditation. C. Tart (Ed.): Altered states of consciousness. Wiley, New York, 1969.
17. Klimesch W. 1996. Memory processes, brain oscillations and EEG synchronization // Int. J. of Psychophysiol. № 24. 61-100.
18. Klimesch W. 1997. EEG-alpha rhythms and memory processes // Int. J. Psychophysiol. № 26. 319-340.
19. Lazarev V. V. 1998. On the intercorrelation of some frequency and amplitude parameters of the human EEG and its functional significance. Communication I: Multidimensional neurodynamic organization of functional stages of the brain during intellectual, perceptive and motor activity in normal subjects // Int. J. Psychophysiol. № 28. 77-98.
20. Panjawani U., Selvamurthy W., Sigh S. N., Gupta H. L., Thakur L., Rai U. C. 1996. Effect of Sahaja yoga practice on seizure control and EEG changes in patients of epilepsy // Ind. J. Med. Res. Mar. 103. 165-72.
21. Wallace R. K. 1970. Physiological effects of transcendental meditation // Science. 167. 1751-1754.
22. Wallace R. K., Benson H., Wilson A. F. 1971. A wakeful, hypometabolic physiologic state // American journal of Physiology. 221. 795-799.

EEG ANALYSIS OF DEEP RELAXATION STATES, WHICH ARE CAUSED BY QIGONG PRACTICE

E.V. Lobusov, Al.A. Fingelkurts, An.A. Fingelkurts, A.Ya. Kaplan

The aim of this work was to appropiate the effective methods of computational electroencephalography for analysis of human deep relaxation states. This investigation was conducted with the subjects which have long-term experience of submergence into relaxation state by the use of accurate regulated Chinese system of Qigong exercise. It was shown that the use of EEG spectral analysis permits to reveal specific dynamics of EEG rhythmical components during Qigong exercise fulfilment. The most expressed changes in EEG were observed in the band of upper alpha-rhythm (10,5-11,5 Hz) during Qigong exercise.

УДК 612.821+612.822.3.087

ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЙ ГЛУБОКОЙ РЕЛАКСАЦИИ, ИНДУЦИРУЕМЫХ ПРАКТИКОЙ ЦИ ГУН

Е. В. Лобусов, Ал.А. Фингелькурц, Ан.А. Фингелькурц, А.Я. Каплан //Вестн. Моск. ун-та.

Сер.16, Биология. 2001. № .с.

Цель работы заключалась в апробации эффективных методов компьютерной электроэнцефалографии для анализа состояний глубокой релаксации человека. Исследование проводили с участием испытуемых, имеющих многолетний опыт погружения в состояние релаксации посредством четко регламентированной китайской системы упражнений ци гун. Применение техники спектрального анализа ЭЭГ позволило выявить специфичную динамику ритмических компонентов ЭЭГ, связанную с выполнением конкретного упражнения ци гун.

Наиболее выраженные изменения ЭЭГ у испытуемых в ходе процедуры цигун наблюдались в полосе быстрого альфа-ритма (10,5-11,5 Гц).
Библиогр. 21. Табл. 2. Ил. 4.