

М.Ю. Хабарова, А.Ф. Индюхин

ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛИСПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ В ИССЛЕДОВАНИИ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

В последние два десятилетия метод электроэнцефалографии (ЭЭГ) активно развивается за счет двух основных взаимосвязанных причин: во-первых, процесс регистрации и первичного анализа ЭЭГ информации во многом стандартизирован, благодаря использованию компьютерно-диагностических систем (КДС). Во-вторых, применение КДС позволяет обрабатывать большой объем информации и активно внедрять методы компьютерного анализа, математического моделирования и программирования.

Поэтому именно метод ЭЭГ на современном этапе становится базовым в диагностике как клинического, так и функционального состояния организма в целом.

При таком методическом арсенале для интеграции как клинической, так и функциональной диагностики ЭЭГ, одним из актуальных направлений исследований стало изучение объективных характеристик, прежде всего, здорового мозга как функциональной системы (ФС).

Мозг человека как информационная система проявляет разностороннюю электрохимическую активность в различных психофизиологических процессах. Когнитивные процессы (распознавание, аналитические и синтетические операции) вызывают в коре головного мозга активацию различных центров, что находит отражение в регистрируемых с поверхности головы сигналах биоэлектрической активности. Ввиду малых амплитуд в чистом виде выделить когнитивный сигнал из общей фоновой ЭЭГ и зонально ее представить проблематично.

Поэтому выявление объективных электрофизиологических маркеров на основе традиционных электрофизиологических параметров – частоты и амплитуды ритма, а также их математических производных с учетом зональности их регистрации ЭЭГ, мы посчитали перспективным подходом, который позволит представить когнитивные процессы как локализованные очаги активности мозга.

Используя возможности частотного анализа, для каждой ЭЭГ, в условиях когнитивной нагрузки вычисляли показатель асимметрии распределения спектральной плотности мощности (СПМ) – коэффициент биспектра (КБ), применяя его для пространственной локализации активности мозга в условиях выполнения мыслительных операций.

Цель исследования: на основе впервые нами примененного коэффициента биспектра провести пространственный анализ ЭЭГ в условиях когнитивной нагрузки.

Достижение поставленной цели реализовывали в поэтапном решении задач: 1) выделив максимальные и минимальные значения КБ, провести описание локализованности активности мозга в условиях различной когнитивной нагрузки; 2) проведя сравнительный анализ ЭЭГ по максимальным показателям КБ, определить типологические и индивидуальные особенности пространственной выраженности зон активности мозга испытуемых в условиях когнитивной нагрузки с учетом функциональной латерализации; 3) топографически пространственно представить когнитивную активность мозга при выполнении различных мыслительных операций.

На основе визуальной клинической оценки ЭЭГ и успешности выполнения всех заданий, в группу испытуемых вошло 4 человека – 3 юноши и одна девушка, в возрасте 17 лет, учащиеся 11-го естественно-математического класса лицея при ТГПУ им. Л.Н. Толстого. Участникам были объяснены условия проведения эксперимента, и было получено их согласие. Эксперимент по регистрации ЭЭГ в условиях выполнения участниками когнитив-

ных заданий проводился на базе ГУЗ Тульский областной клинико-диагностический центр «Научно-практический центр клинической нейрофизиологии и нейрореабилитации».

Регистрация ЭЭГ проводилась с использованием КДС «Нейрокартограф (фирма МБН, г. Москва) на основе стандартного расположения электродов на голове испытуемых по системе «10-20 %» монополярным методом, индифферентный электрод крепился к мочке левого уха. Для анализа брали пятисекундный интервал предполагаемой когнитивной активности после предъявления задания до ответа испытуемого.

Специально разработанные задания были созданы с учетом психофизиологических представлений об основных когнитивных функциях, их можно представить в виде трех основных блоков: 1) логико-математические – числовые вычисления с двумя видами сигналов: вербальными – цифрами и звуковыми; 2) функции вербальной категоризации – обобщение и исключение понятий и 3) логико-лингвистический анализ речи. В целом по каждому из представленных групп заданий использовали три серии записей ЭЭГ для дальнейшего анализа, то есть по каждому испытуемому 18 записей «когнитивных» ЭЭГ.

Рассчитывали СПМ в полосе от 0 до 20 Гц, выделяя функционально значимый интервал расчета КБ для каждого испытуемого: для троих он оказался в диапазоне $\pm 3,1$ Гц, для четвертого – $\pm 5,1$ Гц соответственно.

Получив все возможные показатели биспектра (КБ) при успешном выполнении всех заданий испытуемыми, использовали по четыре максимальных и минимальных значения для их количественного и пространственного анализа, который выявил две закономерности: во-первых, по значимым показателям КБ всех когнитивных интервалов ЭЭГ возможно пространственно латерализовать мыслительную активность как минимум в пределах определенного полушария. Так, максимальные показатели КБ трех испытуемых обнаруживают их левополушарную латерализацию, тогда как четвертая ЭЭГ – правополушарна. Во-вторых, зональная локализация максимумов КБ позволила выявить как типологические, так и индивидуальные особенности когнитивных ЭЭГ: в трех случаях при выполнении всех заданий были активированы передне-лобные и височные области левого полушария (Fp1, F7), тогда как в картине четвертой когнитивной ЭЭГ на всем протяжении эксперимента максимально была активна правая задневисочная область (T6). При этом зона F7 локализована с первичным моторным центром речи – речепроизнесения (Брока), тогда как зона T6 – с первичным сенсорным центром речи – речепонимания (Вернике).

Расположение максимальных показателей КБ относительно определенных зон согласно стандартной системе отведений обеспечило их наглядное зональное представительство при выполнении определенных когнитивных операций.

Проанализировав и сравнив пространственные картины распределения максимумов КБ когнитивной ЭЭГ в условиях выполнения арифметических действий, эффективность их выполнения обеспечивалась при активности передне и задне-лобных зон левого полушария у троих испытуемых (рис. 1, а), тогда как для 4-го испытуемого средне и задне-височных, а также затылочных правополушарных зон (рис. 1, б).

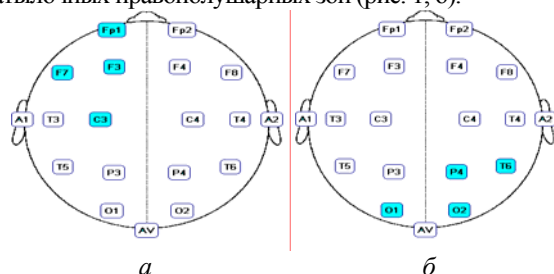


Рис. 1. Пространственные картины распределения максимумов КБ когнитивной ЭЭГ

Анализ выполнения арифметических заданий со звуками установил, что когнитивные операции в этих процессах разнообразно пространственно организованы, судя по мозговой активности, успешность их выполнения индивидуализирована, на сложность выполнения этих заданий указывает межполушарное взаимодействие. Также в условиях выполнения аналитико-синтетических заданий на обобщение и исключение понятий в трех когнитивных ЭЭГ закономерных латерализаций не выявлено, выполнение этих заданий протекало на фоне активности симметричных переднебоковых зон (Fp1 – Fp2), тогда как в условиях этой мыслительной нагрузки анализ ЭЭГ четвертого испытуемого выявил активность правого полушария задневисочной (T6) и теменной зоны (P4), а также симметричных затылочных зон (O1 – O2), в условиях поиска обобщения понятия, что указывает на возможный зрительный гнозис.

Логико-лингвистический анализ речи был представлен двумя видами заданий: выделение семантических форм речи из предложений с обычными словами (рис. 2, а и 3, а) и искусственно созданными (рис. 2, б и 3, б).

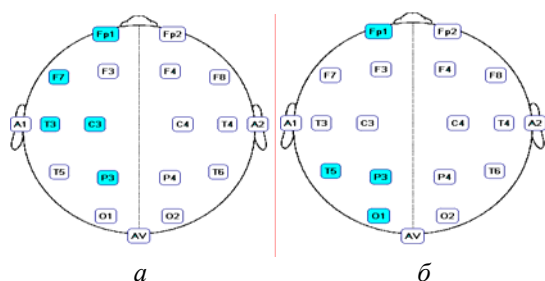


Рис. 2. Пространственные картины распределения максимумов КБ когнитивной ЭЭГ

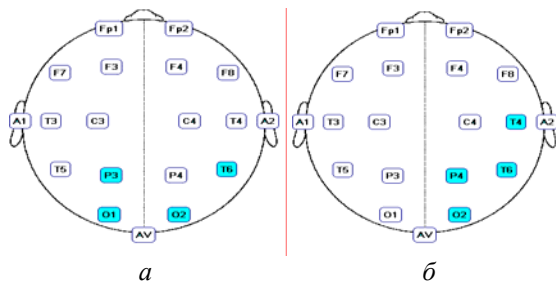


Рис. 3. Пространственные картины распределения максимумов КБ когнитивной ЭЭГ

Пространственные картины распределения максимумов КБ когнитивной ЭЭГ в условиях выполнения семантического анализа предложений показывают, что у трех испытуемых при обнаружении необходимой формы речи из предложений с обычными словами (рис. 2, а) активирована передневисочная зона F7 – солокализация с первичным моторным центром речи – речепроизнесения (Брока), тогда как при выявлении искусственной формы речи (рис. 2, б) – задневисочная зона T5, которая топографически солокализована с первичным сенсорным центром речи – речепонимания (Вернике). Условия выполнения заданий по семантическому анализу речи сопровождалась активностью левого полушария у большинства испытуемых, тогда как при выполнении этих заданий четвертым испытуемым (рис. 3) была активна правополушарная задневисочная зона T6, что с учетом возможной его функциональной правополушарности, также соответствует первичному сенсорному центру речи, причем как при обнаружении необходимой формы речи из предложений с обычными словами (рис. 3, а), так и из искусственно созданных предложений (рис. 3, б). При этом интересной закономерностью, характерной только для этого испытуемого, явля-

ется факт локализации максимальных показателей КБ в затылочных зонах (О1 – О2) при выполнении им заданий семантического анализа форм речевых стимулов, что также отражает возможность зрительного гнозиса.

Анализ ЭЭГ всех испытуемых в условиях выявления ими части речи из предложений с обычными и искусственно созданными словами показал, что именно при их выполнении активны, пусть и избирательно, области мозга топографически солокализованы с первичным центрам речи – Вернике и Брока, которые латерализованы.

Достигнув цели и выполнив поставленные задачи, нами были сделаны следующие **выводы**:

1. На основе локализованности полярных значений коэффициента биспектра выявили типологические тенденции когнитивной активности мозга в виде активности передне и заднелобных ассоциативных зон мозга – зон активационной настройки на выполнение мыслительной операции.

2. Сравнительный анализ коэффициентов биспектра успешно выполненных мыслительных операций показал, что типологические особенности сопровождают выполнение арифметических и речесинтаксических заданий, при этом проявляется функциональная латерализация, тогда как выполнение звуковых и аналитико-синтетических мыслительных операций в большей степени индивидуализировано и реализуется при межполушарных взаимодействиях.

3. Применение коэффициента биспектра дает возможность топографически выявить активность определенных зон мозга, включенных в когнитивные процессы, описав их пространственно и функционально.

УДК 004.415.2

А.М. Унакафов

АДАПТИВНЫЙ МЕТОД ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССОВ ТРЕНИРОВКИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО САМОКОНТРОЛЯ ЧЕЛОВЕКА

В последние десятилетия в связи с изменениями в жизни человека, проблема психологических стрессов приобретает все возрастающую научную и практическую актуальность. Факторы, способные вызывать деструктивные стрессы (дистрессы), разнообразны – это и социально-экономические проблемы, и сложности в личной жизни, и неудачи или переутомление на работе. Результатом непреодоленного стресса могут стать неврозы, психологические расстройства, психосоматические и функциональные заболевания, требующие своевременного, сложного и зачастую – дорогостоящего лечения. Положение затрудняется тем, что устранение таких нарушений чисто фармакологическим путем затруднено или невозможно из-за недостаточной эффективности, противопоказаний, привыкания и побочного действия. Это придает особую значимость вопросам разработки нефармакологических способов предотвращения и коррекции патологических сдвигов функционального состояния человека.

Одним из наиболее эффективных путей борьбы с устойчивыми стрессовыми состояниями и их последствиями является коррекция психоэмоционального состояния человека. Недостатком психологических методов коррекции является их недостаточная объективность и, как следствие, очень высокие требования к опыту и профессионализму специалиста, проводящего процедуру. В связи с этим, в последнее время широко развиваются психофизиологические методы коррекции психоэмоционального состояния и также программно-аппаратные способы поддержки проведения реализующих эти методы процедур.