

статистические параметры, характеризующие стабильность процесса.

Исходя из данных соображений, нами были определены два основных измерения функционального состояния ЦНС, которые получили названия – уровень адаптивной регуляции ЦНС (АР) и уровень церебрального гомеостаза (ЦГ).

Для целей построения компьютерной диагностической системы оценки функционального состояния ЦНС оказалось удобным построить двумерную классификацию на основе этих двух базовых измерений. По каждому измерению на основе статистических расчетов были определены 4 класса состояний. В качестве реперных значений использовались 10-й, 37-й и 63-й перцентили. Таким образом, появилась классификационная таблица, состоящая из 16 квадратов, которую достаточно наглядно можно представить на экране ПЭВМ для дальнейшего содержательного анализа. Такое представление данных оказалось удобным и для получения интегральных оценок функционального состояния ЦНС на основе логики построения экспертных систем, и для построения алгоритмов содержательной интерпретации.

Апробация данного методического подхода позволила заключить о его перспективности для построения компьютерных систем психофизиологического мониторинга.

СОПОСТАВЛЕНИЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ВЕГЕТАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАГРУЗОК

Л.Я. Бай, С.М. Захаров, Е.С. Пономарева, А.А. Скоморохов

Научно-производственная коммерческая фирма «Медиком-МТД»

347900, Россия, Ростовская область, г. Таганрог, ул. Ленина 99,

тел. (86344) 26384, 23468 факс 27426 (круглосуточно)

E-mail: office@medicom-mtd.com; <http://www.medicom-mtd.com>

Оценка функционального состояния головного мозга является важной задачей. Для ее решения используются различные инструментальные методы, каждый из которых имеет свои достоинства и свои недостатки. Отдельное использование любого из этих методов не дает полной объективной информации, что приводит к неоднозначности при объяснении истинных причин изменения параметров анализируемых процессов. Представляется перспективным осуществление синхронной регистрации различных физиологических сигналов для лучшего понимания причин имеющихся нарушений и дифференциальной диагностики заболеваний. Так одновременный контроль изменений параметров церебрального кровотока (оцениваемых по реоэнцефалограмме — РЕГ), различных показателей биоэлектрической активности головного мозга (оцениваемых по электроэнцефалограмме — ЭЭГ), уровня метаболической активности (оцениваемого по сверхмедленной активности головного мозга — СМА) позволяет представить разнохарактерную информацию в топической форме, реально отражающей пространственные взаимоотношения электрофизиологических характеристик. Дополнительная регистрация таких физиологических сигналов, как электроокулограмма, пневмограмма, кожно-гальваническая реакция, подэлектродные сопротивления помогает более корректно выделить из суммарной сверхмедленной активности мозга именно церебральную составляющую. В некоторых случаях полезно контролировать центральный и периферический кровоток, поскольку показатели центральной гемодинамики и периферического кровотока могут помочь

объяснить причины изменения мозгового кровотока, особенно в случаях неадекватной мозговой ауторегуляции. Анализ сверхмедленной активности мозга является практически единственным электрофизиологическим методом, позволяющим оценивать величину церебральных энергозатрат (Фокин с соавт., 1993). Нарушения метаболизма играют важную роль в развитии сосудистых и атрофических заболеваний мозга, эпилепсии и влияют на течение невротических расстройств. Полученные разными исследователями результаты позволяют надеяться на то, что накопление информации о взаимосвязи указанных физиологических показателей (РЭГ, ЭЭГ, СМА), отражающих различные аспекты функционального состояния головного мозга, может дать качественный скачок в понимании происходящих патологических процессов и использовать получаемую информацию для дифференциальной диагностики.

Целью настоящей работы являлось выяснение взаимоотношений между рассматриваемыми физиологическими показателями в процессе выполнения различных функциональных нагрузок. Производилась синхронная регистрация 8 отведений электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и сверхмедленного потенциала (СМП), 6 отведений реоэнцефалограммы (РЭГ), отведения ЭКГ, пальцевой фотоплетизмограммы (ФПП), кожно-гальванической реакции (КГР), тетраполярной грудной реограммы по Кубичеку (ТПГР), с помощью электроэнцефалографа-анализатора ЭЭГА-21/26 «Энцефалан-131-03» фирмы Медиком МТД г. Таганрог. С ЭЭГ-электродов одновременно регистрировалась как спонтанная ЭЭГ (в полосе от 0.5 до 70 Гц), так и сверхмедленная активность (с открытым входом). Контролировалась динамика изменения частоты сердечных сокращений (ЧСС), пульсового кровенаполнения и тонуса мозговых сосудов, ударного объема крови (УОК), вероятностного минутного объема крови (МОК), тонуса периферических сосудов (по амплитуде пульсаций ФПП), тонуса магистральных сосудов (по времени распространения пульсовой волны ФПП), индексов различных частотных диапазонов по ЭЭГ, уровня постоянных потенциалов головного мозга. В качестве функциональных нагрузок использовались пробы с различными видами умственной деятельности (арифметические, лингвистические и пространственно-образные задачи), и дыхательные пробы (проба с задержкой дыхания на вдохе — проба Штанге).

Вопреки ожиданиям, во многих случаях пробы с выполнением умственной нагрузки приводили не к повышению пульсового кровенаполнения мозговых сосудов, а к снижению. Складывается впечатление, что реографический индекс не является показателем, адекватно отражающим суммарный мозговой кровоток. Для учета влияния ЧСС использовался амплитудно-частотный показатель (АЧП), который рассчитывается как отношение реографического индекса к продолжительности R-R-интервала. Однако на перфузию влияет еще и тонус артерий мелкого калибра. Снижение тонуса мозговых сосудов должно приводить к повышению мозговой перфузии. В связи с этим, в качестве показателя, характеризующего суммарную интенсивность мозговой перфузии, на наш взгляд, целесообразно использовать составной показатель прямо пропорциональный пульсовому кровенаполнению (РИ), частоте сердечных сокращений (ЧСС) и обратно пропорциональный тону мозговых сосудов. Назовем этот составной показатель показателем мозговой перфузии (ПМП).

В проводимых исследованиях чаще всего наблюдалась разнонаправленная тенденция изменения тонуса по мозговым и периферическим сосудам на нагрузку и ее окончание. Во время умственной нагрузки тонус периферических сосудов существенно возрастал, а тонус мозговых сосудов снижался. В паузах между выполнениями заданий тонус периферических сосудов уменьшался, а мозговых — возрастал. Результаты анализа реакций на задержку дыхания (проба Штанге) показывают, что ПМП более адекватен, чем РИ. Как известно, в норме задержка дыхания должна приводить к перераспределению кровотока таким образом, чтобы не

пострадали наиболее критичные в отношении гипоксии органы. К этим органам, прежде всего, относится головной мозг и сердце. На пробу Штанге у подавляющего большинства практически здоровых испытуемых наблюдалось постепенное снижение РИ РЭГ (в конце пробы уменьшение достигало 30% и более). Однако чаще всего наблюдалось повышение ЧСС, тонуса периферических сосудов, а тонус мозговых сосудов снижался. Разнонаправленная реакция по тону периферических и мозговых сосудов показывает перераспределение кровотока в пользу головного мозга, иллюстрацией этого является значимое повышение показателя мозговой перфузии (ПМП) при выполнении пробы с задержкой дыхания, что соответствует ожидаемой адаптационной реакции. По сверхмедленной активности нами были выявлены различные типы реакции:

- Повышение уровней постоянных потенциалов во время выполнения умственной пробы с последующим возвратом к исходным значениям во время отдыха.
- Снижение уровней постоянных потенциалов во время выполнения умственной пробы с последующим возвратом к исходным значениям во время отдыха.
- Наличие ритмической активности с различными периодами (в секундном и декасекундном диапазонах).
- Ареактивность (практическое отсутствие значимых изменений).
- Ареактивность на саму нагрузку с выраженной реакцией на окончание нагрузки.

В ряде случаев выявлена индивидуальная реакция отклонений уровней постоянных потенциалов, которая, видимо, зависит от функционального состояния, субъективной сложности задания и степени удовлетворения его выполнением. Более адекватные и приятные задачи имели противоположные тенденции по сравнению с менее комфортными задачами. Так, например, при проведении исследования у человека, обладающего хорошим пространственным воображением (он работает дизайнером с использованием компьютера), с применением лингвистических и арифметических проб была зарегистрирована реакция активации (повышение ЧСС, тонуса и пр.), а на образно-пространственную пробу, которая выполнялась им без напряжения, наблюдалась, наоборот, релаксационная реакция в виде снижения ЧСС и тонуса периферических сосудов.

Снижение уровней постоянных потенциалов, возможно, отражает неадекватность реакции по метаболической активности. Иногда это сопровождалось субъективным отказом от выполнения поставленной задачи ввиду ее сложности для испытуемого. Сам факт произвольного прекращения задачи отражался сменой направления изменения физиологических показателей. Повышение ЧСС и тонуса артерий, снижение пульсового кровенаполнения мозговых сосудов, снижение уровней постоянных потенциалов сменялось на противоположную тенденцию. Дальнейшему продвижению работ в этом направлении должно способствовать распространение в клинической практике серийно выпускаемого с начала 2000 года электроэнцефалографа-анализатора электрической активности мозга «Энцефалан-131-03», в котором одновременно с регистрацией ЭЭГ (до 24 каналов) может производиться синхронный съем электроокулограммы, кожно-гальванической реакции, пневмограммы, реоэнцефалограммы (до 6 отведений одновременно), фотоплетизмограммы и других сигналов с той же частотой дискретизации, что и ЭЭГ (250 Гц), а также подэлектродных сопротивлений и сверхмедленной активности с частотой дискретизации 5 Гц, что позволит даже при проведении рутинных исследований в клинической практике поставить на поток накопление необходимых данных с целью дальнейшего анализа и выработки методологии интерпретации.

Известно, что способности организма к адаптации тесно связаны с процессами энергообеспечения деятельности клеток и органов. Известно также то, что многие неврологические заболевания связаны с нарушением трофики, обменных процессов, неадекватным обеспечением кислородом и питательными веществами человеческого мозга. В связи с этим, метод исследования сверхмедленной

активности мозга, до настоящего времени малораспространенный, возможность синхронного анализа мозгового кровообращения и электрической активности мозга открывают большие перспективы для анализа функционального состояния головного мозга, в том числе с учетом энергозатратных процессов, а также для понимания сути патологических процессов и выработки новых диагностических критериев для раннего выявления соответствующих нарушений.

СПОСОБЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ФЕНОМЕНОВ ЭПИЛЕПТИФОРМНОЙ АКТИВНОСТИ

Л.Я. Бай, К.А. Бай, С.В. Захарчук, А.Н. Луцев

*Научно-производственная конструкторская фирма «Медиком-МТД»
347900, Россия, Ростовская область, г. Таганрог, ул. Ленина 99,
тел. (86344) 26384, 23468 факс 27426 (круглосуточно)
E-mail: office@medicom-mtd.com <http://www.medicom-mtd.com>*

Автоматическое обнаружение феноменов эпилептиформной активности и участков различного рода нестационарностей в записи компьютерной ЭЭГ актуально при дифференциальной диагностике эпилепсии, исследовании различных видов умственной деятельности, измененных состояний сознания, сна и пр. Создание экспертной системы для надежной классификации различных ЭЭГ-феноменов, задача достаточно сложная. Возможным путем ее решения и практической реализации в электроэнцефалографе-анализаторе «Энцефалан-131-03», выпускаемом фирмой «Медиком-МТД», посвящен настоящий доклад.

Первым шагом на пути создания экспертной системы является интегрированный подход, при котором автоматизированная система берет на себя труд выделять из всей совокупности ЭЭГ-записей участки, резко отличающиеся от некоего фона, оставив задачу классификации выделенных участков эксперту. При этом важно автоматически обнаруживать феномены на достаточно длительных интервалах ЭЭГ с тем, чтобы минимизировать временные затраты врача на рутинные операции при анализе данных при длительных исследованиях. Сложность задачи состоит в разнообразии возможных проявлений нестационарностей, их топической представленности, зависимости степени выраженности и формы феноменов от используемой схемы отведений, наличии возрастных и индивидуальных особенностей ЭЭГ, затрудняющих создание некоего универсального алгоритма. Электроэнцефалограмма может меняться по амплитуде, частоте, форме волн, степени взаимодействия между различными отделами мозга. Амплитудно-частотные характеристики ЭЭГ в норме могут находиться в достаточно широких пределах, что делает малоперспективным использование алгоритмов, базирующихся на абсолютных порогах, амплитудных, скоростных или каких-то других. Наличие выраженной нерегулярной модулированности альфа-активности так же затрудняет поиск феноменов. Для того, чтобы учитывать возрастные и индивидуальные особенности каждого испытуемого, наиболее оптимально использование адаптивных алгоритмов, подстраивающихся под исходную фоновую активность конкретного испытуемого. Врач или исследователь выбирает фрагмент записи ЭЭГ, которую он считает фоновой активностью, на которой отсутствуют явно выраженные артефакты и феномены эпилептиформной активности. Выбранный врачом фоновый фрагмент используется программой автоматического поиска в качестве образца, характеристики которого сопоставляются со всем исследованием. Найденные согласно заложенным критериям нестационарные участки записи выделяются