

# ПРИКЛАДНЫЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МЕЖПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ

## *Глава 22*

### **ПРИЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА В НОРМЕ И ПАТОЛОГИИ**

*Шарова Е.В., Ениколопова Е.В., Зайцев О.С., Болдырева Г.Н., Трошина Е.М., Окнина Л.Б.*

#### **Введение**

Известно, что объективная оценка индивидуальной функциональной межполушарной асимметрии мозга (ФМА) может с успехом использоваться в педагогике (Лусканова, 1987; Семенович, 1991), спорте (Караев, Ибрагимова, Мусаева, 1991; Медников, Макаревич, 1992), профессиональной ориентации и отборе (Федорук, Доброхотова, 1980), создании творческих коллективов (Болотовский и др., 1996), криминалистике (Хазиев, 1990), анализе парапсихологических явлений (Савилов, Ли, 1991), профилактике заболеваний, лечении и реабилитации больных с различной, прежде всего – церебральной патологией (Доброхотова, Брагина, 1994).

Между тем знания о ФМА остаются далеко неполными и крайне мало реализуются в практике.

Следует отметить, что общепризнанного унифицированного подхода к изучению ФМА в настоящее время нет. Существует большое количество методов изучения ФМА, варьирующих в зависимости от объекта, «модели» исследования. В норме самоотчет, непосредственное наблюдение за испытуемым часто произвольно дополняются антропометрическими измерениями, психофизиологическим тестированием и нейрофизиологическими обследованиями. Наряду с неинвазивными моделями изучения здоровых испытуемых и больных с очаговыми поражениями мозга с середины прошлого века используются ло-

кальные электрические раздражения различных зон коры, проба Вада, изучаются состояния после экстирпации различных областей левого и правого полушария, комиссуротомии, односторонних электросудорожных припадков (Деглин, 1996).

Не всегда ясно, чем обусловлены полученные данные, в какой степени они отражают именно функционирование мозга, насколько они стабильны или изменчивы от исследования к исследованию.

В целом все используемые для изучения ФМА методы можно разделить на две категории:

1) экспериментально-психологические методы: а) не требующие специальной аппаратуры, направленные на анализ предпочтений (моторных и сенсорных) при выполнении тех или иных поведенческих актов; б) основанные на использовании различной аппаратуры (тахистоскопов, магнитофонов, динамометров, устройств для регистрации времени реакции, теппинга и др.);

2) физиологические методы, основанные на регистрации различных биоэлектрических показателей асимметрии (порогов сенсорных ответов, ЭЭГ- и ВП-показателей, ЭМГ-реакций, вегетативных процессов и др.).

Если первая категория методов оценивает ФМА косвенно, то вторая позволяет ее непосредственно регистрировать. В последние годы вторая категория расширяется в связи с развитием методов исследования мозгового кровотока и так называемых методов нейровизуализации (fMRI, PET и др.).

В настоящем сообщении мы попытались систематизировать наиболее доступные (неинвазивные) и часто используемые методы оценки ФМА - экспериментально-психологические и электрофизиологические, а также определить их роль и возможности при исследовании ФМА человека в норме и патологии, включая и ситуацию с нарушением (угнетением и спутанностью) сознания.

## **Оценка ФМА здорового человека**

### **I. Психологические методы**

Долгое время в качестве показателя, отражающего функциональную асимметрию мозга, использовался показатель мануального предпочтения. Подобный подход явно недостаточен. Для более полного представления об индивидуальном характере распределения функций

между левым и правым полушариями мозга желательнее у каждого испытуемого оценивать лево-правое соотношение всех анализаторных систем (как моторных, так и сенсорных).

Сочетания различных типов асимметрии не случайны, они характеризуют работу мозга как единого парного органа. В значительной степени заданные генетически эти сочетания относятся к базальным характеристикам строения и функционирования мозга человека. Существует закономерная связь между характером распределения анализаторных функций между левым и правым полушарием и особенностями протекания различных психических функций и состояний. (Хомская и др., 1997; Брагина, Доброхотова, 1988).

Было введено понятие «индивидуальный профиль асимметрии» (Брагина, Доброхотова, 1981) или «профиль латеральной организации» (ПЛО) мозга (Хомская, Ефимова, 1991), означающее право-левое соотношение функций основных анализаторных систем: двигательной, слуховой и зрительной. Это понятие позволяет оценить индивидуальные различия в парной работе полушарий головного мозга.

Индивидуальный профиль асимметрии – присущее данному человеку сочетание моторных и сенсорных признаков, отражающих включенность в активность той или иной стороны тела. Профиль функциональной асимметрии – совокупный показатель, отражающий оценку комплекса латеральных признаков в сенсорной и моторной сферах. (Леутин, Николаева, 2005).

### **Методы оценки индивидуального профиля асимметрии**

Существуют разнообразные способы определения индивидуального профиля асимметрии, ни один из которых не является общепринятым (Леутин, Николаева, 2005).

Большинство исследователей при отборе методов оценки функциональной асимметрии, как правило, основываются на следующих принципах:

- 1) использование трех типов асимметрий - двигательной, слухоречевой, зрительной;
- 2) оценка степени выраженности асимметрии;
- 3) признание разной степени значимости типов асимметрий – мануальная асимметрия является базовым показателем.

В существенно меньшей степени используются методы оценки других видов асимметрии (тактильной, вкусовой, обонятельной), что объясняется недостаточной разработанностью этих методов.

Для оценки индивидуального профиля асимметрии может быть использован следующий набор тестов.

#### **А. Оценка моторной асимметрии**

1. Самооценка обследуемых с помощью опросника Аннетт (1970). Ответы на предложенные вопросы, касающиеся выполнения отдельных привычных действий, позволяют выявить степень доминирования правой (левой) руки. Опросник также включает вопрос о ведущей ноге.

2. Моторные пробы, при которых определяется ведущая рука: - «переплетение пальцев кистей» - по просьбе испытуемый быстро переплетает пальцы; ведущей рукой считается та, большой палец которой оказывается сверху; - «скрещивание рук или поза Наполеона» - ведущей считается та рука, локоть которой оказывается сверху; «тест на аплодирование» - при аплодировании более активна рука, совершающие ударные движения о ладонь неведущей руки (Лурия, 1962). Определение ведущей ноги – проба «нога на ногу»

3. Динамометрия - измерение силы кисти каждой руки с помощью ручного динамометра. Измерение производится трижды: три раза подряд определяется сила сначала правой (или левой) руки, а затем другой руки. Вычисляется среднее значение силы для каждой руки. Ведущей считается рука, превосходящая другую по силе больше, чем на 2 кг; разница в силе меньше 2 кг не учитывается (Брагина, Доброхотова, 1988). Рассчитывается коэффициент асимметрии (К правой руки).

4. Теппинг-тест - оценка темпа, ритма и устойчивости движений. Возможно использование различных методик: бланковой (лист бумаги, разделенный на 4 части), испытуемый должен карандашом ставить точки последовательно в 4 частях листа в течение определенного промежутка времени (15-30 с); с использованием механического счетчика, а также компьютерный вариант методики. Фиксируется число ударов, сделанных правой (N<sub>пр</sub>) и левой (N<sub>лев</sub>) рукой. Рассчитывается коэффициент асимметрии по следующей формуле:  $K_{ас} = [(N_{пр} - N_{лев}) / (N_{пр} + N_{лев})] \times 100$ .

#### **Б. Оценка слуховой и слухоречевой асимметрии**

1. Для определения латерализации слухоречевых функций используется метод дихотического прослушивания с определением «коэффициента правого уха» (Кпу). Дихотическая стимуляция может осуществляться с помощью стереофонического магнитофона: через наушники

ки в оба уха одновременно по отдельным каналам предъявлялись два набора вербальных стимулов (слова). Слова подавались сериями. В перерыве между сериями испытуемый должен был вспомнить стимулы и воспроизвести их на бумаге. На двух дорожках магнитной ленты записано 16 серий из 4 пар односложных слов; интервалы между словами - 0,5 с, между сериями - 20 с. В эксперименте после прослушивания 8 серий наушники менялись местами. Кпу определялся по формуле:

$$Кпу = [(Еп - Ел) / (Еп + Ел)] \times 100,$$

где Кпу - коэффициент правого уха, Еп и Ел - общее число слов, правильно воспроизведенных с правого и левого ушей. Положительное значение Кпу указывает на преобладание правого уха - левого полушария - в восприятии речевого материала; значения  $-5 < Кпу < +5$  считаются симметричными (Котик, 1974; Симерницкая, 1978).

2. Прислушаться к тиканью часов.

3. Вопрос в опроснике Аннетт.

### **В. Оценка зрительной асимметрии**

Для определения ведущего глаза используются следующие тесты:

1. Проба Розенбаха. Испытуемый держит вертикально в вытянутой руке карандаш и фиксирует его взором на определенной точке (лучше по отношению к любой вертикальной линии), отстоящей на 3-4 м, оба глаза при этом открыты. Затем испытуемый попеременно закрывает один и другой глаз. Ведущим считается глаз, при закрытии которого карандаш смещается в его сторону (Лурия, 1962; Verman, 1971).

2. Тест «карта с дырой». В листе плотной бумаги вырезается отверстие 1x1 см. Держа эту карту на небольшом расстоянии от глаз, испытуемый рассматривает предметы; рассматривание обычно осуществляется ведущим глазом (Annett, Kilshow, 1982; Брагина, Доброхотова, 1988).

3. Самооценка испытуемого - ответ на вопрос о том, каким глазом он прицеливается. Такой вопрос содержится в опроснике Аннетт (1970).

### **Классификация типов индивидуального профиля асимметрии**

Существуют различные варианты классификации типов индивидуального профиля асимметрии. Один из них представлен в работе Е.Д.-Хомской (Хомская и др., 1997):

Правши - правостороннее доминирование по всем признакам (рука, ухо, глаз).

Праворукие – с разными вариантами доминирования уха и глаза.

Амбидекстры – с разными вариантами доминирования уха и глаза.

Леворукие – с разными вариантами доминирования уха и глаза.

Левши – левостороннее доминирование по всем признакам.

Наряду с этим известны и другие варианты классификаций (Доброхотова, Леутин и Николаева, Чуприков).

К настоящему времени установлено множество фактов о распространении определенных профилей ФМА в группах с разной профессиональной деятельностью.

### **Распределение типов индивидуального профиля асимметрии в разных выборках**

Выявлены различия в распределении типов межполушарной асимметрии в группах студентов Московской консерватории (музыкантов) и студентов разных факультетов МГУ. Эти различия состоят в накоплении у музыкантов амбидекстрии и доминирования правого полушария (особенно у женщин) и в меньшей выраженности правосторонней асимметрии (особенно в моторной системе). В целом симметричные и левосторонние признаки в типах ПЛЮ преобладают в группе женщин.

Среди математически одаренных подростков (16-ти лет) при наличии всех типов ПЛЮ, увеличивается число амбидекстров и левшей, т.е. учащихся с преобладанием и большей выраженностью симметричных и левосторонних признаков в типах ПЛЮ (26% и 5% соответственно), по сравнению с контрольной группой - учащимися общеобразовательных школ (12% и 3% соответственно) (Лукьянчикова, 2006).

В группе инженерного состава АЭС 85% составляли праворукие, среди них 31% - «чистые» правши с преобладанием правосторонних признаков асимметрии в двигательной, слухоречевой и зрительной сферах (Хомская и др., 1997).

## Особенности когнитивных функций и эмоциональной сферы у лиц с разными типами индивидуального профиля асимметрии

Проанализированы связи между типом ПЛЮ и особенностями протекания ряда психических функций и состояний (Хомская и др., 1997; Лукьянчикова, 2006).

При выполнении *простой двигательной реакции на зрительный стимул* обнаружена связь таких динамических показателей как скорость реагирования и эффект ускорения с типами ПЛЮ. Амбидекстры с левосторонними сенсорными признаками демонстрируют превосходство во времени реакции перед остальными типами ПЛЮ. «Чистые» правши обладают максимальной степенью выраженности эффекта произвольного ускорения движений в обеих руках, но больше в правой руке.

Высокая успешность выполнения *вербальной деятельности* (слухоречевая память и тест «Анаграмма») коррелирует с типом ППП (правши) и ПАП (билатеральная организация слухоречевых функций при правостороннем доминировании мануальных и зрительных функций). Представители остальных типов ПЛЮ выполняют задания менее успешно (в том числе и праворукие с левым ведущим глазом).

Максимально успешно с заданиями на *пространственную ориентировку* (тесты «Рука», «Компас») справляются лица с ППП-вариантом профиля латеральной организации функций (т.е. с «чистым» правосторонним доминированием функций). Наименее успешно пространственные задания выполняют испытуемые со смешанными вариантами асимметрии, где доминирование правой руки сочетается с различными вариантами левостороннего доминирования сенсорных функций или их амбидекстрией.

Серийная *интеллектуальная деятельность*: испытуемые с преобладанием правосторонних признаков асимметрии выполняют более сложные задания при высоких скоростях предъявления стимулов, их способности к произвольному ускорению темпа выполнения серийных счетных и вербальных операций выше, чем у левшей. Вместе с тем, качество выполнения деятельности выше у левшей, чем у правшей.

Особенности *когнитивного стиля* (полезависимость-полenezависимость) определялись по результатам выполнения зрительно-пространственного теста «Скрытые фигуры» (Witkin, 1971). Большую «полenezависимость» проявляют испытуемые с накоплением правосторонних признаков асимметрии в типе ПЛЮ. Выявлена корреляция меж-

ду успешностью выполнения вербальной и зрительно-пространственной деятельности и высокими показателями «полнезависимости»

Математически одаренные подростки с преобладанием симметричных и левосторонних признаков в ПЛЮ (амбидекстры с разными сочетаниями сенсорных признаков и левши) обладают наиболее ярко **выраженными математическими способностями**, что подтверждается высоким учебным баллом, экспертными оценками преподавателей, победами в наиболее престижных олимпиадах, а также высокими показателями интеллекта, объема запоминания информации, выявленными при психологическом исследовании.

У математически одаренных подростков доминирование правосторонних признаков в ПЛЮ («чистые» правши и праворукие) проявляется в преобладании положительного **эмоционального фона**; повышении уровня эмоциональной устойчивости, самоконтроля, стеничности, уверенности в себе, враждебности, социальной смелости, экстраверсии, конформности; снижении уровня тревожности.

Накопление симметричных и левосторонних признаков в ПЛЮ математически одаренных подростков (левши и особенно амбидекстры со смешанным характером сенсорных признаков) приводит к сдвигу эмоционального фона к отрицательному полюсу, преобладающему влиянию отрицательных эмоций на мнестические процессы, снижению уровня эмоциональной устойчивости, самоконтроля, социальной смелости, уверенности в себе, враждебности, повышению уровня тревожности, астеничности, интроверсии, независимости, неустойчивости предпочтений перцептивных эмоциональных стимулов.

Обнаружена связь эмоциональных оценок запахов (по знаку, интенсивности и их ассоциациям с цветом, жестами и выражениям лица) с профилем латеральной организации мозга. Для праворуких характерен сдвиг **эмоционального реагирования** к положительному полюсу, у леворуких и амбидекстров наблюдается преобладание эмоций отрицательного знака.

Обнаружены различия в **скорости опознания базальных эмоций** (радости, горя, страха, гнева) по фотографиям у испытуемых с разным типом ПЛЮ. Правши скорее опознают эмоции «радость» и «горе», а левши – эмоции «страх» и «гнев». Амбидекстры демонстрируют общую замедленность реакций, но, как и левши, быстрее опознают эмоции «страх» и «гнев».

Вместе с тем, некоторые из этих сведений противоречивы и требуют уточнения. Это касается, в частности, проблемы левшества. Высо-



кий его процент обнаруживается и у одаренных (Карпенко, Карпенко, 1985), и умственно отсталых (Williams, 1987; Москвин, 1989); оно ассоциируется как с успешной адаптацией (например, к условиям Крайнего Севера, к экспедиционно-вахтенной организации труда (Степанов, 1988; Леутин, Николаева, 1988; Леутин, 1991), так и с проблематичной, в частности, к летной деятельности (Gerhardt, 1969).

В собственных исследованиях (Зайцев и др., 2000) адаптации 154 военнослужащих к службе по призыву (в возрасте 19-20 лет) обнаружена тенденция большего количества правшей и меньшего – левшей (особенно – в показателях сенсорной асимметрии) среди дезадаптированных военнослужащих по сравнению с группой адаптированных. В то же время среди нарушающих дисциплину доля левшей (в основном – по моторным признакам) оказалась существенно больше.

Наряду с этими фактами, выявлена **нестабильность** (при исследовании с интервалом в 1 год) многих, особенно сенсорных, показателей функциональной асимметрии. Корреляции между первым и вторым исследованием были достаточно высокими только в отношении сведений о семейном левшестве ( $r=0,82$ ) и левшестве по руке ( $r=0,64$ ), средними – по ноге ( $r=0,31$ ), низкими – по зрению ( $r=0,24$ ) и незначимыми – по слуху ( $r=0,1$ ). Гораздо устойчивее ( $r=0,82$ ) и информативнее в качестве предиктора дезадаптации оказалось количество ошибок в оригинальном тесте оценки и воспроизведения заданных интервалов времени (Зайцев и соавт., 2002).

Для объективной характеристики функционального состояния человека в норме и патологии широко используются показатели биоэлектрической активности мозга. Наиболее изученными ее видами являются электроэнцефалограмма (ЭЭГ) и вызванные потенциалы (ВП).

ЭЭГ представляет собой запись переменной электрической активности мозга, регистрируемой с поверхности скальпа в частотном диапазоне порядка 0.5 – 50 Гц и амплитудой, не превышающей сотен микровольт. Согласно современным представлениям (Гусельников, 1975; Elul, 1971), ЭЭГ является алгебраической суммой внеклеточных электрических полей возбуждающих и тормозных постсинаптических потенциалов корковых нейронов, причем основной вклад в ЭЭГ вносят потенциалы апикальных дендритов наиболее крупных, вертикально ориентированных нейронов (в частности, пирамидных клеток коры). ЭЭГ отражает совместную активность большого числа нервных элементов, поэтому по картине ЭЭГ можно судить о режиме работы участка нервной сети, расположенного под отводящим электродом. Ха-

рактические ЭЭГ существенно меняются при изменении синаптической активности, например, при сенсорной стимуляции, изменении функционального состояния и т.д.

Обычно используется стандартное по Международной системе 10—20 (Jasper, 1965) расположение на скальпе электродов (чаще от 8 до 21), что дает возможность оценить по ЭЭГ функциональное состояние основных сенсорных, моторных и ассоциативных зон коры и их подкорковых проекций. Информативными параметрами для такой оценки, как при визуальном, так и при компьютерном анализе ЭЭГ являются амплитудно-частотные и пространственные характеристики. При обычных условиях записи электроэнцефалограммы (состояние спокойного бодрствования с закрытыми глазами) ЭЭГ здорового человека в основном представляет собой совокупность ритмических компонентов, различающихся по частоте, амплитуде, корковой топографии и функциональной реактивности.

Большой интерес, но и значительные методические трудности представляет исследование медленных биоэлектрических процессов мозга (частотой ниже 1 Гц), рассматриваемых в литературе как результат деятельности нейроглиальной популяции, коррелят процессов метаболизма (Ройтбак, 1963; Cowen, 1974; Caspers, 1979; Аладжалова, 1979). Указывается на связь биоэлектрических процессов этого класса (в первую очередь, уровня постоянного потенциала или УПП) с церебральным энергетическим обменом (Фокин, Пономарева, 2003). Описаны особенности проявления медленных колебаний потенциала разной длительности в норме и при церебральной патологии (Илюхина, 1977; Фокин, 1982; Шарова, 1984; Русинов и др., 1988).

Одной из важных областей электрографии является полисомнография. В число ее задач входят объективная оценка длительности и качества ночного сна, выявление нарушений его структуры (в частности, длительности и латентного периода разных фаз сна, особенно фазы сна с быстрыми движениями глаз — REM), обнаружение сердечно-сосудистых (тахикардия, брадикардия) и дыхательных (апноэ) расстройств во время сна. Помимо ЭЭГ, в сомнографических исследованиях в течение всего ночного (или дневного) сна регистрируются такие физиологические характеристики как электроокулограмма (ЭОГ), электромиограмма (ЭМГ), электрокардиограмма (ЭКГ), дыхательные движения, АД, температура кожи и насыщение крови кислородом (с помощью ушного фотодатчика). Все эти показатели необходимы для идентификации ста-

дий сна по общепринятым стандартным критериям (Rechtschaffen, Kales, 1968).

**Асимметрия спонтанной биоэлектрической активности** мозга человека состоит в различиях характеристик электрических процессов в правом и левом полушариях головного мозга. Возможен качественный и количественный анализ этой асимметрии.

При визуальной оценке ЭЭГ в норме в состоянии относительного покоя отмечается значительное сходство паттерна биоэлектрической активности правого и левого полушарий. Межполушарные различия ее рисунка в одновременно зарегистрированных симметричных регионах наиболее отчетливо проявляются в альфа-диапазоне (Glass et al., 1975; Grabov et al., 1978). Установлено, что у здоровых испытуемых с регулярным альфа-ритмом в состоянии спокойного бодрствования активность доминантного (по речи) полушария характеризуется меньшей амплитудой и, в некоторых случаях, большей частотой (рис. 1а). Причем, имеются определенные различия этой асимметрии у людей с разным индивидуальным профилем асимметрии. У правшей, как правило, амплитуда альфа-ритма меньше в затылочно-теменных отделах левого полушария по сравнению с правым. У левшей асимметрия альфа-ритма проявляется в меньшей степени, или его амплитуда ниже в правом полушарии (Жаворонкова и др., 1988; Гриндель, Жаворонкова, 2001). В контексте сложившихся в электрофизиологии представлений, функционально более активным (больше уровень активации) считают то полушарие (или область мозга), в котором мощность альфа-активности ниже (Robbins, MacAdam, 1974; Павлова, Романенко, 1988; Giannitrapani, 1988).

Вместе с тем, во многих случаях асимметрия паттерна ЭЭГ неочевидна. Это прежде всего относится к десинхронному типу ЭЭГ или ЭЭГ “без альфа-ритма”, к реакциям на сложные раздражители, измененное функциональное состояние. В связи с этим анализируются полушарные различия количественных характеристик ЭЭГ: амплитуды (мощности), частоты, когерентности. Последняя характеризует степень согласованности электрической активности в разных точках коры, отражая особенности функционирования мозга целостной системы (Русинов и др., 1987; Болдырева и др., 2003). В последние годы используются и более сложные, вероятностные характеристики биоэлектрической активности (Бияшева, 1999).

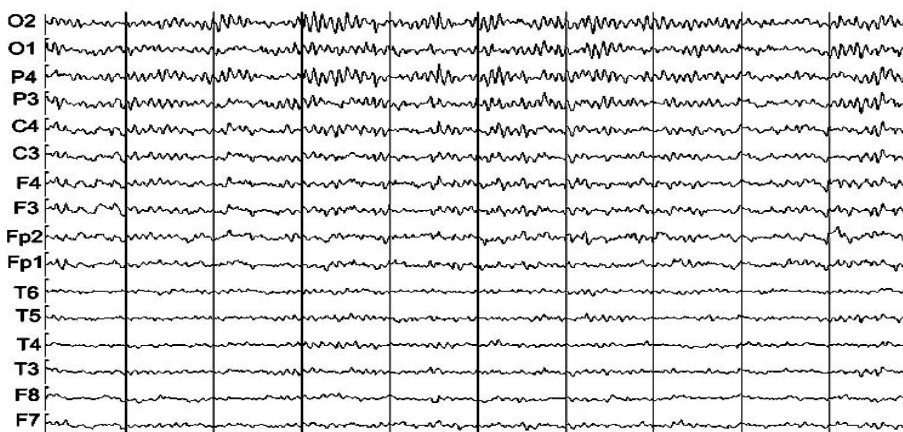
Наиболее распространенными при количественной оценке асимметрии ЭЭГ являются два подхода.

1) Сравнение одноименных показателей симметричных зон регистрации с оценкой устойчивости и достоверности выявленных различий на основе статистических критериев (Стьюдента, Вилкоксона, Манна-Уитни).

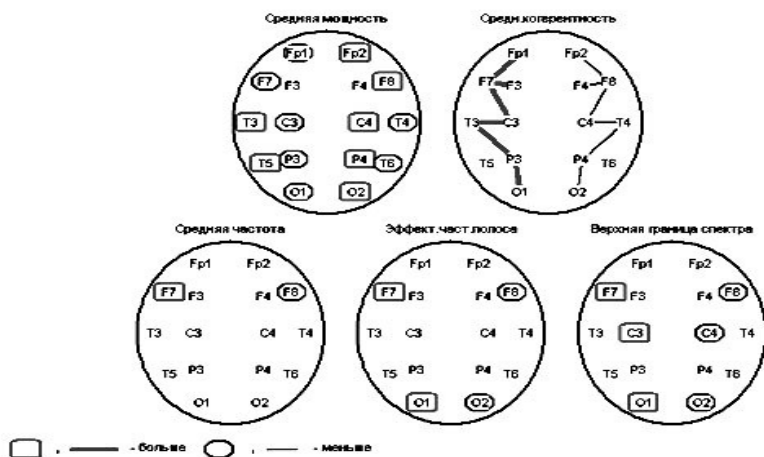
Для наглядности применяется топографическое картирование степени асимметрии исследуемых параметров. Такой подход с оценкой достоверности асимметрии спектрально-когерентных характеристик ЭЭГ по критерию Манна-Уитни (сравнение значимых различий медиан) реализован, в частности, в программе Воронова-Гриндель, разработанной в ИНХ им. Бурденко (Воронов и др., 2003) (рис. 22.16).

Топографическое картирование ЭЭГ-характеристик позволяет уточнить результаты визуальной оценки ЭЭГ. Показано, что у правшей в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами превалирование спектральная мощность альфа-ритма в затылочных областях правого полушария по сравнению с левым достигается за счет его компонентов около 10 Гц. Вместе с тем спектральная мощность низкочастотных (8—9 Гц) и высокочастотных (11—13 Гц) компонентов альфа-ритма выше в задних отделах левого полушария.

**А**



**Б**



**Рис. 22.1.** ЭЭГ здоровой испытуемой-правши 20 лет (А) и ее значимо ( $p < 0,05$ ) асимметричные спектрально-когерентные показатели диапазона 0,5-20 Гц (Б).

При сопоставлений показателей пространственно-временной организации ЭЭГ правого и левого полушарий были выявлены особенности ФМА при разных функциональных состояниях здорового человека (Павлыгина и др., 1994, 2004), во время различных видов деятельности (Вольф, Разумникова, 2004; Кабардов, 1977), на разных этапах онтогенеза (Дубровинская, 1985; Бияшева, 1999; Фингелькурц, 2000).

Было установлено, в частности, что необходимой характеристикой работы здорового мозга является наличие оптимального уровня межполушарной асимметрии когерентности ЭЭГ, отражающей преобладание сочетанности биопотенциалов в доминантном полушарии. У правшей в состоянии спокойного бодрствования средние уровни внутриполушарных когерентностей имеют в целом более высокие значения в левом полушарии, а у левшей – в правом (Жаворонкова, 2004). Для доминантного полушария характерна также большая стабильность его спектрально-когерентных характеристик (Болдырева, 1994). При динамической оценке асимметрии УПП мозга здоровых людей при развитии и старении выявлено, что межполушарная асимметрия данного показателя наиболее выражена у мужчин среднего возраста в виде значительно более высоких его значений в левой височной области, отражая более высокий уровень ее энергетического обмена (Фокин, 1982).

Снижение уровня бодрствования изменяет соотношения функциональной активности между полушариями. При переходе к дремоте межполушарная асимметрия когерентности сглаживается - главным образом за счет снижения сочетанности биопотенциалов доминантного полушария (Болдырева, Жаворонкова, 1989; Жаворонкова, 2004). Сравнительный анализ спектральной мощности полушарий у праворуких испытуемых показал, что во время сна с медленными движениями глаз более активным является левое, а в фазу быстрых движений – правое (Goldstein et al., 1972).

В процессе онтогенеза ФМА претерпевает изменения, причем, ее динамика у мальчиков и девочек имеет специфические различия (Бияшева, 1999).

2) Оценивать асимметрию ЭЭГ возможно также с помощью нормированного количественного показателя – коэффициента асимметрии. Универсальной для его расчета является формула  $(A-B)/(A+B) \times 100\%$ , где А- числовая характеристика ЭЭГ левого полушария, В – правого. Полученный показатель удобен для динамической оценки асимметрии одного человека, а также сопоставлений в разных исследуемых группах. Он может рассчитываться для отдельных частотных диапазонов или регионов, либо по полушариям в целом.

Этот параметр был эффективно применен при исследовании асимметрии когерентности здоровых правшей и левшей (Жаворонкова, 1988, 2004).

Анализ коэффициент асимметрии мощности ЭЭГ здоровых людей показал, что лобно-височные регионы мозга характеризуются более

высокими его значениями по сравнению с центрально-теменно-затылочными, особенно у лиц с десинхронной ЭЭГ, т.е. при усилении на кору влияний со стороны лимбико-ретикулярного комплекса (Зверева, 2004).

Коэффициент асимметрии мощности альфа-ритма проявил себя в качестве надежного показателя характера протекания беременности (нормальное или с угрозой прерывания) (Орлов и др., 2004).

В целом можно полагать, что коэффициент асимметрии более удобен в работах прикладной направленности, связанных с мониторингом состояния. Вместе с тем неоднозначность трактовки его изменений обуславливает целесообразность привлечения данных других (базовых) ЭЭГ- параметров или методов исследования.

**Вызванные потенциалы (ВП)** – это кратковременные изменения электрической активности головного мозга, возникающие в ответ на сенсорную стимуляцию различной модальности. Амплитуда единичных ВП настолько мала, что они практически не выделяются из фоновой ЭЭГ. Поэтому для их выявления используется метод суммации и усреднения (когерентного накопления с синхронизацией от момента подачи стимула) ответов мозга на большое число (от десятков до сотен) стимулов с помощью специализированных приборов. В зависимости от модальности сенсорных раздражителей различают зрительные ВП (ЗВП) на вспышку света или включение оформленного зрительного образа (в простейшем случае, "шахматной доски"), слуховые ВП (СВП), акустические "стволовые" ВП (АСВП) на звуковой щелчок и соматосенсорные ВП (ССВП) на электростимуляцию кожи или через кожную стимуляцию нервов конечностей.

Усредненный ВП представляет собой полифазный комплекс, отдельные компоненты которого имеют определенные амплитудные соотношения и значения пиковой латентности. Различают направленные вверх негативные волны (N1, N2) и направленные вниз позитивные волны (P1, P2, P3). Латентный период, т.е. время от момента подачи стимула до возникновения волны, для ранних компонентов ВП составляет от единиц до десятков миллисекунд, для поздних – от 100 мс до 1с. (Гнездицкий, 2001). Для многих ВП известна внутримозговая локализация генераторов каждого из компонентов. Наиболее коротколатентные (до 50 мс) компоненты генерируются на уровне рецепторов и стволовых ядер, средне латентные волны (50—150 мс) — на уровне корковых проекций анализатора. Генерацию компонентов латентностью 200 и более мсек связывают с неспецифическими системами тала-

муса и ствола мозга (Трошина, Щекутьев, 2001). Существует представление о том, что ранние компоненты ВП отражают физические свойства стимула, а поздние – условия его обработки.

Обычные сенсорные ВП позволяют осуществлять объективную сенсометрию, а также выявлять органические поражения разных отделов соответствующей сенсорной системы по изменениям амплитуды или латентности отдельных компонентов.

В последние годы в клинических и психофизиологических исследованиях широко используются так называемые ВП, связанные с событием (event-related potentials — ERP). Их называют также эндогенными или когнитивными. Это длиннolatентные (более 250 мс) волны, выделяющиеся при парадигме, когда подается два типа стимулов — один часто, на который, по инструкции, не следует обращать внимания, а другой значительно реже — целевой. Среди них наиболее изучен компонент P300 (P3), возникающий через 200-300 мс в ответ на предъявление "целевого" стимула. Таким образом, волна P300 является электрофизиологическим коррелятом селективного внимания (Гнездицкий, 1997).

Помимо P300, описаны и другие типы длиннolatентных (500—1000 мс) ERP. К ним относится E-волна, или "волна ожидания", или условное негативное отклонение — CNV (Уолтер, 1965). Она возникает в промежутке между предупредительным и пусковым стимулами и также связана с корковыми процессами избирательного внимания. Описаны вызванные потенциалы, связанные с движением (Иванова, 1984; Трошина, 1991), отражающие, по-видимому, процессы организации моторных команд.

**Асимметрия ВП** может оцениваться по основным характеристикам ответа: различиям латентности и амплитуды основных компонентов в левой и правой гемисферах, а также межпиковых латентностей (Гнездицкий, 1997; Окнина и др., 2001). Можно сопоставлять площади исследуемого вызванного ответа по симметричным отделам полушарий. В последнее время при анализе ВП широко применяются методы картирования и дипольной локализации (Duffy, 1982; Гнездицкий, Коптелов, 2001; Архипова и др., 2001).

Для короткolatентных ВП выявлено, что наиболее надежные характеристики ответов – временные – в норме весьма симметричны. Так, асимметрия латентности пяти пиков АСВП не превышает 5-7%, для ССВП – 5-10% (Гнездицкий, 1997). Амплитуда же и форма этих



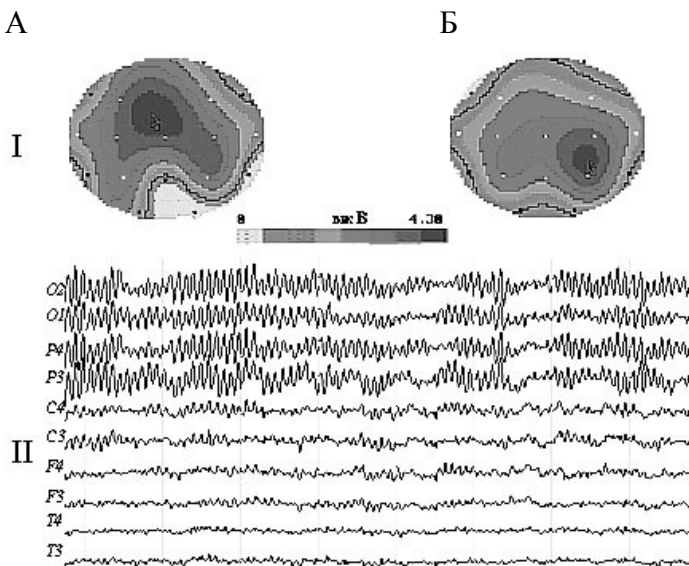
видов ВП у здоровых испытуемых значительно варьируют и не могут надежно использоваться для оценки отклонения от нормы.

Что касается длиннolatентных ВП, то в норме асимметричность в большей мере присуща не ранним (до 50 мсек), а более поздним их компонентам. В частности, зрительный вызванный потенциал (ЗВП) на вспышку света при бинокулярном предъявлении стимула, а также на реверсивный шахматный паттерн проявляется в виде комплекса негативно-позитивных колебаний с латентностями в диапазоне от 45 до 400 мсек практически без асимметрии (особенно для ранних компонентов), с отчетливым превалированием мощности в задних отделах полушарий, сагиттально (Трошина и др., 1999). Асимметрия ответа может проявляться при раздельном засвете глаз с межполушарными различиями амплитуды преимущественно поздних компонентов до 50%, и межполушарной асинхронностью свыше 7 мс.

Следует отметить, что асимметрия ЗВП, включая ранние компоненты, более отчетливо выражена при опознании фигур или эмоций по сравнению с пассивным восприятием идентичных стимулов (Михайлова и др., 2001).

Амплитуда P300 АВП, преобладающего в норме в лобно-центральной, реже – в теменно-центральной области, характеризуется выраженной асимметрией. В 64% наблюдений она доминирует по амплитуде слева (Гнездицкий, 2001; Окнина и др., 2001). На асимметрию P300 могут влиять многие факторы, включая и особенности проявления альфа-активности.

На рис. 22.2 приводится характерная для нормы асимметрия амплитуды P300 АВП у здорового испытуемого с гиперсинхронизированным альфа-ритмом: превалирование ее в левом полушарии (центрально-лобная область) при счете значимых стимулов, а в правом (теменно-центральная область) - при пассивном прослушивании звукового ряда.



**Рис. 22.2.** Амплитудные топокарты P300 АВП (I) при “активном” счете звуков (A) и их “пассивном” прослушивании (Б) здорового испытуемого с гиперсинхронизированным альфа-ритмом (II).

Объем комплексного психофизиологического тестирования ФМА, определяемый в норме психическими, мотивационными и интеллектуально-мнестическими возможностями испытуемого, ограничен у маленьких детей и лиц старческого возраста.

### **Оценка ФМА больных неврологической и нейрохирургической клиники без грубых нарушений сознания, с сохранным речевым контактом**

**Психологические методы** оценки ФМА в норме применимы к этой категории больных с учетом особенностей топографии их поражения и истощаемости. В случаях негрубо выраженной патологии сохраняется возможность в полном объеме проводить оценку индивидуального профиля асимметрии. При выраженных нарушениях когнитивных функций в ряде случаев приходится ограничиваться проведением отдель-

ных проб или ориентироваться на данные анамнеза, включая опрос родственников.

Данные этих исследований, помимо научного, имеют практическое значение для определения тактики лечения и прогноза течения заболевания.

Выявлено, в частности, что особый тип организации психических процессов у **левшей** находит выражение в атипичных проявлениях нарушения когнитивных функций и эмоциональной сферы при различных мозговых дисфункциях.

Анализ нейропсихологических синдромов у левшей (Семенович, 1991, 2004; Симерницкая, 1985) показал ряд принципиальных отличий в клинической картине больных-левшей по сравнению с аналогичными группами больных-правшей.

Нарушения вербальных и невербальных психических функций у правой и левой отличаются рядом специфических особенностей. Одной из отличительных характеристик леворуких является отсутствие у них четких корреляций между стороной мозгового поражения и проявлением таких наиболее латерализованных у правой расстройств как афазия и соматогнозия.

Как известно, классическими признаками дисфункции левого полушария у правой являются различные формы афазии (Лурия, 1969). Нарушения экспрессивной и импрессивной речи, распад фонематического, морфологического, синтаксического строя речи наблюдаются у правой при левосторонней мозговой недостаточности.

Соматогнозия у правой связана с дисфункцией правого полушария и проявляется в виде различных симптомов нарушения схемы тела, в том числе игнорировании левой половины тела.

У леворуких при расположении патологического очага и в левом, и в правом полушарии могут наблюдаться как речевые, так и соматогностические нарушения.

Кроме того, у леворуких выявлены феномены нарушения схемы тела, которые не встречаются у правой с локальными поражениями мозга – ощущение разделенности тела на части и т.д. Структура речевого дефекта также отличается у леворуких – импрессивная речь страдает в меньшей степени, чем экспрессивная.

Различные звенья мнестической деятельности связаны с работой разных полушарий мозга. У правой при поражении левого полушария патологическая тормозимость следов интерферирующими воздействиями приводит к дефекту отсроченного воспроизведения. Дисфунк-

ция правого полушария сопровождается нарушением структурной организации запоминаемого материала (нарушение воспроизведения слов в заданном порядке и т.д.). У леворуких пациентов, независимо от латерализации патологического процесса, одновременно могут наблюдаться сочетания указанных симптомов.

Нарушения зрительно-пространственного гнозиса и конструктивной деятельности у правой также имеют отчетливые латеральные особенности. При дисфункциях правого полушария в первую очередь страдает восприятие реального пространства. Поражение левого полушария в большей степени приводит к нарушению символических пространственных кодов, сформировавшихся в онтогенезе и опирающихся на речевые средства. Как правило, более грубые нарушения конструктивной деятельности, включающие структурно-топологические ошибки, проявляются при поражении правого полушария.

У леворуких при поражении и правого, и левого полушария дисфункция зрительно-пространственного гнозиса и конструктивной деятельности проявляет себя смешанным типом ошибок.

Таким образом, нейропсихологический анализ показывает, что независимо от стороны поражения, у леворуких пациентов могут одновременно выявляться симптомы нарушения когнитивных функций, которые избирательно проявляются у правой при поражении левого или правого полушария мозга. Это может свидетельствовать о том, что мозговая межполушарная организация психических функций у левшей приобретает более симметричный, амбилатеральный характер (Семенич, 1991, 2004).

Обсуждаются также особенности внутриполушарной организации психических процессов у левшей. У правой отмечается высокая степень внутриполушарной дифференцированности, в первую очередь это относится к левому полушарию, в меньшей степени – к правому. У левшей внутриполушарная функциональная организация как правого, так и левого полушарий мозга отличается более диффузным, недифференцированным характером. Так, например, нарушения зрительно-пространственных функций и конструктивной деятельности у левшей наблюдается при поражении не только теменных, но и височных отделов левого полушария.

Еще одна характеристика связана с особенностями межполушарного взаимодействия. У левшей имеет место феномен функциональной разобщенности мозговых гемисфер, относительная автономия полушарий мозга в процессе осуществления психических функций.

Данные предположения несомненно требуют дальнейших исследований, но их необходимо учитывать при трактовке результатов нейропсихологического синдромного анализа.

В условиях церебральной патологии разного генеза ЭЭГ – и ВП – методы имеют важное диагностическое значение для оценки общей тяжести состояния больных, а также выявления локальных нарушений церебральной активности.

ЭЭГ широко используется в неврологической и нейрохирургической клинике для определения локализации очага поражения при таких заболеваниях мозга как опухоль, травма, сосудистые, воспалительные и др. Велика роль ЭЭГ при исследовании больных с эпилепсией, поскольку лишь на электроэнцефалограмме можно выявить эпилептиформную активность (Карлов, 1990; Архипова, 2001). К числу задач, стоящих перед электроэнцефалографией в клинической психиатрии, относятся дифференциальная диагностика и уточнение природы психических расстройств (прежде всего выявление или исключение признаков органического поражения ЦНС). В психиатрии электроэнцефалография широко используется для исследования нейрофизиологических механизмов психических расстройств, для объективной оценки функционального состояния тех или иных структур и систем мозга, а также изучения механизма действия психотропных препаратов (Изнак, 1999). При этом оценка ЭЭГ-асимметрии является важнейшим (если не определяющим) диагностическим показателем.

Отклонения на ЭЭГ от нормы, выявляемые при органических и психических расстройствах, как правило, не обладают выраженной нозологической специфичностью (за исключением эпилепсии).

Патологические ЭЭГ-паттерны можно свести к следующим типам:

— *замедление ЭЭГ*, т.е. снижение частоты и/или угнетение альфа-ритма и повышенное содержание тета- и дельта- активности. Такие изменения наблюдаются при опухолях головного мозга (Болдырева, 1994; Архипова, Болдырева, 2001), черепно-мозговой травме (Гриндель, 1988), менее выражены при сосудистой патологии (Жирмунская, 1989; Сазонова, 2001).

В психиатрии замедление ЭЭГ выявляется при сенильных деменциях, в зонах с нарушенным мозговым кровообращением (Изнак, 1999).

— *десинхронизация ЭЭГ* в виде угнетения альфа-ритма и повышения содержания бета-активности. Она возникает при арахноидитах (Архипова, Болдырева, 2001), цереброваскулярных расстройствах, мигрени (Зимкина, Домонтович, 1966).

— *"уплощение" ЭЭГ*, включающее угнетение амплитуды ЭЭГ и пониженное содержание высокочастотной активности. Это имеет место, например, при атрофических процессах (Mauger et al., 1989), над поверхностью расположенной опухолью, в области ушиба или субдуральной гематомы (Moulton et al., 1988; Гриндель, 1988; Шарова, Машеров, 1997).

— *нарушение нормальной пространственной структуры ЭЭГ* со сглаживанием межзональных различий за счет угнетения или, наоборот, генерализации альфа-ритма, перемещения фокуса альфа-активности из затылочных в передние отделы, грубой межполушарной асимметрии ЭЭГ. Эти изменения нередко встречаются как в неврологической и нейрохирургической клинике (Русинов и др., 1987; Болдырева, 2000), так и при функциональных психических расстройствах — депрессии, шизофрении (Изнак, 1999);

— *появление "патологических" волновых форм* — высокоамплитудных острых волн, пиков, комплексов пик—волна, наиболее характерных для эпилепсии (Карлов, 1990; Архипова, 2001).

Некоторые из перечисленных аномалий регистрируются уже в фоновой ЭЭГ, однако во многих случаях для выявления скрытых нарушений деятельности мозга используют так называемые функциональные нагрузки (ритмическую фотостимуляцию, фоностимуляцию, гипервентиляцию). Реже используются депривация сна, полисомнография во время сна или в течение суток (ЭЭГ-мониторинг), при выполнении различных перцептивно-когнитивных задач, фармакологические пробы. Полисомнография, в частности, позволяет дифференцировать депрессию и депрессивную псевдодеменцию у пожилых пациентов, объективно выявить бессонницу, нарколепсию, сомнамбулизм, ночные кошмары (панические атаки), апноэ, эпилептические приступы.

Приемы количественной оценки ЭЭГ-асимметрий в патологии аналогичны тем, что применяются в норме. Для визуализации локальных ЭЭГ-нарушений широко используется топографическое картирование (построение спектральных карт ЭЭГ в широком частотном диапазоне от 0, 5 до 20-30 Гц, либо множественных карт спектральной мощности ЭЭГ в узких частотных поддиапазонах) (Зенков, Ронкин, 1982). Наличие локальных "пятен" на таких ЭЭГ-картах в одном (или тем более в нескольких) частотных поддиапазонах позволяет предполагать наличие патологического очага в этой области коры мозга или в соответствующей подкорковой проекционной зоне.

При наличии на ЭЭГ фазических или пароксизмальных проявлений можно использовать метод определения эквивалентного дипольного источника исследуемого патологического ЭЭГ-паттерна (Гнездицкий, 2000; Болдырева и др., 2005).

Вместе с тем следует заметить, что выявление специфических вариантов волновых форм и фазически проявляющихся компонентов на ЭЭГ (прежде всего эпилептиформных) пока еще намного увереннее производится при ее визуальном анализе. Поэтому методы визуального и количественного анализа ЭЭГ в этих случаях следует рассматривать как взаимодополняющие.

Для визуализации межполушарных асимметрий целесообразно также построение карты разности между ЭЭГ-параметрами (амплитудой волн, индексами ЭЭГ-ритмов или спектральной мощностью ЭЭГ) симметричных отведений от двух полушарий.

Важно иметь в виду, что при интерпретации результатов визуального или математического анализа ЭЭГ в патологии необходимо учитывать возрастные (как эволюционные, так и инволюционные) (Фарбер, 1986; Благосклонова, Новикова, 1994) изменения амплитудно-частотных параметров и пространственной организации ЭЭГ, а также фармакогенные изменения последней, которые закономерно развиваются у пациентов в связи с лечением (Herrmann, Schaerer, 1986). Поэтому ЭЭГ-исследование чаще всего проводится до начала или после временной отмены психофармакотерапии.

Интерпретация нарушений ЭЭГ, в том числе и асимметричных, обычно дается в терминах повышенной или пониженной возбудимости, раздражения (ирритации), дефицита торможения в структурах или системах мозга с указанием (при возможности) локализации этих нарушений или источника патологической активности (в корковых областях или в подкорковых ядрах, медиабазальных, диэнцефальных, стволовых структурах).

При очаговых органических поражениях ЦНС полушарные различия ЭЭГ выступают на первый план, являясь основным критерием отклонений от нормы. Степень их выраженности и особенности проявления определяются локализацией поражения и стадией развития патологического процесса.

При корковых поражениях ЦНС очаговые изменения в зоне проекции опухоли сочетаются с полной или частичной редукцией основного коркового ритма в пораженном полушарии. Определение зоны первич-

ного поражения в этих случаях не представляет трудности для специалиста по клинической электроэнцефалографии.

Иначе обстоит дело с трактовкой ЭЭГ при поражении базальных структур, в частности лимбико-диэнцефальных отделов. В отличие от конвекситальных или подкорковых опухолей, при этой форме патологии на первый план в ЭЭГ часто выступают не очаговые проявления медленной активности, а изменения пространственной организации доминирующих ритмов.

При поражении диэнцефальных отделов нарушения пространственной организации альфа-ритма выражается в его генерализации по коре или перемещении фокуса альфа-активности в центрально-лобные отделы полушарий – т.н. диэнцефальный альфа-ритм. Он может иметь билатеральный характер или преобладать на стороне поражения.

Роландический ритм, встречающийся при вовлечении в патологический процесс диэнцефальных структур чаще, чем в норме, также может иметь более четкий характер выраженности на стороне поражения.

Своеобразная картина межполушарной асимметрии отмечается при вовлечении в патологический процесс лимбических структур, особенно на ранних стадиях роста опухоли, при раздражающем воздействии патологического очага на мозговую ткань. В этих случаях отмечается усиление альфа-активности в зоне проекции опухоли (височная область). Когерентные характеристики этой “височной” альфа-активности, её функциональные особенности (усиление при афферентной стимуляции), а также локализация эквивалентных дипольных источников позволяют рассматривать её как отражение активации вовлеченного в патологический процесс гиппокампа (“Гиппокампальный альфа-ритм” человека) (Болдырева и др., 1995). Межполушарную асимметрию выраженности этого ритма (также как диэнцефального и роландического при поражении таламо-гипоталамических структур) надо трактовать не как ослабление его выраженности в интактном (по отношению к локализации опухоли) полушарии, а как результат формирования в пораженной гемисфере фокуса ритмической активности, обусловленного патологическим усилением взаимодействия гиппокампальных (или таламо-гипоталамических) структур с корой.

Наиболее сложная картина межполушарной асимметрии при вовлечении в патологический процесс лимбических структур отмечается для выраженности эпилептических паттернов ЭЭГ. В отличие от “гиппокампального альфа-ритма” и очаговых медленных волн, регистрирующихся в пораженном полушарии, локализация эпилептиформных зна-



ков сильно варьирует (на стороне расположения опухоли, без устойчивой латерализации или в контралатеральном полушарии). Характерно, что последний вариант в 3 раза чаще наблюдается при правосторонней локализации опухоли. Это обеспечивает больший процент случаев с преобладанием эпи-знаков, независимо от стороны поражения, в левой гемисфере.

Помимо традиционной диагностической интерпретации ЭЭГ-асимметрии в патологии, важным представляется изучение ФМА в компенсаторных реакциях поврежденного мозга. Большое значение в таких исследованиях имеют клиничко-ЭЭГ сопоставления на основе статистического анализа (Жирмунская, 1989; Шарова и др., 1992).

В случае одностороннего полушарного повреждения в качестве компенсаторного механизма рассматривается, в частности, появление зон повышенной активности (или гиперактивности) в симметричных корковых областях интактного полушария. (Советов, 1988). На “модели” сосудистой патологии мозга с помощью ЭЭГ-метода выявлены различия реакций здорового (контралатерального очагу поражения) полушария человека в зависимости от того, правое оно или левое (Жирмунская, 1989). Показана разная роль правого и левого полушарий в нейрогенезе эпилепсии и развитии этого заболевания (Селицкий, 1991; Козлова, 2005).

Пониманию различий последствий латерализованного полушарного повреждения, а также вариативности путей компенсации нарушенных функций при церебральной патологии в значительной степени способствует концепция Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой (1977) о неидентичности функциональных связей больших полушарий с регуляторными срединными образованиями мозга (более тесное функциональное взаимодействие диэнцефальных структур с правым полушарием, а ствола - с левым). Эти представления получили подтверждение и развитие в электрофизиологических исследованиях на “моделях” верифицированного очагового повреждения отдельных регуляторных структур мозга. (Болдырева и др., 2000; Жаворонкова, 2000; Шарова, 2005). Была выявлена, в частности, регионарная специфичность реагирования левой гемисферы в зависимости от характера стволовой патологии: при хроническом патологическом воздействии наибольшие изменения отмечаются в задних (затылочно-теменно-височных) отделах левого полушария, а при остром - в передних. Причем, в случаях очага стационарного возбуждения в лимбических структурах, как и в случаях стволовой патологии, более “реактивным” является левое полушарие

**Асимметрия ВП в патологии** относится к числу основных диагностических показателей в современной неврологической и нейрохирургической клинике (Гнездицкий, 1997; Кривошеев, 2001). При этом асимметрия коротколатентных АСВП или ранних компонентов средне-латентных ВП (ССВП, ЗВП) в виде полушарных различий амплитуды, латентности трактуется более однозначно в связи с дисфункцией (повреждением) определенных звеньев соответствующей проводящей системы мозга. Атипическая форма волны может также явиться важным показателем, но с неопределенной клинической значимостью (Гнездицкий, 2001).

Структурно-функциональная детерминированность асимметрии поздних (длиннолатентных) компонентов ВП, связанных с переработкой информации, менее определена.

Об этом свидетельствует, в частности, парадоксальный факт сохранности и симметричности магнитных зрительных вызванных потенциалов в случае полного отсутствия стриарной коры в одной из гемисфер (Кривошеев, 2001).

В исследованиях Р300 АВП у больных с верифицированным опухолевым поражением головного мозга (Окнина и др., 2003), а также при психопатологии (Изнак) показано, что общая направленность изменений (увеличение латентности, снижение амплитуды) имеет нозологически неспецифический характер и коррелирует, скорее, с выраженностью функциональной декомпенсации. В то же время наличие и топография разных модификаций Р300 связаны с особенностями локализации церебрального поражения: формирование ответа при “пассивном” прослушивании звуков в большей степени определяется сохранностью левой лобной доли и орально-стволовых структур мозга, а при “активном” счете звуков – правой лобной доли (или обеих лобных долей) и лимбической системы (гиппокампа).

### **Оценка ФМА у больных с нарушенным (угнетенным) сознанием**

При угнетенном и спутанном сознании отсутствует возможность опроса, традиционного нейропсихологического эксперимента, психофизиологического тестирования. Ведущим для характеристики состояния пациента является **клиническое (неврологическое, психиатрическое) обследование с интегральной его оценкой** в соответствии с

представлениями о стадиях восстановления психической деятельности после длительной комы (Доброхотова и др., 1975; Зайцев, 1993).

В состояниях глубокого угнетения сознания (кома, вегетативный статус) о ФМА приходится судить преимущественно по данным неврологического исследования, в частности, в связи с обнаружением анизорефлексии, анизокории, асимметрии мышечного тонуса, спонтанной двигательной активности (если она имеется) и различных (прежде всего – проприоцептивных и болевых) видов чувствительности.

На фоне акинетического мутизма к этим признакам ФМА можно добавить парез взора в какую-либо из сторон, отсутствие или ослабление внимания (обнаруживаемого по фиксации взора, слежению, эмоциональным реакциям) к половинам окружающего пространства или собственного тела. При отсутствии птоза в условиях сходящегося или расходящегося косоглазия можно обнаружить, что некоторые больные стойко прикрывают один (по-видимому, неведущий) глаз.

Более очевидными признаки ФМА становятся при восстановлении контакта с больным (при появлении понимания речи, собственной речевой активности). Часто пациент выполняет инструкции, отвечает на вопросы только со стороны окружающих, находящихся с одной какой-либо стороны (справа чаще, чем слева) и никак не реагирует на обращения с другой.

На уровне дезинтегрированного сознания (спутанность, переходные между нарушенным и ясным сознанием амнестические синдромы) ФМА начинает еще более четко проявляться как в психопатологической симптоматике, так и по результатам становящихся возможными отдельных проб, а в условиях, например, корсаковского синдрома – и более сложного тестирования, например, дихотического прослушивания. При этом часто обнаруживается патологическое повышение (чаще) или снижение (реже, в основном, при наличии некоторых речевых расстройств, или преморбидном левшестве) коэффициента правого уха.

Только при восстановлении сознания, на фоне регресса амнестических расстройств, отсутствия выраженных афазических нарушений, становится возможным выполнение сложных тестов, выявляющих ФМА, самоотчет, адекватное заполнение вопросников о двигательном или сенсорном предпочтении одной какой-либо стороны. Часто при этом с трудом приходится преодолевать инертность, отсутствие мотивации, выраженную истощаемость и замедленность психических процессов.

Рассмотрение тяжелых повреждений мозга с позиции учения о ФМА позволило уточнить значение многих из выявляемых при этой патологии расстройств.

Так, в исследованиях восстановления сознания после длительной посттравматической комы (Зайцев, 1993) выявлено, что при преимущественном поражении левого полушария мозга позднее восстанавливается фиксация взора и собственная речевая активность, а правого – эмоциональные реакции и ориентировка в окружающем.

При изучении факторов, влияющих на психопатологию тяжелой черепно-мозговой травмы (Зайцев, 2004), обнаружено, что сторона преимущественного поражения мозга определяет психопатологические особенности лишь при наименее глубоких корковых и корково-подкорковых поражениях (в отличие от преимущественно подкорково-диэнцефальных и орально-стволовых). При правополушарном поражении достоверно чаще выявляется амнестическая спутанность, корсаковский синдром, левосторонняя пространственная агнозия, грубые нарушения образной памяти, восприятия времени и пространства, эмоционально-личностной сферы, а при левополушарном – рече-двигательная спутанность сознания, расстройства вербальных мышления и памяти. При наличии признаков левшества (выявленного у 33% пострадавших) психическая деятельность восстанавливается дольше, чем у правшей, но отдаленные исходы при относительно поверхностных корковых и корково-подкорковых поражениях не отличаются, а при более глубоких повреждениях у левшей оказываются лучше, чем у правшей.

Отдельного внимания заслуживает факт более трудного подбора психофармакологических (собственно психотропных, нейрометаболических и противосудорожных) средств у пострадавших с признаками левшества, ввиду того, что именно у них достоверно чаще (22%) по сравнению с правшами (7%) отмечались нежелательные побочные эффекты препаратов.

**Электрофизиологические (ЭЭГ- и ВП-) методы** входят в комплекс обязательных для оценки состояния мозга больных с нарушением (угнетением) сознания и отсутствием речевого контакта с ними. Эти состояния могут быть обусловлены как церебральной, так и нецеребральной патологией: тяжелая черепно-мозговая травма, нарушения мозгового кровообращения, психиатрические заболевания и т.д.

К числу задач электрофизиологических исследований относятся объективная характеристика текущего статуса больного, оценка эффектов различных лечебных воздействий, прогнозирование направленно-

сти динамики патологические процесса и его исхода (Добронравова, Шарова, 2001).

Специальный раздел этого направления исследований представляет непрерывный (длительный) нейромониторинг состояния больных по какому-либо ограниченному, но информативному числу ЭЭГ- или ВП-показателей во время и в ранние сроки после оперативного вмешательства ( в частности, на мозге), в условиях медикаментозного угнетения сознания (Щекутьев, 2001; Огурцова, 2005).

К анализу ЭЭГ и ВП, а также выявлению их асимметрии применимы подходы, описанные в разделах 1 и 2.

Оказалось, что наличие и особенности ФМА имеют очень важное значение в самых тяжелых, критических состояниях человека.

Установлено, что выраженность в картине ЭЭГ межполушарных и зональных различий рисунка ЭЭГ и ее спектрально-когерентных характеристик относится к числу прогностически благоприятных признаков динамики фоновой ЭЭГ раннего послеоперационного периода у нейрохирургических больных, отражая функциональную сохранность коры больших полушарий (Добронравова, Шарова, 2001), при ЭЭГ-мониторировании исхода нейрохирургических операций (Фадеева, Гурчин, 1998), для ЭЭГ больных, находящихся по клиническим показаниям под действием охранительного наркоза, в частности, после тяжелой черепно-мозговой травмы (Шарова, Гриндель, 1989).

И напротив, сглаживание межполушарных различий показателей корковой биоэлектрической активности характерно для неблагоприятного течения тяжелой острой церебральной патологии.

В то время как данные визуальной и спектральной оценки ЭЭГ- и ВП-феноменов являются весьма продуктивными при поиске прогностических критериев развития патологических бессознательных состояний (Гнездицкий и др., 1996; Danze et al., 1989; Ogura, 1992; Rath, Klein, 1991 и др.), для изучения системного обеспечения разных форм нарушенного сознания более результативен анализ межцентральных отношений ЭЭГ (Гриндель и др., 1979; Гриндель, 1988; Доброхотова и др., 1985; Свидерская, 1987).

Посредством такого подхода было показано, что одним из нейрофизиологических механизмов угнетения сознания и развития коматозного состояния у больных с опухолями мозга является разрушение межцентральных связей церебральных электрических процессов со снижением характерных для нормы средних уровней когерентности ЭЭГ. При этом была выявлена электрографическая неоднородность коматозного

состояния и описаны специфические для отдельных стадий комы изменения показателей межполушарной асимметрии когерентности. Например, на стадии глубокой комы, при доминировании в ЭЭГ гиперсинхронного тета-ритма частотой 5 Гц, отражающего превалирование в коре диэнцефальных структур, на фоне выраженного диффузного снижения когерентности отмечается преобладание связей в тета-диапазоне справа. На стадии терминальной комы, при наличии в ЭЭГ всплеск ритмических билатеральных мономорфных медленных волн (1,5-2 Гц) стволового характера, отмечается резкое глобальное падение КОГ ЭЭГ - с относительно небольшим повышением по низким частотам в левом полушарии (Добронравова, 1996).

Исследование динамики меж- и внутрислошарного взаимодействия биопотенциалов в процессе психического восстановления (от комы до ясного сознания), проведенное по показателям средних уровней когерентности ЭЭГ у больных с тяжелой черепно-мозговой травмой, позволило выявить ряд общих закономерностей этого процесса.

Прежде всего, было установлено, что изменения межцентрального взаимодействия при этом носят не постепенный плавный, а дискретный фазный характер, проявляющийся в резком скачке общего падения или повышения когерентных связей при переходе от одного этапа восстановления к другому (Sharova et al., 1997).

Далее, выявлена скоррелированность изменений когерентности ЭЭГ и психической активности: каждому этапу восстановления соответствуют специфичные для него перестройки межцентральных отношений (Шарова, 1999). Показано, что расширение функциональных возможностей на каждом этапе психического восстановления может базироваться как на растормаживании и усилении старых межцентральных связей, так и на формировании новых, зачастую несвойственных предыдущим стадиям. Последний вариант особенно характерен для ранних этапов восстановления сознания (переход от комы к вегетативному состоянию и затем к акинетическому мутизму).

Причем, ранним бессознательным состояниям (кома, вегетативный статус, мутизм) присуща резкая асимметрия когерентности ЭЭГ и реактивности полушарий, направленность которой определяется стадией психического восстановления (Добронравова, 1996; Шарова, 2004). Эта динамичная асимметрия может иметь даже утрированный (усиленный, подчеркнутый) по сравнению с нормой характер. В условиях торможения коры выявленные особенности ФМА отражают, по-видимому, поэтапность доминирования отдельных регуляторных церебральных

структур (стволовых, диэнцефальных, лимбических) в критическом режиме деятельности мозга (Брагина, Доброхотова, 1988; Болдырева и др., 2000).

Следует подчеркнуть, что о ФМА у пациентов с нарушенным сознанием возможно судить только при учете показателей межполушарного взаимодействия, крайне ослабленного (вплоть до полного разобщения полушарий) при угнетенном сознании и остающегося значительно сниженным, в основном в лобных отделах, до переходных между нарушенным и ясным сознанием синдромах. (Grindel et al., 2002; Шарова, 2000).

Усиленные по сравнению с нормой межполушарные асимметрии характерны при бессознательных состояниях и для разных видов ВП. Некоторые их варианты зачастую прогностически неблагоприятны. Полное отсутствие ССВП или его одностороннее выпадение на пораженной стороне выявлено при нетравматическом апаллическом синдроме (Плеханова, 1997) и является прогностически неблагоприятным признаком острого периода тяжелой черепно-мозговой травмы (Щекутьев, 1988). Неблагоприятным с точки зрения обратимости посттравматического бессознательного состояния является устойчивая локализация максимума “пассивного” Р300 АВП в лобно-полюсной или височной области правого полушария (Шарова и др., 1997; Окнина, 2001), а также смещение в эти зоны максимума ЗВП (Трошина и др., 1999). Если асимметрия коротколатентных ВП связана с односторонним повреждением соответствующих проводящей системы на разных уровнях, то генез и значимость асимметрий длиннолатентных ВП требует дальнейшего выяснения.

Следует отметить наличие некоторых различий церебральной нейродинамики, связанных с латерализацией преимущественного травматического поражения мозга: при левополушарном повреждении перестройки когерентности ЭЭГ носят отчетливый дискретный характер (отражая, по-видимому, более энергозатратный механизм компенсации), тогда как при правополушарном - более плавный. Эти данные свидетельствуют об определенных различиях в механизмах восстановления больных с преимущественно право- или левосторонним поражением.

**Трактовка выявленной ФМА в случаях патологии**, особенно церебральной, (т.е. в какой степени асимметрия определяется наличием патологического очага, а в какой – активностью относительно сохранных отделов мозга) не всегда очевидна. Правильное ее понимание мо-

жет быть основано лишь на детальных междисциплинарных клинических, а также клинико-электрофизиологических сопоставлениях с применением как аналитических, так и современных статистических подходов.

При интерпретации результатов следует учитывать факт асимметричности (структурной и функциональной) не только коры, но и подкорковых образований мозга. Исследования деятельности парных некорковых структур в настоящее время лишь “набирают обороты”, зачастую в экспериментах на животных. Они касаются асимметрии гипоталамуса (Glick et al., 1980; Ноздрачев, Чернышова, 1989; Павлова, 2001), миндалины (Ванециан, 1990; Чилингарян, Богданов, 1998), гиппокампа (Квирквелия, 1987; Болдырева и др., 1995, 2000). Клинические данные об асимметрии подкорковых структур обсуждаются лишь в отдельных работах (Буклина, 1999).

Следует иметь в виду также неоднозначность функциональных связей срединных образований разного уровня с правым и левым полушариями большого мозга, выявленную в клинических (Каменская, Брагина, Доброхотова, 1976) и электрофизиологических (Болдырева и др., 2000) исследованиях: правое полушарие, по-видимому, более тесно связано с диэнцефальным отделом, а левое – со специфическими и активизирующими системами ствола мозга и лимбическими (гиппокамп) образованиями.

Представления о неидентичности функциональных связей правого и левого полушарий с регуляторными образованиями мозга позволяют с несколько новых позиций подойти к изучению нейрофизиологических механизмов церебральной компенсации в динамике восстановления больных с угнетенным сознанием. В условиях функциональной заторможенности коры в формировании межполушарной асимметрии может усиливаться роль различных регуляторных систем ЦНС. При этом количественная оценка асимметрии когерентности ЭЭГ позволяет проследить этапы активации диэнцефально-лимбических или стволовых образований на разных стадиях течения острой церебральной патологии.

Данная работа являет собой один из немногих опытов поиска “общего языка” между исследователями ФМА разных специальностей (нейрофизиологами, психологами, психиатрами). Этот опыт показывает, что для характеристики ФМА необходим интегральный подход, включающий клинические, психологические и электрофизиологические методики, соотношение которых определяется функциональными



возможностями обследуемого. Наибольшие ограничения имеют состояния нарушенного сознания, а также ранний детский и старческий возраст, при которых усиливается значимость электрофизиологических методов.