
Глава 17

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ МОЗГА И ЭМОЦИИ

Русалова М.Н., Русалов В.М.

Межполушарное распределение эмоциональной регуляции широко исследуется как в норме, так и в патологии. Однако, несмотря на огромный поток работ, посвященных межполушарной организации эмоций, до настоящего времени не существует однозначных выводов об их межполушарной специализации. В исследовании на здоровых людях, из наблюдений за пациентами с различной локализацией поражений головного мозга, а также на основании фактов, полученных в процессе терапии, сложились довольно противоречивые представления о межполушарном распределении положительных и отрицательных эмоций, при этом предлагаются противоречивые гипотезы о межполушарной специализации для эмоций разного знака (Cacioppo et al., 1979; Heller, Levy, 1981; Курницкая, 1985; Симонов, 1994; Muller et al., 1999 и др.); об отсутствии эмоциональной специфичности полушарий (Gazzaniga, Le Doux, 1978); о преимущественной эмоциональности правого полушария (Ahern, Swartz, 1979; Reuter-Loren, Davidson, 1981; Жирмунская и др., 1982; Tucker, Dawson, 1984; Stenberg, 1992); о вовлечении левого полушария при негативных эмоциях (Kolb, Milner, 1981), а также о том, что в процессах восприятия эмоционально-значимой информации участвуют оба полушария (Костандов, Арзуманов, 1980; Костандов, 1983; Русалова, 1988).

Однако имеющиеся в литературе разногласия по вопросу о локализации механизмов эмоциональных реакций касаются не только левого или правого полушарий мозга как целостных структурных единиц, но и отдельных зон каждого из полушарий.

Асимметрия эмоциональных реакций

Ряд исследователей акцентируют внимание на причастности передних

отделов мозга в генерации эмоций, при этом обнаруживают фронтальные асимметрии для эмоций различного знака.

R.L. Davidson et al. (1999) показали, что при демонстрации фильмов при положительных эмоциях в большей степени активируются левые, а при негативных – правые лобные области коры. A.J. Tomarken, A.D. Keener (1998) считают, что в генерации положительных эмоций участвует преимущественно левая фронтальная область, а отрицательных – правая. В исследовании на больных с реактивной депрессией выявлен фокус устойчивой бета-активности в правой лобной области, что, по мнению авторов, указывает на гиперактивацию зоны, участвующей в регуляции отрицательных эмоций (Стрелец и др., 1997). Показано, что у 10-месячных детей при восприятии лица с выражением радости отмечен фокус активации в левом полушарии. Вкус сладкого сиропа вызывал у младенцев выражение удовольствия и сопровождался активацией ЭЭГ в левой фронтальной области, а раствор лимонной кислоты – выражение неудовольствия и активацию правой фронтальной области (Davidson, Fox, 1982). Предполагается, что знак эмоционального напряжения в исследуемый момент определяется соотношением активности правой и левой фронтальной коры: при преобладающей активности левой фронтальной коры будет доминировать положительный эмоциональный фон, при преобладании правой – негативный (Русалова, 1988; Heller, 1993; Heller, Nitscke, 1997).

Ряд других исследователей не подтверждают связь между характером фронтальных асимметрий и знаком эмоций (Cole, Ray, 1985; Stenberg, 1992). Показано увеличение тета-активности независимо от знака эмоционального возбуждения в правой лобной области, а также обнаружено увеличение правополушарной активации как при отрицательных, так и положительных эмоциях (Schellberg et al., 1990). У детей на фоне положительно окрашенной деятельности тета-активность была сильнее выражена в правой лобной области (Денисова, 1978). По данным Е.А. Жирмунской с соавт. (1982), эмоционально окрашенная деятельность вызывает более генерализованные сдвиги ЭЭГ в правом полушарии, чем в левом. Показано, что для положительных эмоций характерен активационный сдвиг в сторону правого полушария, а для отрицательных – в сторону височных областей левого (Muller et al., 1999)

Наряду с этим делаются попытки создать *обобщающие концепции*, в которых выделяются общие опосредующие факторы, от которых зависит фронтальная эмоциональная асимметрия. Ряд авторов связывают харак-

тер *фронтальной эмоциональной асимметрии мозга с мотивационными системами* (Gray, 1994). В этом случае преобладающая активация *системы приближения* продуцирует положительные эмоции (радость, удовольствие, счастье) и сопровождается активацией левой лобной области, в то время как активация системы *отстранения* от аверсивного источника сопровождается негативными эмоциями (отвращение, страх) (Harmonn, Ray, 1977; Gazzaniga, Le Doux, 1978; Hager, Ekman; 1981; Davidson, Fox, 1982; Dawson, 1984; Davidson, Tomasken, 1989; Reeves et al., 1989; Smith et al., 1989; Tucker, Tomaken, Keener, 1998). В работах (Hagerman et al., 1998; Harmon-Jones, Allen, 1998; Wiedemann et al., 1999) также придается особенно большое значение связи фронтальных асимметрий с мотивациями *приближения и избегания*. Однако такой подход не всегда бывает оправдан. Показано, что отрицательная эмоция гнева, имеющая мотивацию приближения, сопровождалась усилением активации левой лобной области (Blai et al., 1997; Hamon-Jones, Allen, 1998; Русалова, Костюнина, 1999).

В то же время исследователи обращают внимание и на *другие области, коры больших полушарий*, помимо лобных, в организации эмоциональных явлений. Ряд авторов считают, что в регуляцию эмоций важный вклад вносят задние корковые зоны (Афтанас, 1998; Стрелец и др., 1997 и др.) Э.А. Костандовым и Ю.Л. Арзумановым (1980) было показано, что негативные эмоции вовлекают преимущественно затылочные отделы левого полушария. По данным И.В. Курницкой (1985), в организации позитивных эмоций важная роль принадлежит левой задне-ассоциативной зоне коры, а к интеграции эмоций отрицательного знака в большей мере причастна правая лобная область. Преимущественная активация правой теменно-височной области по данным позднего компонента ВП при негативных эмоциях обнаружена в работах (Cacioppo et al., 1996; Kayser et al., 2000). Отрицательно окрашенные аффекты ярости и страха после унилатеральных электросудорожных припадков возникают только при височных позициях электродов и отсутствуют при лобных (Деглин, 1984). У пациентов с психотической депрессией наблюдается повышенная активация правой задне-ассоциативной зоны коры (Курницкая, 1985). Исследования лиц с высоким уровнем тревожности выявило доминирование когерентности и спектральной мощности некоторых высокочастотных составляющих в парието-темпоральной области обоих полушарий (Свидерская, 2001).

Ряд исследователей делают попытку расчленить генерацию эмоцио-

нального возбуждения на несколько стадий, каждая из которых реализуется при участии разных областей коры. По их мнению, в процессе эмоционального реагирования выделяется несколько этапов: восприятие и оценка эмоциональных посылок реализуется в основном задними правополушарными отделами коры (правой височно-теменной областью), тогда как сам процесс переживания эмоций происходит при участии передних отделов коры, причем этот процесс отражается в их асимметричной активации и зависит от знака эмоции (Morgan, 1993). Имеются данные о том, что поражение задних отделов правого полушария преимущественно нарушает оценку знака эмоции, а при патологии передних отделов левого полушария ухудшается дискриминация модальности эмоции (Ольшанский, 1979; Брагина, Доброхотова, 1981; Kinsbourne, 1989; Глозман с соавт., 2000). Показано также, что при поражении задних отделов мозга нарушается восприятие валентности эмоций при общей утрате способности к эмоциональному переживанию (Брагина, Доброхотова, 1981; Kinsbourne, 1989). Восприятие и оценка информационных посылок связана с правой теменно-височной областью, а субъективный процесс переживания эмоций асимметрично реализуется при участии фронтальных областей коры больших полушарий (Davidson et al., 1999). По данным Л.И. Афтанаса (1998), правая окципитально-париетальная область коры принимает участие в идентификации эмоциональных сигналов независимо от их валентности. Предполагается, что первоначальное эмоциональное возбуждение определенной валентности может возникать в миндалине, которая имеет анатомические связи с одной стороны с гипоталамусом, а с другой - с гиппокампом и первичными сенсорными отделами коры. Известно также, что некоторые виды эмоций (например, страх) могут иметь место и в отсутствие коры больших полушарий. Реакция страха, организованная таламусом и амигдалой может возникать у крыс с удаленными зрительными и слуховыми отделами коры. (LeDoux et al., 1977; LeDoux, 1995). В то же время эти представления противоречат потребностно-информационной теории П.В. Симонова, согласно которой информационная оценка, вероятностный прогноз продуцирующие эмоциональное возбуждение, осуществляются передними отделами коры, при этом правая фронтальная кора преимущественно связана с прагматической информацией, приобретенной ранее и хранящейся в памяти, необходимой для удовлетворения потребности, а левая – с имеющейся в данный момент – только что поступившей (Симонов, 1981, 1984).

Интенсивность эмоционального напряжения, независимо от его зна-

ка, связывается с активностью теменно-височных отделов правого полушария, которые, имеют более тесные, чем симметричные отделы левого полушария (в большей степени активируемые десинхронизирующими влияниями со стороны ретикулярной формацией ствола мозга) связи со структурами промежуточного мозга, при этом эта связь не зависит от знака эмоции. Выход эмоционального напряжения на вегетативные функции, по мнению авторов, зависит от активности именно этой области. Соотношение активации фронтальных и задних отделов коры может лежать в основе валентности (знака) переживаемой эмоции (Heller et al., 1993). По мнению А.Р. Лурия, медиобазальные структуры височной коры регулируют аффективную сферу и относятся к энергетическому блоку головного мозга (Лурия, 1973).

С активностью задних отделов мозга ряд исследователей связывают и индивидуальные особенности субъекта. (Levi et al., 1983; Green et al., 1992; Heler, Nitschke, 1987; Papousek, Schulter, 1998).

Несмотря на огромный поток исследований по межполушарной асимметрии эмоций лишь в немногих работах изучаются сопутствующие факторы, которые решающим образом могут влиять на асимметрию биоэлектрических коррелятов исследуемых эмоциональных явлений (следовательно, и на заключение о межполушарной организации эмоций).

D. Nagemann с соавторами (1998) детально исследовали факторы, которые могут оказывать влияние на конечную оценку латерализации эмоций, куда входят: *продолжительность* регистрации биопотенциалов. Показано также, что в зависимости от способа подачи эмоционально значимой информации ЭЭГ корреляты эмоций будут различаться: информация, получаемая из внешней среды, сопровождается асимметричной активацией фронтальных отделов мозга, а извлечение из памяти эмоционально окрашенных образов вызывает активационные сдвиги в центральных или теменно-височных областях (Tucker, Dawson, 1984; Костюнина, 1996). W. Heller обнаружила преобладание активации *левой* передней коры на фоне *высокого эмоционального напряжения* отрицательного знака. Таким образом, обращается внимание не только на знак эмоций, но и на *активационный компонент* эмоционального возбуждения, т.е. *размерность, интенсивность* переживаемой эмоции, что дает в определенной степени возможность объяснить противоречия между результатами исследователей, обнаружившими при депрессиях как снижение активации лобных отделов левого полушария (Martinot et al., 1990; Стрелец с соавт., 1997), так и снижение активации задних отделов правого полушария (Banich et

al., 1992; Henriques, Davidson, 1997), поскольку имеются данные об относительной независимости фронтальных и затылочных асимметрий (Rarousek, Schuller, 1998). В обстоятельном исследовании Л.И. Афтанаса (1998), показано, что ЭЭГ-корреляты экспериментально вызванных эмоций зависят от многих факторов, в том числе и от *степени вовлечения механизмов внимания* в процессы генерации положительных и отрицательных эмоций.

При полном доверии к полученным разными авторами фактам возникает вопрос об истоках противоречивых трактовок о межполушарном распределении знака эмоций.

Уже сам факт противоречивости данных о межполушарной организации положительных и отрицательных эмоций, наряду с прямыми результатами, полученными на расщепленном мозге, свидетельствует, на наш взгляд, о том, что *эмоции, независимо от их знака, могут генерироваться в обоих полушариях мозга*, а разнородность данных может быть обусловлена различиями методических приемов, разной интенсивностью исследуемых эмоций, индивидуальными особенностями исследуемых лиц, а также тем, что разные авторы изучали эмоции не только *разного знака, но и разного класса*. В то же время для эмоционального возбуждения (как и для других активационных процессов мозга) можно выделить, по меньшей мере, две формы эмоциональной активации: *тоническую*, определяющую позитивный или негативный эмоциональный фон индивида, настроение, состояние в исследуемый отрезок времени, и *фазическую* – эмоциональные реакции, процесс, который инициируется поступающей эмоционально значимой информацией. В психологии различают три основных класса эмоциональных явлений: эмоциональные реакции, эмоциональные состояния (фон) и эмоционально-личностные качества.

Анализируя данные литературы, мы пришли к заключению, что относительно постоянная «специализация» левого и правого полушарий в отношении их знака относится не к эмоциям вообще, а к *тоническим* эмоциям, создающим *настроения, состояния*, эмоциональный фон, на который поступает эмоционально значимая информация. При этом полученные результаты довольно сходны: левое полушарие формирует положительные эмоции и позитивное отношение к тестируемым объектам или событиям, правое – отрицательные эмоции и соответственно негативную оценку для тех же самых объектов, таким образом, как остроумно замечают Спрингер и Дейч – два полушария – две души.

Что касается ситуативных эмоций (*эмоциональных реакций* – *фазиче-*

ских эмоций), вызванных эмоционально значимой информацией, то они, независимо от их знака, могут, по-видимому, формироваться как в левом, так и правом полушариях мозга, поэтому разные авторы, в зависимости от условий и методик эксперимента, получают разнородные факты.

К сходным выводам приходит В.Л. Деглин (1984), исследовавший эмоциональные последствия унилатеральных электросудорожных припадков. По его данным, изменения эмоционального поведения после припадков сводится к двум типам: аффективным возбуждениям и сдвигам настроения, при этом ни по частоте возникновения, ни по силе или длительности аффектов существенных различий между правосторонними или левосторонними припадками не наблюдалось. Таким образом, отрицательно заряженные *аффекты* в равной степени могут быть организованы как левым, так и правым полушариями мозга. В то же время *настроения* отчетливо асимметричны: выключение правого полушария сопровождалось гаммой положительных эмоциональных состояний, выключение левого отрицательных, при этом у больных нарастало чувство душевного дискомфорта. Исследование пациентов с расщепленным мозгом также показало, что каждое из полушарий способно давать как негативную, так и позитивную оценку предъявляемым стимулам (Спрингер, Дейч, 1983). По данным Ж.М. Глозман с соавт. (2000), положительную оценку предъявляемым невербализуемым фигурам пациенты давали независимо от стороны поражения.

На основании собственных и литературных данных мы пришли к выводу, что при изучении вопроса о локализации эмоций следует учитывать один из важнейших аспектов работы мозга как целого, а именно *динамический характер организации его активационных механизмов*. В то же время степень или величина активационного влияния, т. е. функциональное состояние мозга, могут быть различными в исследуемый момент, что может в значительной мере объяснить отсутствие совпадения у разных авторов характера корреляций между психическими явлениями и сопровождающими их биоэлектрическими показателями.

Исходя из представления о том, что эмоциональное переживание, как любая форма деятельности, может быть реализована на фоне *различного общего уровня активации мозга в зависимости от степени новизны и сложности эмоционально значимого стимула* (Русалова, 1987, 1988, 1990; Русалова, Костюнина, 1999), мы проводили комплексное исследование, в ходе которого изучали изменение уровня активации при выработке стереотипа разных видов деятельности, в том числе эмоционально-образ-

ной, традиционно относящейся к правому полушарию и речевой, регуляцию которой относят к компетенции левого полушария.

Использовали эмоциогенные стимулы разной модальности: индуцируемые из внешней среды: ожидание болевого стимула (электрокожного раздражения) и извлекаемые из памяти (мысленное представление эмоционально окрашенных образов – (recall generated emotions), имеющих как положительную, так и отрицательную эмоциональную окраску (радость, страх, гнев, печаль). Данная методика подробно описана ранее (Русалова, 1979) и широко используется для изучения эмоций как отечественными, так и зарубежными исследователями (Hager, Ekman, 1981; Taker, Dawson, 1984; Prise et al., 1985; Smith et al., 1989; Сидорова, 2001).

В качестве контроля применяли эмоционально нейтральные пробы: поочередное сжимание кистей правой и левой руки, повторение одного и того же речевого отрывка, решение анаграмм, счет в уме, вспышки света.

Для тестирования функционального состояния, создаваемого эмоциональным напряжением, использовали два общепринятых показателя уровня активации: латентный период компонента Р 300 зрительных ВП и ЭЭГ (доминирующую частоту альфа-ритма). По данным В.С. Русинова (1960) и Е.Н. Соколова (1958, 1960), важнейшим признаком возбуждения мозга является сдвиг ЭЭГ в сторону более высоких частот.

В работе были намеренно использованы дистантно удаленные области (лобные и затылочные отделы левого и правого полушарий мозга), поскольку они отличаются и в отношении источников дистантных влияний на кору головного мозга. В частности, показано, что раздражение нижних отделов ствола у человека вызывает двустороннюю синхронизацию биопотенциалов преимущественно в затылочно-височных и затылочно-теменных областях, тогда как раздражение верхних отделов ствола вызывает двустороннюю синхронизацию биопотенциалов в центральных и лобных отделах коры (Мадорский, 1985). Кроме того, имеются данные, позволяющие рассматривать фронтальные и задние корковые асимметрии как независимые (Henriques, Davidson, 1997).

В настоящей работе мы пользуемся понятием «*фокус максимальной активности*» или «*фокус локальной активации*» (Костандов, 1983; Павлова, Романенко, 1988), которое означает ту из исследуемых областей, где отмечается наиболее высокая частота альфа-ритма или наименее короткий латентный период позднего компонента ВП.

При исследовании зрительных вызванных ответов, (как и в других пробах) испытуемых должны были неоднократно (до 8-10 раз) мысленно

воспроизводить эмоционально значимые события. В процессе повторного мысленного воспроизведения эмоционально окрашенных образов по продолжительности ЛП было выявлено три основных типа испытуемых: 1) у которых ЛП был устойчиво короче в передних отделах мозга; 2) у которых ЛП был устойчиво короче в затылочных отделах; 3) у которых фокус активации перемещался в процессе повторных проб от лобных отделов к затылочным и из левого полушария в правое (испытуемых этого типа было подавляющее большинство).

Таким образом, уже *индивидуальные особенности траектории движения фокуса повышенной активности по коре мозга* могут явиться источником противоречивых данных для вывода о преимущественной «локализации» эмоциональных реакций в различных зонах коры.

Подсчет наиболее коротких ЛП в эмоциональных пробах показал, что из 308 проб (включая запись в фоне), проведенных суммарно для всех испытуемых, в левой лобной области наиболее короткий ЛП наблюдался в 46 случаях, в правой лобной - в 67, в левой затылочной области - в 35, в правой затылочной - в 97 случаях. В остальных случаях наиболее короткие ЛП встречались одновременно в разных зонах в двух или трех отведениях в разных комбинациях.

Таким образом, хотя по числу случаев локализации наименьшего ЛП, т.е. активационного фокуса, обнаружилось отчетливое преобладание правой затылочной области, тем не менее однозначно ответить на вопрос, активируют ли эмоции левое полушарие или правое, передние отделы мозга или задние было бы неправомерно, поскольку область с наиболее коротким ЛП можно было выявить как в передних отделах мозга, так и в задних, как в левом полушарии, так и в правом, что свидетельствует о *динамике локализации активационного фокуса*, а также о том, что преимущественная локализация фокуса в правой затылочной области не может свидетельствовать об «ответственности» этой области за эмоциональное возбуждение, поскольку в процессе повторного воспроизведения как эмоциональных, так и эмоционально нейтральных проб наиболее высокая активация регистрируется в разных отделах коры: как в переднем, так и в заднем квадрантах.

Картина прояснилась только после того, когда данные, по всем отведениям, полученные во всех пробах, были нанесены на схему расположения электродов, составленную для каждого испытуемого отдельно. Оказалось, что у большинства испытуемых ($84 \pm 8\%$; $p < 0,001$) фокус активации в первой пробе выявлялся в лобном отделе левого полушария. Во второй пробе

фокус активации сохранялся в левом полушарии только у 17 испытуемых и перемещался в лобные отделы правого, либо в затылочный отдел левого полушария. Начиная с четвертой или шестой пробы фокус активации смещался в затылочные отделы правого полушария. Следовательно, вызванные мысленным представлением положительные или отрицательные эмоции могут активировать по мере их повторного воспроизведения как передние отделы мозга, так и задние, как левое полушарие, так и правое, если судить по ЛП. Таким образом, в данных исследованиях локализация активационного фокуса зависела не от знака эмоций (положительная или отрицательная), а от *новизны* эмоционально окрашенного задания, формирования стереотипа деятельности, сопровождаемой эмоцией. При смене стереотипа фокус активации снова перемещался у 23 испытуемых ($82 \pm 7\%$; $p < 0,001$) в передние отделы мозга. Сходные результаты были получены и в экспериментах на животных (Симонов с соавт., 1995; Преображенская, 1997).

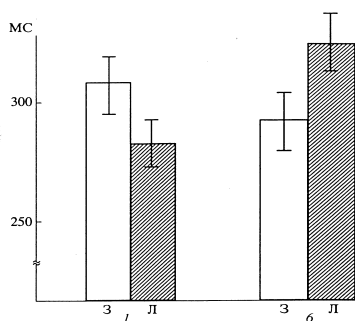


Рис. 17.1. Соотношение ЛП в первой и последней пробах. 1 – левое полушарие, первая проба, 6 – правое полушарие, шестая проба, Л – лобное отведение, З – затылочное отведение.

На рис. 17.1 представлены усредненные для 28 испытуемых значения ЛП в первой и шестой пробах. В первой пробе ЛП короче в лобном отведении левого полушария, а в шестой – в затылочном правого полушария. Таким образом, различная степень напряжения неспецифической активации – максимальная при *новизне* и пониженная в процессе повторения, *привыкания*, явилась решающим фактором локализации зоны повышен-

ной активности в коре головного мозга в эмоциональных пробах. Эти данные согласуются результатами, полученными Л.И. Афтанасом (1998), показавшего важную роль *внимания* в характере межполушарной эмоциональной асимметрии.

В то же время местоположение «фокуса» зависело и от степени *эмоционального напряжения*, т.е. интенсивности лимбической активации: в тех пробах (независимо от порядка), в которых частота сердечного ритма была наиболее высокой, фокус повышенной активности перемещался в передний отдел левого полушария, т.е. в область наиболее высокого активационного напряжения. Эти данные совпадают с наблюдениями Heller, Nitschke (1997), в которых была обнаружена левополушарная активация при сильной негативной эмоции.

ЭЭГ записывали от 12 симметричных точек левого или правого полушарий мозга человека, однако для конечного анализа использовали левые и правые лобные и затылочные отведения. При анализе ЭЭГ для каждого испытуемого в отдельности в каждой пробе и каждом отведении определяли пиковую частоту наиболее выраженного альфа-ритма. Поскольку имела место значительная индивидуальная вариабельность частоты у разных испытуемых и у одного и того же лица в течение опыта, для сопоставления данных, полученных на разных испытуемых, проводили двойное ранжирование альфа-ритма по частоте отдельно для каждого лица по всем пробам сопоставления. Наименьший ранг равнялся 1, он соответствовал самой низкой частоте альфа-ритма. Чем выше был ранг, тем выше была частота максимального пика альфа-ритма у данного испытуемого. Затем полученные значения рангов наносили на схему, согласно отводящим электродам, и проводили статистическую обработку.

На рис. 17.2 приведена динамика ранжированной частоты альфа-ритма в процессе повторных эмоциональных проб. В фоне 1 (перед началом эксперимента) наблюдалась генерализованная активация во всех четырех отведениях: пиковая частота (ранг 10) одинакова в лобных и затылочных отделах правого и левого полушарий мозга, что свидетельствует об общем возбуждении перед началом проб.

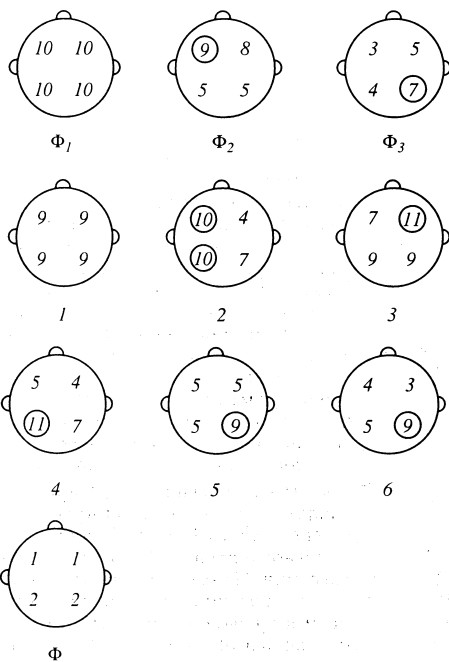


Рис. 17.2. Динамика фокуса локальной активации коры в течение опыта. 1–6 – последовательные эмоциональные пробы. Φ – фон, цифры – ранжированная частота альфа – ритма, кружки – фокус активации в данной пробе.

В фоне 3 фокус активации (ранг 7) перемещался в затылочное отведение правого полушария. В первой эмоциональной пробе также наблюдалась одновременная активация всех исследуемых зон коры, далее отмечалась та же закономерность, что и в опытах с использованием ЛП: перемещение фокуса активации из левого полушария в правое и из лобных отделов в затылочные. Так, во второй эмоциональной пробе высокая активация наблюдалась в передних и задних отделах левого полушария, затем в лобном отделе правого полушария, в затылочном отделе левого полушария и, наконец, в затылочном отделе правого полушария (пробы 5 и 6). В

фоне, зарегистрированном после окончания опыта, наблюдалась самая низкая активация: если в фоне до начала проб наивысшие ранги были 10, 9 и 7, то после окончания опыта (фон 3) – 2.

У некоторых испытуемых после экспериментов отмечалась симметрия фокусов активации (рис. 17.2), существенно отличавшаяся, однако, от той, которая наблюдается в начале опыта: если в фоне и в первых пробах имела место симметрия при высокой активации (по частоте альфа-ритма – ранги 9-10, то после окончания опыта симметрия реализовалась на низком активационном уровне (ранги 1-4). Следовательно, феномен симметрии активности левого и правого полушарий может иметь прямо противоположное значение, отражая как повышенную, так и пониженную активацию мозга. Сходная динамика перемещения фокуса активации имела место и при повторных пробах с ожиданием электрокожного раздражения.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать следующие выводы: продуцируемые эмоциогенными ситуациями эмоциональные реакции активируют различные полушария и различные зоны мозга в соответствии с уровнем неспецифической активации, вызываемой данной психической деятельностью, (в зависимости от того, является ли она новой или стереотипной), а также от степени эмоционального напряжения.

Для сопоставления исследовали динамику фокуса активации в процессе выполнения заданий, не содержащих выраженной эмоциональной окраски. В разных пробах испытуемые должны были вслух повторять отрывки из знакомого им стихотворения, сжимать кисти правой или левой рук, а также перемножать в уме двузначные числа. С каждым исследуемым было проведено 10—20 проб. ЭЭГ регистрировали по той же схеме, что и в серии с эмоциональными пробами.

Уже визуальное наблюдение на ЭЭГ выявило определенную динамику изменений амплитуды альфа-ритма при повторных пробах: если при первых двух попытках наблюдалась частичная блокада альфа-ритма, то по мере повторения проб характер ЭЭГ менялся: блокада замещалась вспышками веретенообразного хорошо модулированного альфа-ритма, которые затем становились более длительными и слабо модулированными – свидетельство снижения уровня активации мозга (Соколов, 1960; Русалова, 1979; Волынкина, Суворов, 1981 и др.).

Анализ динамики доминирующей частоты альфа-ритма в спектре мощности в исследуемых отведениях показал, что речевая деятельность, если она даже исходно знакома, требует существенно большего времени

для снижения общей активированности мозга. Так, если при мысленном воспроизведении эмоций перемещение фокуса активации в задние отделы может наблюдаться уже в третьей пробе, то для речевой деятельности перемещение активационного фокуса в затылочный отдел правого полушария происходит в среднем к 9-й пробе, что позволяло подробнее проследить динамику миграции фокуса активации.

Динамика фокуса активации на сжатие кистей правой и левой руки была похожей: независимо от того, какой рукой выполнялось задание, фокус активации вначале возникал в левом полушарии (иногда только в одной пробе) и затем перемещался в правое. Подобные результаты были получены Л.А. Жаворонковой (1989). Поскольку эмоциональные пробы проводятся с участием когнитивных компонентов и эмоциональные *реакции*—это всегда *ответ* на значимую информацию, то этим объясняется сходная динамика фокуса активации эмоциональных и нейтральных проб. Обращает на себя внимание также следующий факт: в ходе эксперимента наблюдалось неуклонное снижение частоты доминирующего альфа-ритма, что отчетливо выявлялось в динамике суммарных рангов. Так, на рис. 2 видно, что в фоне 1 сумма рангов для четырех отведений была равна 40, в 1-й пробе – 36, в 6-й – 21, а после окончания опытов – 6. Снижение суммарного ранга наблюдалось у $94 \pm 6\%$ испытуемых ($p < 0,001$). Однако, несмотря на отчетливое снижение частоты альфа-ритма в процессе повторных заданий, можно было выделить доминантный фокус активации, в котором частота альфа-ритма и соответствующий ей ранг сохранялись высокими по сравнению с другими отведениями. По мере повторения проб зона повышенной активности сужалась и постепенно перемещалась в затылочные отделы правого полушария.

Эти данные согласуются с положением, согласно которому в организации эмоций участвуют не только подкорковые ядра и архипалеокортекс, но и ряд областей коры больших полушарий лобная, височная, теменная (Blai et al., 1997), височно-теменно-затылочная (Levy, 1983) и в значительной степени могут разрешить противоречия об участии различных зон коры в организации эмоционального ответа, поскольку динамический характер зоны повышенной активности в коре в ответ на эмоциональные послышки нивелируется при статистической обработке (усреднении). Они также согласуются с наблюдениями Л.И. Афтанаса (1998) о важной роли *внимания* в межполушарной организации эмоций.

Таким образом, как по данным параметров ВП, так и ЭЭГ в процессе повторных проб, эмоционально окрашенных (позитивных или негатив-

ных), или не имевших эмоционального содержания, наблюдались сходные изменения динамики биоэлектрической активности. Зона повышенной активности, в которой регистрировался наиболее короткий латентный период ВП или наиболее высокая частота пика в спектре мощности в альфа полосе не оставалась стабильной, а по мере повторения воздействий перемещалась по определенному закону: из лобного отдела левого полушария в затылочные отделы правого. Эти данные подтверждают наблюдения о том, что характер функциональной асимметрии, определяемой по биоэлектрическим показателям, может зависеть от *продолжительности регистрации*: (Hager, Ekman, 1981, Hagemann et al., 1998): он выявляется при исследовании *динамики* локализации зоны повышенной активности и может нивелироваться при обработке, требующей значительного усреднения.

Возникает вопрос, какому функциональному изменению соответствует наблюдаемая траектория миграции фокуса активности? Сама логика эксперимента, т.е. выработка стереотипа, многократное воспроизведение одной и той же деятельности, способствующее угашению ориентировочного рефлекса, свидетельствует о снижении общего уровня активации мозга в процессе повторных проб. Об этом же говорит и сопутствующее снижение суммарного ранга частоты альфа-ритма для всех четырех отведений, т. е. общее замедление альфа-активности, а также данные анализа ЭЭГ. Показано, в частности, что по мере повторных проб снижается коэффициент отношения быстрых колебаний к медленным, а также локализация фокусов мощности медленных (дельта) и быстрых (бета и гамма-частот): если в первых пробах фокус быстрых колебаний отмечен в передних отделах мозга, а медленных – в задних, то по мере привыкания соотношения были обратными.

Таким образом, результаты работы подтвердили ранее полученные факты, что активность передних отделов левого полушария преобладает при реализации более новых и сложных заданий, а также при высоких параметрах эмоционального напряжения независимо от его знака. (Русалова, 1987). Исследование выявило также превалирование активности левого лобного отдела в начале выработки стереотипа и преобладание активности правого полушария при его автоматизации. Эти данные созвучны с представлениями о том, что в некоторых случаях каждое из полушарий не всегда обрабатывает информацию, характерным для него способом, а также, что активация полушарий в том или ином случае может не зависеть от истинных способностей полушария (Levy et al., 1983) В этом плане весьма

показательные данные получены при сравнении результатов тестирования двух испытуемых (рис. 17.3), которым предлагали умножение в уме двухзначных чисел, а также предупреждали, что через 20 секунд после сигнала они получат электрокожное раздражение. Испытуемый М.Р. легко справился с математическим тестом, и в процессе его выполнения фокус активации у него фиксировался в затылочном отделе правого полушария мозга. Однако М.Р. очень волновался, в ожидании болевого раздражения, и это сопровождалось перемещением фокуса в левую фронтальную область и учащением сердечного ритма. В то же время испытуемая Л.Н. не поверила, что будет «удар током» и не ощущала тревоги, что сопровождалось локализацией фокуса активации в правом затылочном отделе коры, и отсутствием значимых изменений частоты сердечных сокращений, но испытывала затруднение в выполнении математического задания, которое вызывало активацию передних отделов левого полушария (Русалова, 1988). Сходные данные были получены Н.Н. Даниловой (1992): как правило, большинство лиц решало арифметические задачи на фоне высокочастотного альфа-ритма, тогда как решение зрительных задач требовало более низкочастотного ритма, однако иногда наблюдалась и противоположная тенденция: решение арифметических задач, как и состояние покоя, наблюдалось на фоне низкочастотного ритма, а зрительных – на фоне высокочастотного.

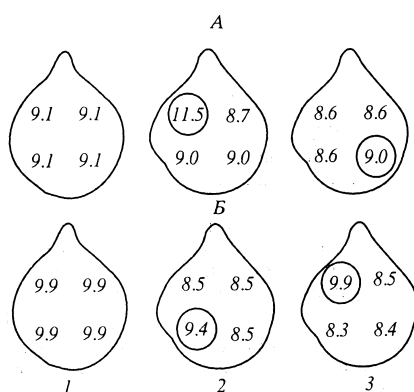


Рис. 17.3. Динамика фокуса активации при ожидании болевого стимула и счете в уме у двух испытуемых (А и Б). Цифры – частота альфа-ритма, кружком обведены фокусы активации. 1 – фон, 2 – ожидание боли, 3 – счет в уме.

На основании собственных, а также полученных другими авторами фактов мы предлагаем схему оценки общего уровня активации мозга в зависимости от локализации фокуса активации в наиболее дистантно удаленных правой и левой лобной и затылочной областях мозга (промежуточные положения фокуса будут соответствовать промежуточным значениям активации) (рис. 17.4).

На этой схеме оба полушария разделены на 4 квадранта в соответствии с общим уровнем активации мозга, причем каждому квадранту присвоен активационный ранг, соответствующий величине энергетической составляющей активации. Наиболее высокий ранг (4) присвоен левому лобному отделу, наименьший – правому затылочному (1).

Согласно этой схеме, наиболее высокий общий уровень активации мозга соответствует преобладанию активности левой лобной области, наименьший – при превалировании активности правой затылочной области коры.

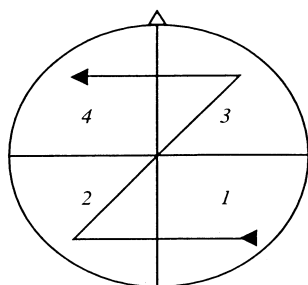


Рис. 17.4. Схема перемещения активационного фокуса по коре больших полушарий, соответствующего повышению общего уровня активации мозга.

1—4 – активационные ранги для каждого из четырех отделов мозга, стрелка указывает на направление увеличения общего активационного уровня.

В соответствии с этим преобладание активности левого полушария в норме у правшей свидетельствует о более высоком общем активационном уровне, чем правого: в этом случае суммарный ранг для левого полушария

будет выше (6), чем для правого (4).

Правомочность такой гипотезы подтверждается собственными и имеющимися в литературе данными (Брагина, Доброхотова, 1981; Деглин, 1984; Мадорский, 1985; Русалова, 1988, 1990). Особенно важны в этом плане результаты, показавшие, что после дачи седативных средств очаг с наиболее высоким уровнем пространственной синхронизации перемещается в затылочные отделы (Асланов с соавт., 1973), и наоборот, прием фенамина приводит к локализации фокуса активации в левых лобных отделах. При успешном решении на эмоциональном фоне простых задач наблюдается повышение активности правой теменно-височной области, при успешном решении сложной задачи, требующей более высокого напряжения, – преобладает активность симметричной области левого полушария (Кайгородова, Поклюхина, 1983). Операторы, быстро и правильно выполняющие задание, имеют фокус активации в лобных отделах мозга, а плохо и медленно – в правой затылочной области коры. Лица с левой лобной локализацией фокуса выявляют более высокий общий уровень активации (Павлова, Романенко, 1988). Более высокому общему уровню функционального состояния, определяемому по числу высоких корреляций, соответствует передне-левое доминирование полушарий, а более низкому – правое (Данилова, 1992). Показано также, что дети, у которых в раннем младенческом возрасте преобладала активность левого полушария, становились более активными в игровых ситуациях и более социальными, чем дети с преобладающей активностью правого полушария (Schmidt, Fox, 1996). Имеются данные о том, что мощность ЭЭГ в левом полушарии у большинства лиц ниже, чем в правом, что свидетельствует о его более высокой активации. Энергетический уровень левого полушария левого полушария должен быть выше уже потому, что оно имеет более тесные связи с десинхронизирующими стволово-ретикулярными системами, чем правое, которое в большей мере активируется лимбической системой (Брагина, Доброхотова, 1981). С другой стороны, при эмоциональном возбуждении обнаружены реципрокные отношения между активностью лимбической системы и фронтальными отделами коры (Drevets et al., 1992; Morgan et al., 1993; Abercrombie et al., 1996; Davidson, Irvin, 1999), что также свидетельствует в пользу меньшей неспецифической активированности правого полушария. Таким образом, локализация фокуса в левых лобных отделах сопровождается более высокими возможностями для интегративной деятельности мозга. Развиваемые нами представления могут отчасти объединить неоднородные факты, полученные разными исследо-

вателями. Так, в работах Э.А. Костандова (1980, 1983), в которых испытуемым предъявляли два вида слов: эмоционально нейтральные и эмоционально окрашенные, имеющие для испытуемых явно неприятный смысл, на фоне негативных эмоций статистически значимо преобладает активность затылочного отдела левого полушария, тогда как в ответ на нейтральное слово фокус локальной активации выявлялся в затылочных отделах правого полушария. В то же время результаты других исследований (Курницкая, 1985 и др.), полученных также с помощью ВП, свидетельствуют, что отрицательные эмоции активируют лобные отделы правого полушария, а положительные эмоции – задние ассоциативные отделы левого полушария. Противоречивые, на первый взгляд, выводы можно объяснить разными активационными уровнями эмоциональных реакций, формируемыми условиями эксперимента. В работах, в которых требуется опознание эмоционально значимого слова, проводится многократное накопление ВП с повторением этого слова, вследствие чего происходит относительная утрата новизны сообщения, и фокус активации «опускается» в затылочные отделы. Поскольку испытуемому предлагают два вида стимулов – эмоционально нейтральные и эмоционально окрашенные слова, левое полушарие активируется более сложным комплексом: когнитивным и эмоциональным (слово + эмоция), тогда как правое полушарие активируется только когнитивной посылкой – предъявлением слова. Обнаружено, что связь между эмоциональной реакцией испытуемого и функциональной межполушарной асимметрией зависит как от методики эксперимента, так и от его продолжительности. При показе эмоционально окрашенных слайдов наибольшее негативное эмоциональное напряжение испытуемые переживали при более высокой активности левой височной области. Поскольку авторы использовали демонстрацию фильмов в течении 8 минут, то в этом случае наступала относительное привыкание и наиболее энергоемкий участок мозга перемещался в височные зоны и затылочные зоны, а наиболее интенсивное эмоциональное напряжения соответствовало его локализации в левом полушарии мозга (Hagemann et al., 1988, 1999, 2001).

В исследовании И.В. Курницкой (1985) испытуемые были заняты более сложной деятельностью (телеигрой), и негативные эмоции, вызванные проигрышем, по свидетельству автора, оказывались сильнее положительных, связанных с выигрышем. Поэтому при проигрыше активировались лобные отделы правого полушария (ранг 3). При положительных эмоциях, связанных с выигрышем, который, по данным самоотчета, вы-

зывал более слабую эмоцию, активировались задне-ассоциативные отделы левого полушария, что, согласно предлагаемой нами схеме, свидетельствует о более низком активационном уровне по сравнению с ситуацией проигрыша (ранг 2). У больных психотической депрессией (Курницкая, 1985) как при проигрыше, так и при выигрыше активировались задние отделы правого полушария (ранг 1), что соответствует общему снижению активационного уровня этих больных, для которых характерны психомоторная заторможенность, понижение частоты альфа-ритма и других показателей бодрствования (Волынкина, Суворов, 1981; Асадова, 1987). При просмотре кинофильмов в ситуации быстро меняющихся сюжетов и активного прогноза событий активируются лобные отделы обоих полушарий (ранги 4 и 3).

Таким образом, полученные нами результаты позволяют прийти к выводу, что здоровый мозг работает *как целое* не только в смысле взаимодействия двух полушарий, но и в плане функционального распределения различных отделов в активационном аспекте, включая при *новых и сложных* заданиях, а также *при более высоком эмоциональном напряжении* преимущественно передние отделы или левое полушарие, а при более *простых и стереотипных* – задние отделы мозга или правое полушарие.

Приведенная на рисунке 17.4 схема дает наглядное представление о закономерной динамике активирования тех или иных областей по мере усложнения выполняемой человеком когнитивной деятельности, на базе которой возникает эмоция.

В то же время обращает на себя внимание тот факт, что при исследовании эмоциональных реакций эмоция возникает не сама по себе, не изолированно, а в составе *когнитивного процесса*. Поэтому динамика «фокуса активации» на эмоциональные послы соответствует динамике «фокуса» на нейтральные стимулы: из фронтального отдела левого полушария в затылочные отделы правого полушария.

Концепция динамики "фокуса активации" в коре головного мозга не противоречит представлению о локализации функций. Однако *любая функция осуществляется во взаимодействии* с множеством других. Как замечают С. Спрингер и Г. Дейч, каждый из исследуемых показателей реализуется при вовлечении многих областей мозга при выполнении даже самых простых заданий. При исследовании локального мозгового кровотока, в проекционных отделах коры – соматосенсорной, зрительной и слуховой – обнаружено два вида метаболической активации (усиления локального мозгового кровотока), а именно: специфический, соответствующий

щий модальности стимула, и неспецифический, связанный с вниманием к стимулу. Усиление активации, спровоцированное вниманием обнаружено также и в префронтальной коре (Roland et al., 1980; Roland, 1982). Можно допустить, что регистрируемые электрофизиологические сдвиги в ответ на эмоционально окрашенные стимулы в значительной степени обусловлены *участием неспецифической активации*, вызванной ориентировочным рефлексом, который, как было показано Е.Н. Соколовым (1958, 1960), усиливается при усилении интенсивности стимулов, а также на эмоционально-значимые сигналы и угасает при привыкании.

Возникает вопрос, какой физиологический смысл имеет миграция фокуса повышенной активации, по коре из *передних отделов левого полушария в затылочные отделы правого в зависимости от новизны, сложности и интенсивности эмоциогенных стимулов?*

В этом случае, как нам кажется, допустимо привлечь концепцию о двух системах внимания – переднюю и заднюю. *Передняя система внимания*, расположенная в медиальной фронтальной области, ответственна, в частности, за выбор правильных реакций, в то время как *задняя*, пространственно-зрительная система внимания реализует более *простые* задания, при этом она может работать как вместе с передней системой внимания, например в условиях высокой бдительности, так и независимо от нее (Posner, 1995).

Мы полагаем, что перемещение фокуса активации, определяемое в наших исследованиях, вызвано постепенным перемещением фокуса внимания с более *энергоемкого* (передние отделы мозга) на менее *энергоемкий* режим работы (задние отделы мозга). В то же время усиление эмоционального напряжения в какой-либо пробе по ходу эксперимента при повторных стереотипных заданиях, как и усложнение стимула, т.е. когнитивного процесса, соответствующее переходу на более высокий энергетический уровень вызывает смещение фокуса активации в передние отделы мозга. Таким образом, преимущественная локализация передних или задних отделов левого или правого полушарий как в эмоциональных, так и нейтральных пробах зависела как от субъективной *сложности* когнитивного процесса, так от *интенсивности* эмоционального напряжения.

Можно допустить, что в этом случае мы имеем дело с *«фокусами взаимодействия»*, по А.М. Иваницкому (1990), в которых, интегрируются ориентировочные, эмоциональные и когнитивные возбуждения. В то же время интеграция различных функций в единый поведенческий акт может быть реализована на фоне различной энергетической составляющей, т.е.

разного общего активационного уровня, о чем можно судить по перемещению зоны повышенной активности по коре головного мозга с более высокого (передние отделы мозга) на более низкий (затылочные отделы) активационный уровень при повторении (автоматизации) условий эксперимента. Пример, приводимый на рис. 17.2 наглядно иллюстрирует это положение.

Выводы, изложенные выше, в большей степени применимы к исследованиям, в ходе которых изучается *фазический* компонент эмоциональной активации: т.е. там, где имеется *эмоциогенный стимул*, вызывающий эмоциональную *реакцию*, т.е. исследуется влияние эмоционально окрашенных слов, слайдов, кинофильмов, а также ситуаций успеха – неуспеха, выигрыша–проигрыша на активационные показатели правого или левого полушарий мозга: параметры ВП, ЭЭГ, интенсивность кровотока, движения глаз и др. Следовательно, схема на рис. 17.4 в большей мере объединяет результаты исследований *фазических эмоций*, т. е. *эмоциональных реакций*, непосредственно вызванных в эксперименте когнитивными эмоциональными стимулами.

Межполушарная асимметрия эмоциональных состояний

Значительное число работ посвящено изучению относительно длительных и устойчивых *тонических эмоций*, формирующих *настроения*, т. е. *негативного* или *позитивного эмоционального фона*, который определяет оценку окружающей действительности. К таким исследованиям относятся, прежде всего, данные, полученные при органических поражениях либо временном выключении одного из полушарий мозга. Основные факты, полученные в клинике, несмотря на их неоднородность, сводятся к следующему: у больных с поражениями (или временным выключением) левого полушария доминирует негативный эмоциональный фон, у больных с поражением правого – отмечается подъем настроения вплоть до эйфории (Wada, 1949; Alema et al., 1961; Анзимиров и др., 1967; Вейн, Соловьева, 1973; Балонов, Деглин, 1976; Кауфман, 1979; Брагина, Доброхотова, 1981; Филипычева и др., 1982; Деглин, 1984). У больных с реактивной депрессией, т.е. с устойчивым негативным эмоциональным фоном обнаружен фокус повышенной активации по бета 2-ритму в правой лобной области (Стрелец и др., 1997). У высоко тревожной линии крыс выявляется специфический комплекс когерентных структур преимущественно в правом полушарии мозга (Свидерская и др., 2001). Таким образом, по дан-

ным большинства клинических исследований *положительное настроение формируется левым полушарием, а негативное – правым.*

К этой же группе относятся факты, полученные на здоровых и больных исследуемых при изучении позитивной или негативной эмоциональной оценки стимулов, предъявляемых испытуемым отдельно каждому полушарию. Так, показано, что при демонстрации одного и того же фильма отдельно в левое и правое полушария левое дает ему более положительную оценку, чем правое (Dimond et al.). Лица с преобладающей активностью левого полушария более оптимистичны в оценке прогноза эмоционально значимых событий, чем с правосторонней активацией (Drake, 1984). Опознание слайдов с радостными лицами происходит быстрее левым полушарием, а с печальными – правым (Krawford, 1996). Лица, у которых, по данным ЭЭГ (альфа-ритм в теменных отведениях), при прослушивании записанных на магнитофон эмоционально значимых сообщений преобладала активация левого полушария, давали положительную оценку этим сообщениям, а лица с преобладанием активации правого полушария – негативную (Cacioppo, 1996). При предъявлении фотографий с эмоционально нейтральными лицами левому полушарию изображение оценивалось как более приятное, чем при предъявлении их правому (Natale, Gur, 1981). К этой же группе фактов относятся и результаты экспертной оценки фотографий, склеенных из правой и левой половин лица. Показано, что фотографии, составленные из правых половин лица, воспринимаются как более приятные, а из левого – менее привлекательные. У большинства лиц намеренное воспроизведение улыбки легче осуществлялось правой половиной лица (левым полушарием), а гримасы – левой половиной (правым полушарием). Многие испытуемые вообще не могли изобразить гримасу правой половиной лица (Русалова, 1987).

Следует отметить, что межполушарная специализация даже для тонических эмоций, т.е. состояний, настроений выявляется не во всех случаях, а только в определенной их части. Ряд исследователей на основании полученных ими фактов возражают против представления о межполушарной организации эмоций (Kolb, Milner, 1983). В то же время многолетние исследования Е.Д. Хомской с сотрудниками на здоровых и больных с поражениями различных отделов мозга с использованием большого арсенала методических приемов дают основание полагать, что «у правшей левое полушарие «отвечает» за положительные эмоции, а правое – за отрицательные» (Хомская, Батова, 1998).

Мы полагаем, что противоречия по вопросу о межполушарной специа-

лизации *тонических эмоциональных состояний*, эмоционального фона может в определенной степени примирить схема, приведенная на рис. 17.5.

Как и на схеме на рис. 17.4, «локализация» эмоций будет зависеть от общего уровня активации мозга, однако эта зависимость несколько иного плана. Согласно предлагаемой схеме, межполушарная организация отрицательного или положительного эмоционального фона формируется исходным функциональным состоянием, общим активационным уровнем, который может колебаться в широких пределах. Правомочность такого представления может быть обоснована следующими данными.

Как уже говорилось, обращает на себя внимание тот факт, что активационный тонус левого полушария у большинства людей в бодрствующем состоянии в норме превосходит тонус правого (Айрапетянц, 1982; Князева, Волкова, 1982; Шеповальников, Цицерошин, 1982; Щелбанова, 1982) вследствие того, что левое полушарие имеет более выраженные активирующие связи со стволовой ретикулярной формацией, чем правое (Брагина, Доброхотова, 1981; Болдырева, 2000). По данным В.С. Ротенберга и В.В. Аршавского (1982), левополушарная организация контекста требует дополнительных энергетических затрат со стороны ретикулярной формации. Имеются данные, свидетельствующие о большем активирующем вкладе ряда подкорковых структур левого полушария по сравнению с правым. Так, по данным С.В. Мадорского (1985), при поражении правого миндалевидного комплекса у больных преобладают агрессивно-злобные аффекты (активно-оборонительные состояния), а при поражении левого – тревога, страх (пассивно-оборонительное состояние). В межприступных периодах у больных с поражением правого миндалевидного комплекса отмечается повышение фона настроения вплоть до гипоманиакального состояния и эйфории, а также стенические черты личности: увеличение потребности в достижении успеха, стремление к самоутверждению, усиление ряда биологических мотиваций, в том числе повышение либидо, и т. п. У больных с поражением левого миндалевидного комплекса, напротив, наблюдаются астенические явления: более низкий средний показатель гипертимности, снижение импульсивности и либидо, чрезмерная озабоченность своим здоровьем и т. п. Различия в степени активированности таких больных особенно выражены при усилении патологического процесса и после оперативных вмешательств.

Мы полагаем, что асимметрия эмоционального фона, настроения, при выключении или поражении одной из гемисфер определяется различиями

в функциональном состоянии левого и правого полушарий мозга, т.е. степени их активированности. При патологических процессах в правом полушарии реципрокная активация левого полушария, высвобождение его из-под тормозного влияния правого, соответствует повышению активированности левого полушария, его гиперактивации, что порождает улучшение настроения. «Выключение» левого полушария, когда ведущим остается менее активированное правое, соответствует острому снижению функционального состояния мозга и соответствующего ему уровня бодрствования, что приводит к ухудшению настроения. И в данном случае нам созвучны представления В.Л. Деглина, который считает, что улучшение настроения связано с усилением активности таламо-кортикальной системы левого полушария, а его ухудшение – с ее снижением. Откуда следует, что именно левое полушарие ответственно за настроение (Деглин, Николаенко, 1975).

На связь эмоционального фона, настроения с уровнем активации, с функциональным состоянием указывают данные, полученные в условиях клиники (Смирнов, 1976; Бехтерева, 1980). По данным В.М. Смирнова, изменение уровня активации - основное условие формирования различных психических состояний, причем наиболее высокое место на шкале уровней бодрствования занимает *положительный эмоциональный статус*. Показано, что во время сеансов электрической стимуляции ряда подкорковых образований (в том числе мезенцефального отдела ствола мозга и неспецифического отдела таламуса) с больными происходят разительные перемены. Развивающееся активационное состояние снимает вялость, сонливость, апатию, тревожность, подавленное настроение, слабость, раздражительность. Больные становятся веселыми, оживленными, сообщают о приливе бодрости, ясности в голове, улучшении настроения, необычной радости. Эти состояния названные автором *активационными*, сопровождаются обострением работы анализаторных систем, что выражается в более отчетливом и красочном восприятии окружающего наряду с ощущением необыкновенной ясности и легкости в голове. Активационные состояния могут сопровождаться увеличением двигательной активности, повышением побуждения к деятельности, усилением мотивационных компонентов, оживлением речевой составляющей поведения, возрастанием объема памяти, ускорением темпа мышления и ассоциаций. Таким образом, улучшенному настроению соответствует общее повышение активационного уровня. Этим данным соответствуют результаты, полученные на здоровых людях, показавших улучшение процесса восприятия на фоне

положительных эмоций (Русалова, 1979; Шварц, 1947). На фоне положительной эмоции улучшается продуктивность и скорость решения задач (Kavanagh, 1987).

Наряду с данными, полученными при прямом электрическом раздражении, имеются наблюдения (Волынкина, Суворов, 1981), показывающие, что у депрессивных больных улучшение настроения сопровождается активационным сдвигом на ЭЭГ со стороны среднемозговых активирующих систем, стойкая нормализация настроения сочетается с усилением деятельности таламо-кортикальных механизмов. В то же время у больных депрессией наблюдается снижение активности мезенцефалической ретикулярной формации и гипоталамуса, о чем свидетельствуют доминирование в ЭЭГ таких больных монотонного альфа-ритма, сниженного по частоте и амплитуде, большое число медленных колебаний, ослабление блокады альфа-ритма в ответ на ориентировочный раздражитель, почти полное отсутствие реакции усвоения навязанного ритма. Эти данные позволили авторам прийти к выводу о снижении *общего функционального состояния* мозга при патологических депрессиях.

Таким образом, данные с прямым раздражением мозга, наблюдения за депрессивными больными и собственный опыт самонаблюдения свидетельствуют о том, что снижение настроения сочетается с понижением функционального состояния. Здесь имеется в виду эмоциональный настрой, вызванный не информационным, а эндогенным путем. Мотивационно-информационное влияние на настроение, по-видимому, возможно только в определенных пределах функционального состояния мозга, ниже и выше которого (при патологии) информационная коррекция настроения без соответствующего фармакологического вмешательства недостаточно эффективна.

Обобщая данные литературы, мы пришли к выводу, что эмоциональный знак, выявляемый для левого и правого полушарий, и интегральный эффект знака *тонического* эмоционального состояния определяются уровнем общей активированности мозга (Русалова, 1990) На рис. 5 представлена схема континуума эмоционального тона, формируемого левым и правым полушариями мозга в зависимости от общего активационного состояния, в котором мы условно выделяем шесть уровней.

1 уровень - отсутствие эмоционального тона в левом и правом полушариях, безразличие; это ряд состояний патологического бодрствования, сопровождающихся эмоциональной тупостью (апатико-абулический синдром). Моделями таких состояний могут служить так называемые *иначе-*

тивационные статусы Подобные состояния вызываемые электрическим раздражением ряда подкорковых структур, являются полярными по отношению к активационным состояниям, их структура определяется снижением уровня бодрствования, уменьшением «энергетической составляющей» (Смирнов, 1976).

Активационные и инактивационные состояния и континиум «сон – бодрствование», по данным В.М. Смирнова, не расположены в одном ряду.

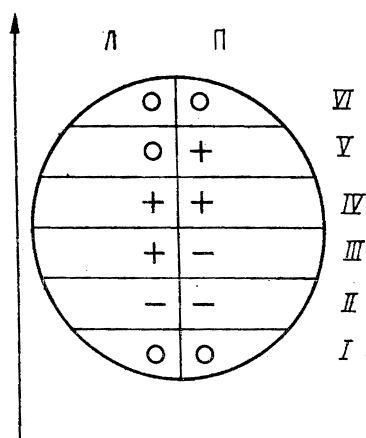


Рис. 17.5. Схема зависимости эмоционального тона, формируемого каждым из полушарий, от общего уровня активации мозга. I-VI – уровни активации, “0” – нейтральный, «+» – положительный, «-» – негативный эмоциональный тон. Объяснение в тексте.

Инактивационные состояния – явно патологические, отличные от начальной стадии нормального сна, хотя и сходные с ним по некоторым проявлениям. Для инактивационных состояний, помимо эмоционального безразличия, характерны переживание тяжести тела, вялости, уменьшение объема мышления и памяти, бедность ассоциаций, снижение речевой инициативы, наблюдается при этом и ряд психотических симптомов.

II уровень—это состояния негативного эмоционального фона, раздражительности, выявляемые в обоих полушариях. Такие состояния характерны для патологических депрессий, поскольку, судя по данным ЭЭГ, при депрессиях установлено снижение мезенцефалической и таламической неспецифической активации в обоих полушариях мозга (Волынкина,

Суворов, 1981). Показано, что у больных депрессией фокус активации в ситуации лабораторной игры по данным ВП не зависит от проигрыша или выигрыша и располагается в затылочных отделах правого полушария (Курницкая, 1987) что, по нашим данным, соответствует наиболее низкому функциональному состоянию коры. К этой же группе состояний можно отнести и патологические аффекты, приступы злости, агрессии, ужаса, наблюдаемые на первых этапах у больных после унилатеральных судорожных припадков до пробуждения сознания не зависят от стороны поражения. Сознание этих больных сужено, контакт с окружающими ограничен, что свидетельствует о сниженном уровне бодрствования (Деглин, 1984). Хотя мы отчетливо осознаем разницу между аффектами и депрессией, однако мы проводим лишь общие различия, поскольку описываемые беспричинные негативные эмоциональные реакции свидетельствуют, на наш взгляд, об исходном преобладании негативного эмоционального фона.

III уровень—это обычный уровень функционального состояния мозга здорового человека, которому соответствует большинство полученных экспериментальных фактов, вследствие чего положительные эмоции связывают с левым полушарием, а отрицательные - с правым. На этом уровне общий эмоциональный фон определяется степенью функционального преобладания левого полушария как более активированного (Смирнов, 1947). При преобладании активационного состояния левого полушария будет доминировать общий позитивный фон, при значительном снижении – негативный. Подобное представление подтверждается рядом прямых и косвенных данных (Асадова, 1987; Heller, 1993). Так, в частности, показано, что лица оптимистического склада более успешно выполняют левополушарные задачи, а пессимистического – правополушарные тесты.

IV уровень (положительный эмоциональный фон в левом и правом полушариях) – это интеграция «настроений», создаваемых левым и правым полушариями, что в норме, по-видимому, может иметь место в отдельных случаях («неисправимый оптимист»). Возможно также, что это и состояние экстаза, в котором присутствует положительный эмоциональный компонент. Этой стадии соответствуют *активационные состояния*, описанные в исследованиях В.М. Смирнова (1976). Картина такого состояния, в котором необычайная легкость ассоциаций, обостренная восприимчивость внешнего мира сочетаются с положительным эмоциональным фоном, необычайной радостью, приведена выше. Сюда относятся, по-видимому, и состояния творческого подъема или вдохновения.

V уровень — теоретически вытекает из гипотезы о связи настроения с уровнем функционального состояния мозга как переходного между стадией V и стадией VI. Такие состояния встречаются в клинической практике и могут быть достигнуты фармакологическим путем (эйфория, вызванная наркотическими средствами).

VI уровень—это *сверхоптимальное* (по терминологии В.М. Смирнова) состояние, достигаемое у некоторых больных высокочастотной (25—50 Гц) стимуляцией подкорковых структур (главным образом ретикулярной формации и неспецифического таламуса), когда оба полушария имеют относительно эмоционально нейтральный фон. В этом состоянии больные эмоционально уравновешены, нет ни эйфории, ни эмоциональной напряженности, но нет и эмоциональной тупости, безразличия. Больные высоко, но адекватно оценивают свои умственные способности, которые (по результатам тестов) увеличиваются на 90—150%. Для подобного состояния характерен высокий уровень словесных обобщений. В сверхоптимальном состоянии больные сосредоточенно спокойны, находятся в высокой мобилизационной готовности к умственной работе, хотя и не проявляют ни излишней инициативы, как это бывает при гипоманиакальном состоянии, ни равнодушного благодушия, свойственного эйфории. Это состояние особой расширенности сознания, когда рациональное познание преобладает над эмоциональным.

В религиозно-мистических сектах (йога, дзен и др.) состояния «просветления», «освобождения от чувств», «высшей мудрости» достигаются системой специальных тренировок, направленных на усиление активации высших ассоциативных отделов мозга. «Сверхоптимальные» состояния более всего соответствуют эффекту действия фенамина и подобных ему стимулирующих препаратов.

Относительно свободные от эмоций сверхоптимальные состояния, по данным В.М. Смирнова отличаются от I уровня, когда налицо эмоциональная тупость. Если на I уровне эмоции отсутствуют, то на VI уровне они приторможены, уравновешены («чувство подчинено разуму»); в стадии I эмоции появляются при повышении уровня бодрствования, в стадии VI — при его снижении. Сверхоптимальные состояния переходят в активационные, которым соответствует *положительный* эмоциональный фон. В то же время и выход из депрессии или патологической апатии сопровождается улучшением настроения, появлением юмора у больных, страдающих эмоциональной тупостью, что является хорошим прогностическим признаком, свидетельствующим об улучшении функционального состоя-

ния. Если на схеме на I уровне эмоции расположены *выше* минимальной активации, то на VI —они *ниже* уровня оптимальной активации.

Таким образом, в большинстве случаев, положительный или отрицательный эмоциональный тон будет определять преобладающая активность левого или правого полушарий мозга, а именно – фронтальной коры, как пункта наиболее высокой активации каждого из полушарий (Русалова, 1988), при этом доминирующая активация левого полушария создает положительный эмоциональный фон, а правого (при снижении активации левого) – отрицательный. К сходному выводу приходят ряд авторов (Heller, 1993; Симонов, 1994; Heller et al., 1997), однако не выделяя при этом фазических и тонических эмоций.

Следует отметить, что концепция связи знака относительно постоянных, тонических эмоций (эмоционального фона каждого из полушарий, к которому адресуется эмоционально-значимая информация) с общим функциональным состоянием мозга не имеет в виду возврат к представлению об эмоции как вершине уровня бодрствования. Как показано исследованиями В.М. Смирнова (1976), вершиной уровня бодрствования являются не эмоции, которые могут возникать у больных до прояснения сознания, а «сверхоптимальные состояния», обеспечивающие максимальную реализацию интеллектуального потенциала. В данной работе речь идет о положительном и негативном эмоциональных фонах, каждому из которых соответствует определенный диапазон функционального состояния. Положительный эмоциональный фон создается на основе информации об относительном биологическом благополучии организма, что достижимо при его оптимальном функциональном состоянии. Поэтому при патологической или терапевтической инактивации правого полушария, когда левое высвобождается из-под его тормозного влияния, уровень активации и, как следствие, формируемый левым полушарием положительный эмоциональный тон не соответствует общему функциональному состоянию, в связи с чем повышенное настроение или эйфория у таких больных противоречит реальной ситуации, их действительному статусу.

Возникает вопрос, почему, если левое полушарие вербализует и осознает ситуацию, то какие в таком случае реальные основания находят больные с тяжелыми органическими нарушениями правого полушария для благодушия и эйфории? Тем более, что при электрической стимуляции подкорковых структур больные способны критически оценивать появившееся веселое настроение, как неадекватное ситуации и связывают его с эффектом стимуляции (Смирнов, 1976). Почему в таком случае отра-

жение в сознании больного с поражением структур правого полушария неблагоприятной для жизни обстановки, иногда уже инвалидности, приводит к хорошему настроению, эйфории, благодущию? Ответ, по-видимому, состоит в том, что положительный или негативный эмоциональный тон у больных с пораженным или временно выключенным правым или левым полушарием, как и при электрической или фармакологической стимуляции эмоциогенных структур мозга, запускается без достаточного учета, а иногда и вопреки информационной значимости внешних и внутренних сигналов. Это положение подтверждает зависимость знака эмоционального фона (помимо информационного влияния) от общего функционального состояния мозга. Вот почему зачастую недостаточно эффективна только информационная коррекция для психотических больных с патологически измененным настроением и эмоциональными расстройствами, эмоциональный фон которых сам оказывает доминирующее влияние на эмоциональную оценку поступающей информации. Соответствие в определенных границах величины и знака эмоций информационно-потребностному возбуждению и является, по-видимому, одним из признаков функции нормального мозга.

Приведенные данные позволяют сделать вывод о том в здоровом мозге при доминировании активации левого (или, точнее, речевого) полушария его тонус, энергетическая составляющая, будут определять общее функциональное состояние мозга и настроение. Если функциональное состояние левого полушария достаточно для активации положительного эмоционального фона, – будет преобладать положительное (хорошее) настроение, если же недостаточно - то будет превалировать негативный эмоциональный фон. Активационный уровень правого полушария недостаточен для формирования оптимистического настроения: известно, что у больных депрессией превалирует активность правого полушария, наряду с высоким содержанием в ЭЭГ медленных волн, которые принято считать признаком снижения функционального состояния.

Тем не менее, роль внешнего информационного компонента и в этом случае остается достаточно высокой (Симонов, 1981, 1994). Известно, что важное для индивида позитивное событие (особенно неожиданное), ситуация успеха улучшают настроение и самочувствие и могут вызвать, длительное устойчивое изменение эмоционального состояния в позитивную сторону, а негативное событие ухудшает настроение и самочувствие вплоть до развития нервного срыва и депрессии.

В этом плане показательны результаты демонстрации фильмов, содер-

жание (информационное влияние) которых вызывает изменение эмоциональных *состояний*, т. е. *настроений*. (Здесь также работает правило, согласно которому преобладание активности левого полушария соответствует позитивному настроению, а правого – негативному). Однако в случае эндогенных или органических нарушений даже мотивационно значимая информация не поднимает устойчиво настроение у больного с патологической депрессией и даже инвалидность не тягостна при эйфории, вызванной поражением соответствующих структур мозга.

Динамическая локализация функций в аспекте взаимодействия полушарий мозга

К вопросу о локализации эмоциональных реакций тесно примыкает проблема межполушарного взаимодействия, а также динамической локализации функций (Медведев, 1989; Ильюченко, 1989; Русалова, 1983, 2004; Фокин, 2003; Hugdahl, 2005 и др.) В книге Н. Gardner (1982), посвященной анализу функциональной асимметрии мозга, особое место уделено проблеме взаимодействия полушарий.

Собственные исследования и данные литературы убеждают нас в том, что динамическая функциональная асимметрия мозга свойственна не только для эмоций и что инверсия межполушарных взаимодействий характерна для большинства исследуемых функций, причем в этом плане также прослеживается роль активационного момента, т.е. наличного функционального состояния мозга.

Асимметрия полушарий мозга человека не есть застывшие функции, приуроченные строго к одному и тому же полушарию, а совместное участие в реализации функций на основе их доминантно-субдоминантных отношений и взаимозамещаемости (Мосидзе, Эрохи, 1986; Вольф, 1997; Невская, Леушина, 1990, 1995; Wolski, 1992; Hellige, 2001; Кураев с соавт., 2004).

Результаты, полученные в условиях подачи стимула с разными физическими характеристиками только в одно из полушарий, или на один глаз, или в одно ухо дают представление только о функциональных возможностях отдельно левого и правого полушарий мозга, но лишь отчасти проясняют реальный механизм *совместной* работы каждого из полушарий, поскольку в реальных условиях в интактный мозг информация не адресуется в *одно* из полушарий. Поэтому экспериментаторы обнаруживают

факты, которые не всегда укладываются в строгую специализацию работы каждого из полушарий.

Так, в работе J. Levy. и С. Trevarthen (1976) было показано, что каждое из полушарий *не всегда выполняет те задания, для которых, как предполагалось, оно было бы более компетентно* (подбор парных предметов либо по внешнему сходству – задача для правого полушария, – либо по их функциональному значению – задача для левого полушария). Это побудило авторов сделать предположение, что активация полушарий может зависеть не только от компетентности полушарий или способа обработки информации, а также и от того, *что* каждое из полушарий считает для себя возможным сделать в данный момент. В работе И.С. Уточкина и А.Н. Гусева (2006) показано, что при решении одной и той же задачи испытуемые со сходными профилями латеральной организации могут демонстрировать различные показатели доминантности, а при изменении условий заданий могут менять исходный паттерн доминантности на противоположный.

Анализируя уровень постоянного потенциала в процессе деятельности у детей с высоким уровнем мотивации достижения успеха, Н.Н. Городенский с соавт. (2003) в процессе тестирования выявили *инверсию* активации полушарий мозга с правого на левое полушарие.

Функциональные различия полушарий являются скорее *количественными*, чем качественными (Bradshaw, Nettleton, 1981). В этом убеждают результаты многочисленных работ, в которых обнаруживается инверсия межполушарных отношений. В частности, в наших исследованиях при предъявлении парных заданий, одно из которых субъективно оценивалось как более легкое, а другое как более трудное, левое полушарие всегда преобладало в более *трудных* заданиях, а правое в более легких, если это даже были вербальные стимулы.

В ряде работ показано, что боковые движения глаз могут быть индикатором доминирования одного из полушарий (Day, 1964; Bakan, 1969, 1971; Galin, Ornstein, 1974). Обнаружено, что при решении пространственных задач или узнавании музыкальных отрывков преобладают левосторонние движения глаз, что, по мнению авторов, соответствует более высокой активации правого полушария, а при вербально-логических заданиях – правосторонние, что свидетельствует о большей активации левого полушария. Однако примерно в половине случаев были получены противоположные данные, в связи с чем некоторые исследователи, не получившие определенных результатов, предположили, что это несоответ-

ствие могло зависеть от условий эксперимента. Так, R.E. Gur с соавторами (1975) показали, что тревога, вызванная присутствием экспериментатора, оказывает существенное влияние на результаты обследования: в присутствии экспериментатора не было обнаружено корреляции между характером вопроса и направлением движения глаз, в то время как в его отсутствие такая корреляция была выражена довольно отчетливо. Таким образом, обусловленные тревогой противоречия при определении доминантности полушарий, свидетельствует об относительности такого показателя, как движения глаз для определения направления асимметрии.

Предполагается, что в некоторых случаях на результаты по определению латерализации может оказывать фактор направленного внимания, благодаря которому происходит как бы подготовка одного из полушарий для облегчения обработки им соответствующей информации (Спрингер, Дейч, 1983).

Характер асимметрии может меняться в зависимости от задачи и характера тестирования в том числе, от таких факторов как продолжительность или интенсивность стимулов, субъективная стратегия, направленность внимания (White et al., 1990).

Большой интерес представляют работы о межполушарном взаимодействии при исследовании творчества. Так, Т. Hines (1991) развенчивает миф о причастности только правого полушария к процессам творчества. По его мнению, творческие когнитивные процессы – продукт взаимодействия обоих полушарий мозга. I. Harpaz (1990) сопоставлял по тесту мозговой латерализации доминирование полушария у студентов творческого (65 будущих художников) и нетворческого профиля (119 будущих бухгалтеров). Оказалось, что статистически достоверные различия отсутствуют. Н. Gardner (1982) продемонстрировал, что зрительное творчество не привязано строго к определенному полушарию. В процессе рисования общего контура предмета вовлекается преимущественно правое полушарие, а за детали ответственно левое полушарие K.D. Норре (1988) показал участие и взаимодействие обоих полушарий в процессах творчества, при этом символическая и образная информация, возникающая в правом полушарии, передается через *corpus callosum* в левое полушарие. Y.A. Thomas и S.B. Thomas (1983) подчеркивают важность участия обоих полушарий для формирования навыка рисования. Однако, по их мнению, левое полушарие играет более важную роль в этом процессе и может тормозить действие правого полушария, а не наоборот.

Исследование вербальной деятельности также обнаружило сложное взаимодействие полушарий в процессе ее реализации. В обзоре проблемы асимметрии мозга Н. Kenneth and J. Richard (2003), проводится основная мысль, что представление о локализации речи только в левом полушарии, а пространственно-зрительных функций – в правом, является на сегодняшний день не полным или даже ошибочным. Оба полушария участвуют как в осуществлении когнитивных, так и эмоциональных процессов. Асимметрия мозга, рукость и латерализация языка взаимосвязаны сложным образом, и многие факторы (генетические, возрастные, опыт, патология) влияют на их взаимоотношения. Е. Harth, (1999) показал, что человеческий мозг характеризуется сенсорными путями, позволяющими высшим корковым центрам осуществлять контроль над нейрональной активностью на уровне периферических сенсорных областей, что обеспечивает рекурсивное взаимодействие между центральными символами и периферическими образами. Предполагается, что именно этот фундаментальный механизм лежит в основе большинства когнитивных функций. Формирование искусства и языка рассматривается как естественное продолжение этих изначально существующих внутренних процессов, обусловленных у человека функционированием прежде всего увеличенной префронтальной области.

Межполушарные взаимодействия проявляется в таком распространенном явлении как межполушарный перенос обработки информации (Wexler, Halwes, 1985; Чернова с соавт., 2000). Во многих работах обнаруживается инверсия преобладания левого или правого полушарий в процессе *повторного* тестирования (Костандов с соавт., 1980, 1985; Фишман, Труш, 1986; Shimizu, Endo, 1981; Ross, Turkewitz, 1982 и др.). При изменении условий обработки информации, например, в процессе адаптации к условиям эксперимента, также происходит трансформация межполушарных отношений. Согласно С.М. Будылиной с соавт. (2001), в предэкзаменационный период, характеризующийся наибольшим эмоциональным напряжением, у студентов отмечалось исчезновение или инверсия вкусовой и болевой асимметрии, После экзамена также происходили динамические изменения асимметрии. Авторы приходят к выводу, что индивидуальный профиль асимметрии имеет лабильный характер и зависит от эмоционального напряжения и устойчивости к стрессу. Показано, также, что в конце рабочего дня, в процессе адаптации или в процессе тренировки, т.е. повторных действий, может происходить инверсия межполушарных отношений. Так, в результате тренировки заданий, требующей преимуще-

ственно левополушарного участия, происходит инверсия доминирования, и у большинства исследуемых доминирующим оказывается правое полушарие.

Обнаружено, что в результате *тренировки* творческого мышления происходит вдвое увеличение числа испытуемых с правополушарным способом обработки информации (Reynolds, Torrance, 1978). По мнению Додоновой (1984), без предварительной тренировки как в левом так в правом полушариях обработка поступающей информации идет последовательно, а по мере тренировки в левом полушарии происходит трансформация на параллельную обработку информации, при этом каждое полушарие выбирает из поступающей информации ту, для которой оно предназначено, или же обрабатывает ее тем способом, который у него имеется.

Особенно озадачивают результаты тестов с тахистоскопическим и дихотическим способами определения латерализации. Мало того, что эти два метода не дают однозначных результатов, поскольку между ними обнаружена невысокая взаимосвязь, но и сами методы дают нестабильные результаты. В частности, показано, что если в *первых* пробах с дихотическим прослушиванием где, по нашему мнению, решающую роль играет фактор новизны, было обнаружено преимущество правого уха, т.е. *левого* полушария, то в *последующих* может доминировать *правое* полушарие. Эти данные заставляют прийти к выводу о неустойчивости показателей исследования функций в интактном мозге с помощью широко используемых методов: дихотического прослушивания, биоэлектрической активности мозга, вызванных ответов, подачей сигналов в левое или правое поля зрения и т.п.

И.А. Шимко и В.Ф. Фокин (2003) обнаружили, что при оценке межполушарных отношений с помощью регистрации уровня постоянного потенциала головного мозга у правшей преобладающая активность может регистрироваться как в правом, так и в левом полушариях мозга. Анализируя сопряженную активность нейронов сенсомоторной коры кроликов, находящихся в состоянии иммобилизационной катотонии и после выхода из нее, А.В. Богданов и А.Г. Галашина (2003) показали, что изменения функциональной организации нейронов могут наблюдаться в обоих полушариях мозга. Откуда делается вывод, что даже при одном функциональном состоянии в коре симметрично активируются структуры всех уровней. По данным П.В. Быкова и Н.Е. Свидерской (2003), в сеансе циклического дыхания при возникновении пароксизмальной активности происходят различные перестройки пространственной организации биопотенциала

лов мозга, зависящие от исходного функционального состояния мозга. Эти различия могут быть обусловлены различной степенью активации правого и левого полушарий, а также срединных и стволовых образований.

На основании собственных и литературных данных В.Ф. Фокин приходит к выводу о том, что практически все физиологические показатели, характеризующие межполушарные различия, зависят от функционального состояния организма (2003).

По мнению А.Р. Лурия и Э.Д. Симмерницкой (1975), психологическая активность человека реализуется при участии обоих полушарий, благодаря их интегративному взаимодействию, при этом участие каждого из полушарий может быть различным на разных уровнях психологической активности субъекта.

Однако инверсия межполушарного взаимодействия касается не только смены первоначально доминирующего полушария (Русалова, 1988, 1990, 2004; Павлова, Романенко, 1988; Фокин, Пономарева, 2004), она наблюдается и в отношении затылочно-лобного градиента, т. е. по мере изменений условий тестирования (автоматизации навыка, привыкания или, напротив усложнения задачи) происходит перемещение активного фокуса из наиболее энергоемких (передние) в менее энергоемкие (каудальные) области и наоборот).

В исследованиях с *вербальным* материалом были показаны динамические перемещения по коре фокуса максимальной активности. (Русалова, 1988, 1990). обнаружено, что левое полушарие ответственно за новизну и включается каждый раз, когда подается новый стимул или возникает новая или более сложная ситуация и тем самым подтверждается его роль как *ведущего*. Испытуемые, у которых записывали электроэнцефалограмму, должны были негромко отвечать на вопросы теста Айзенка. Определяли доминирующую частоту альфа- и бета-ритмов под каждым из отводящих электродов как показатель активации в данном участке мозга. Было обнаружено, что мере продолжения эксперимента (вопросов и ответов) фокус активации, т.е. участок с наиболее высокой частотой ритмов, перемещался из левого полушария в правое и из лобных отделов в затылочные. При этом каждый вопрос был новым (всего их было 50), испытуемый должен был его понять, осмыслить и дать адекватный *речевой* («да – «нет») ответ. И тем не менее процесс, по мере его повторения мог осуществляться при большей активации затылочных отделов правого полушария, в которых, отсутствуют ответственные за восприятие и воспроиз-

ведение речи нейроны. Сходные результаты были получены и для сжатия кистей левой или правой рукой, мысленного воспроизведения эмоционально окрашенных ситуаций, повторной декламации одного и того же стихотворного отрывка. Таким образом, при привыкании, когда снижается общее напряжение, если судить по угасанию кожно-гальванической реакции и урежению частоты сердечных сокращений, происходит передача функций в менее энергоемкие отделы коры затылочные области правого полушария. К сходному выводу приходит О.В. Левашов, который считает, что один и тот же объект вначале анализируется левым полушарием а затем правым (2003). Таким образом, когда ситуация теряет свою новизну, т. е. оказывается в прошлом, возрастает активность правого полушария.

Имеются данные о том, что при обработке информации в большинстве предлагаемых испытуемых задач на начальном этапе оба полушария работают одновременно, а затем происходит взаимодействие в их работе: интеграция и координация активности (Dimond, Beaumont, 1974).

В нашем исследовании (Русалова, 1987) также было обнаружено, что латентный период и амплитуда усредненного зрительного потенциала (P300) на первые 25 вспышек света одинаковы как в левом, так и в правом полушариях мозга, и только на следующие группы сигналов фокус активации (наиболее короткий латентный период ВП) перемещается по определенной траектории: из передних отделов левого полушария в затылочные отделы правого. Кроме того, было показано также, что одна и та же наиболее высокая частота альфа-ритма *при всех исследуемых заданиях* (рис. 17.2) вначале регистрируется во всех отведениях, а затем фокус максимальной активности мигрирует по коре, затрагивая как левое, так и правое полушария, отражая при этом закономерности взаимодействия полушарий мозга (Русалова, 1988.)

На рис.6 приводятся примеры взаимодействия полушарий мозга в состоянии спокойного бодрствования. Как видно из рисунка, динамика преимущественной активации левого и правого полушарий мозга меняется даже в спокойном состоянии человека.

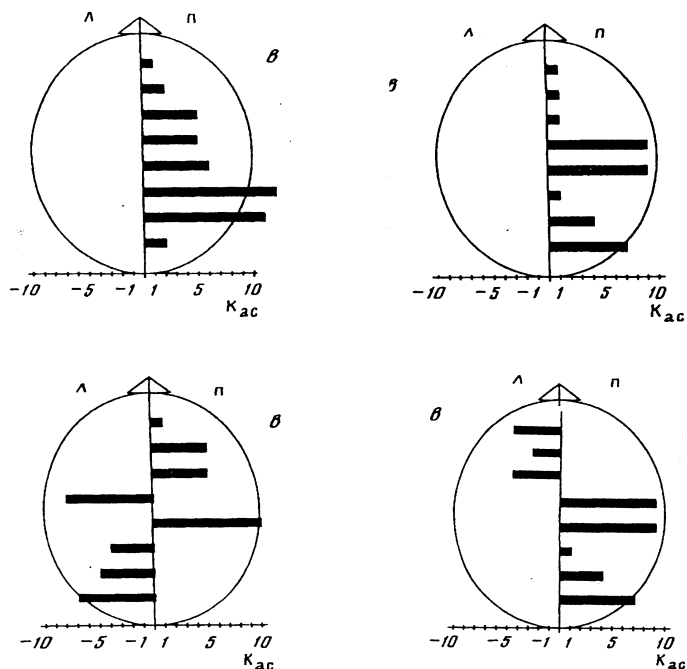


Рис. 17.6. А, Б. Схема взаимодействия левого (л) и правого (п) полушарий мозга в состоянии спокойного бодрствования в альфа-диапазоне частот.

Характер межполушарного взаимодействия у разных лиц зависит также от типа нервной системы (Русалова, Калашникова, 1992). Было показано, что при решении вербальных задач у испытуемых, относящихся к группе «высокоэнергичных» («сильный» тип), в процессе выполнения заданий в большей мере вовлекается правое полушарие и активационная асимметрия носит более динамичный характер. У лиц, условно отнесенных к «слабому типу», при выполнении вербальных заданий отмечается инертное преобладание активации левого полушария. На рис. 17.7 приводятся примеры межполушарного взаимодействия по показателю амплитуды альфа ритма у представителей «сильного» (А) и «слабого» (Б) типов высшей нервной деятельности на фоне выполнения вербальных заданий. Как видно из рисунка, у «слабого типа» в течение 23 проб преобладает активность левого полушария, тогда как у «сильного» типа отмечается специфическая динамика межполушарных взаимодействий: в первых четырех пробах преобладает активность левого полушария, в последую-

щих четырех – активность правого полушария, после чего наблюдается поочередное преобладание активности в левом или правом полушариях мозга.

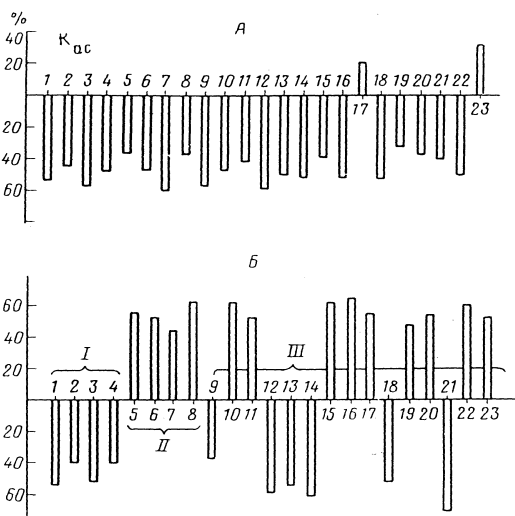


Рис. 17.7. Динамика активации левого и правого полушарий мозга («речевые» отведения по показателю амплитуды альфа ритма у испытуемых «слабого» (А) и «сильного» (Б) типов). По оси ординат – коэффициенты асимметрии.

1 – 23 последовательные решения анаграмм (ось абсцисс); положительные значения $K_{ас}$ свидетельствуют о преобладании активации правого полушария.

Сопоставление глубины блокады альфа-ритма попарно под каждым электродом показало, что для лиц высокими показателями эргичности при нагрузках характерно преобладание активации в передних отделах правого полушария и задних отделах левого (рис. 17.8, А), а у лиц с низкими и средними показателями эргичности (Б) наблюдалась противоположная картина.

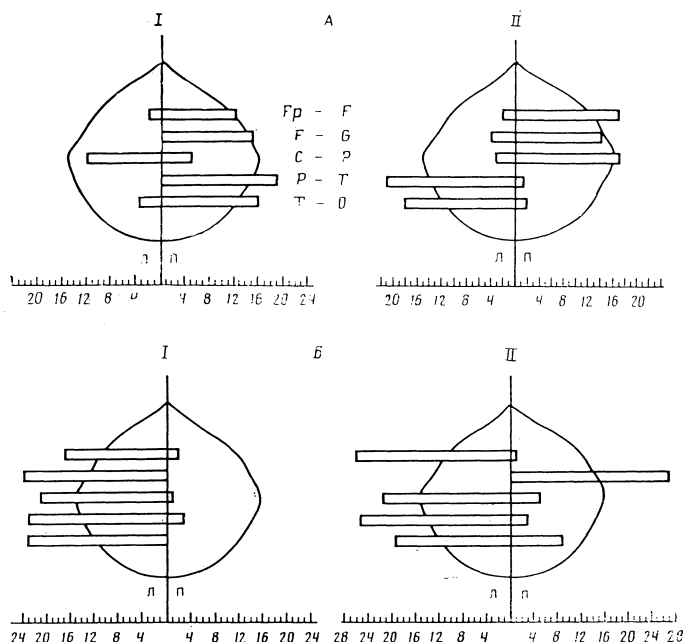


Рис. 17.8. Асимметрия уровней когерентности правого и левого полушарий мозга у лиц «сильного» (А) и «слабого» (Б) типов. I и II – подгруппы испытуемых с различной организацией ЭЭГ. По горизонтальной оси – число случаев преобладания когерентности в правом (п, столбики направлены вправо) и в левом (л, столбики направлены влево) полушариях мозга. Латинские буквы – пары отведений, в которых оценивали функции когерентности.

На рис. 17.9 приводятся схемы, демонстрирующие характерные типы асимметрии активности левого и правого полушарий мозга для двух типов испытуемых по показаниям когерентных отношений в процессе выполнения вербальных задач. Как видно из рисунка, у лиц «сильного» типа когерентность более выражена в правом полушарии, а у «слабого» – в левом.

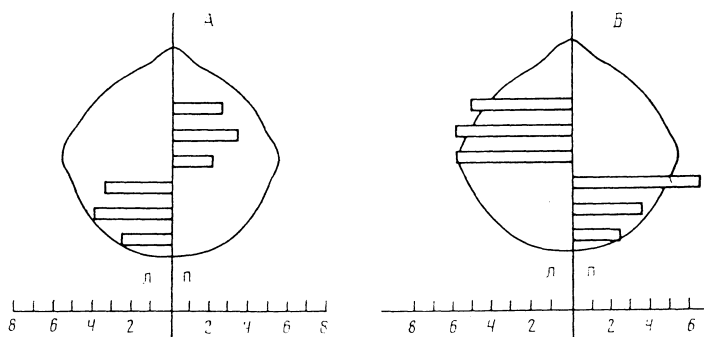


Рис. 17.9. А.,Б. Схема взаимодействия левого (л) и правого (п) полушарий мозга в альфа-диапазоне частот при решении вербальных задач у испытуемых «сильного» (А) и «слабого» (Б) типов. По оси абсцисс – коэффициенты асимметрии; величина столбиков равна: $\Delta\alpha = \alpha_{п} - \alpha_{л}$ в относительных единицах

Возникает вопрос, с помощью какого механизма регулируется выполнение соответствующей функции тем или иным полушарием?

Показано, что важная роль в межполушарном взаимодействии принадлежит как мозолистому телу, так и соответствующим подкорковым структурам. Каллозальные связи обеспечивают связь между всеми сенсорными входами каждого из полушарий, его волокна отличаются высокой специализацией (Gazzaniga et al., 1979, 1996), при этом особая роль отводится транскаллозальным тормозным механизмам (Majkowski, 1967; Neisser, 1967).

Исследование соматосенсорных вызванных потенциалов привело Л.Р. Зенкова (1982, 1985) к выводу о том, что важным фактором взаимодействия полушарий является наличие поперечного межполушарного торможения, которое принимает участие в дифференцированном распределении сенсорной информации, обеспечивая тем самым необходимый баланс нейробиохимических процессов в работе мозга как целого. Сходных представлений о двунаправленном межполушарном торможении для больных маниакально-депрессивным психозом придерживается Асадова (1987).

Исследуя анализ правым и левым полушариями вербальной и невербальной информации после унилатеральных судорожных припадков, Л.Я. Балонов и В.Л. Деглин (1976) обнаружили тормозную форму взаимодействия полушарий. По их данным, оба полушария могут оказывать взаимные тормозные влияния: левое полушарие оказывает тормозное влияние на слуховую и музыкальную функцию правого полушария, а правое – на работу речевых центров левого полушария.

Как пример межполушарного взаимодействия приводится как торможение со стороны левого полушария на правое при анализе вербальной информации, так и со стороны правого полушария, при поступлении невербальных стимулов. Поэтому вербальная информация перерабатывается преимущественно левым полушарием, а восприятие тактильных задач и распознавание эмоциональных изображений – правым (Bogen, 1969).

Представлений о межполушарных тормозных взаимодействиях придерживается Kinsbourne (1974), который предположил, что для реализации механизмов внимания и ориентации в пространстве оба полушария связаны взаимным влиянием, благодаря чему правое полушарие тормозит левое, а левое полушарие тормозит правое. Однако эта точка зрения не получила безусловной поддержки (Nebes et al., 1981, и др.)

N.D. Cook (1986) выдвинул гипотезу, более детально объясняющую роль и механизм межполушарного тормозного взаимодействия. Автор считает, что при поступлении в мозг вербальной информации, благодаря подкорковым механизмам внимания вначале активируется кора в обоих полушариях мозга, затем формируются физиологические механизмы, обеспечивающие оптимальные условия восприятия вербальной информации, а именно: активация нейронов речевых зон левого полушария и окружающее их ипсилатеральное торможение и контралатеральное каллозальное гомотопическое торможение соответствующих зон правого полушария. В то же время в правом полушарии происходит активация нейронов, непосредственно прилегающих к очагу торможения.

H. Karbe, K. Herholz, M. Halber и W.D. Heiss (1998) изучали функциональную активность (метаболизм глюкозы) волокон мозолистого тела (*corpus callosum*) и соответствующих речевых корковых зон во время речевой деятельности (повторения слов). Показано, что обработка речевых сигналов в асимметричных областях коры тормозит реципрокные транскаллозальный обмен информации в пользу латеральной когнитивной функции, что указывает на важную роль коллатерального торможения при транскаллозальном обмене информации.

На рис. 17.7-9, демонстрируются примеры взаимного тормозного влияния как между полушариями мозга, так и его отделами.

Заключение

Результаты собственных исследований и данные литературы позволяют прийти к выводу, что различные виды эмоциональных явлений по-разному связаны с работой левого и правого полушарий мозга.

Фазические эмоции - эмоциональные реакции, возникающие на базе какой-либо когнитивной нагрузки (мысленное представление, опознание, игра, прогнозирование, просмотр кинофильмов, чтение эмоционально окрашенных текстов или отдельных слов и т. п.) и тестируемые с помощью электрофизиологических методов, активируют различные зоны левого и правого полушарий мозга в соответствии с уровнем фазической активации в зависимости от, сложности и новизны эмоциогенных ситуаций и от степени эмоционального напряжения, переживаемого субъектом. Тоническая активация также играет при этом существенную роль, поскольку при устойчивом снижении функционального состояния (утомлении, депрессии и др.) активируются области, имеющие более низкий активационный ранг, и наоборот (согласно схеме на рис. 17.4).

Тонические эмоции, индивидуальный эмоциональный фон – *настроение* – от которого зависит эмоциональная оценка - негативная или позитивная – предъявляемым стимулам или событиям – в большей мере определяются более длительной, относительно устойчивой, связанной с индивидуальными свойствами тестируемых лиц, тонической активацией каждого из полушарий. Вот почему в исследуемые отрезки времени эти эмоции чаще латерализованы, что и выявляется при функциональном выключении одного из полушарий, при патологической депрессии, отдельной эмоциональной оценке одного и того же сюжета, в латерализации знака эмоциональной мимики.

В здоровом мозге знак эмоционального фона (настроение) зависит, помимо информационных влияний, от исходной тонической активированности ведущего (речевого, чаще левого) полушария: при его достаточно высоком уровне преобладает позитивный фон, при низком – негативный.

При функциональном или органическом выключении одного из полушарий знак эмоциональной асимметрии также определяется степенью активированности оставшегося относительно сохранным полушария. Поскольку потенциальная активация левого полушария, его энергетический

уровень, в большинстве случаев выше, чем правого, то при раздельном тестировании в левом полушарии преобладает положительный эмоциональный фон, в правом – негативный. Противоречивые факты могут быть объяснены рядом других обстоятельств: инверсией доминантности, вызванной патологией, левшеством, а также изменением общего уровня активности, как это следует из схемы на рис. 17.5.

Следует отметить, что первоначальное представление о том, что левое полушарие выполняет более сложные и тонкие функции, а правое полушарие – более простые, не потеряло своей актуальности, причем это отнюдь не противоречит выводу о том, что оба полушария в значительной степени отличаются и по способу обработки поступающей в мозг информации, вследствие чего левое полушарие является более аналитическим, чем правое.

Мы полагаем, что локализация в левом полушарии структур речевого центра, а также ведущей руки обусловлено самим эволюционным замыслом, согласно которому эти функции, требующие постоянно меняющегося кодирования и стратегии, помещены в наиболее энергоемкие участки мозга, активация которых даже субъективно воспринимается как напряжение.

Одним из механизмов, с помощью которого два полушария делят между собою функции управления, являются параметры неспецифической активации мозга (энергетическая составляющая), в ряде случаев субъективно ощущаемые как колебания общего напряжения, вызываемого различными ситуациями. В общих чертах это можно сформулировать следующим образом. В основе распределения функций между левым и правым полушариями лежит *принцип экономии энергетических ресурсов активационных механизмов мозга*, поскольку имеются факты, доказывающие что левое полушарие более энергоемко, чем правое. Так, по данным В.Ф. Фокина и Н.В. Пономаревой, (2003) в левом полушарии у правшей в височной области обнаруживается более высокий энергетический обмен по показанию уровня постоянного потенциала. С утра преобладает энергетический обмен в левом полушарии, а вечером – в правом. Следовательно, все, что может быть реализовано с меньшими активационными затратами реализуется при преимущественном участии правого полушария. Ориентировка в пространстве, предметное мышление, субъективно легкая предметная деятельность, в том числе и стереотипная, и другие важные функции, не требующие большого объективного и субъективного напряжения, берет на себя правое полушарие. Более сложные проблемы, связанные с

новизной ситуации, субъективной трудностью задачи, в том числе и интенсивным эмоциональным напряжением, речевой деятельностью и абстрактно-логическим мышлением, требующие значительных активационных затрат и превышающие активационные и интегративные возможности правого полушария, реализуются преимущественно в левом полушарии. В этом плане интересным представляется факт, полученный на больном с рассеянным мозолистым телом. На вопрос, какая работа является предпочтительней, правое полушарие предпочитало автогонки, а левое – работу чертежника (Levy et al., 1974). Образно говоря, правое полушарие является как бы первым из двух этажей работающего мозга, на котором в большей степени, чем в левом реализуется связь с «обслуживающими» функциями мозга (диэнцефалоном) а также с функциями, общими для человека и животных. Вербально-логическая функция, бесспорно, является, одной из самых, сложных, однако, по данным А.Р. Лурия (1973), автоматизированная речь может осуществляться при участии правого полушария, куда, по-видимому, передается сформированная левым полушарием стереотипная речевая модель.

Если учесть, что *морфологические* структуры, сохранность которых необходима для осуществления определенных функций, строго локализованы и не могут перемещаться по коре в зависимости от обстоятельств, например, присутствия или отсутствия экспериментатора, как это происходит в случае тестирования функций (см. выше), то следует попытаться найти общий фактор для всех противоречивых результатов тестирования латерализации. Этим общим фактором является, по-видимому, *принцип динамической локализации функций*. Согласно этому принципу, одна и та же исследуемая в интактном мозге функция (к примеру, определяемая при дихотическом прослушивании) может быть *инвертирована* в зависимости от условий эксперимента, иногда не имеющих никакого отношения к локализации функций. Более того, по мере повторения тестирования, в частности при дихотическом прослушивании, результаты определения локализации функции *могут смениться на противоположные*, в отличие от строго локализованных структур, поскольку одна и та же функция в здоровом мозге реализуется при участии многих других структур, при внешнем (интенсивность, эмоциональная окраска, биологическая значимость стимулов, различные сопутствующие стимулы и обстоятельства тестирования и др.) и внутреннем (наличное функциональное состояние) контроле за ее реализацией.

Р.Т. Фох с соавт. (1998) считают, что отдельно взятое исследование (PET или fMRI) не может полностью охарактеризовать ту или иную психическую функцию или ее мозговую локализацию. Только метаанализ (объединение, наложение многих исследований) позволяет точно описать пространственное распределение мозговой активации, связанное с той или иной психической функцией. Однако, как мы полагаем такое объединение и приведет к представлению о *динамической локализации функций*.

Динамическая организация функций является одной из причин проблемной ситуации в попытках картирования высших психических функций человека (Phan et al., 2002; Jobard et al., 2003 и др. «Исследование мозговой организации различных видов психической деятельности и состояний привело... с накоплением материала к тому, что при успехах почти в каждой из отдельных работ...создалось впечатление что физиологические корреляты самых разных видов психической активности могут быть обнаружены почти в каждой точке мозга.» И далее: «При всем накопленном «многознании» о мозге человека «кризисный аспект» сегодняшней ситуации невольно напоминает давние споры об эквипотенциальности мозга» Бехтерева, 2006).

В этом плане созвучны представления К. Прибрама о *голографическом* принципе локализации функций в мозге (Прибрам, 1975). Однако здесь следует учесть два существенных момента. Первое. Голографический принцип работает только в здоровом мозге. Органическое поражение различных участков мозга приводит в тяжелых случаях к необратимому выпадению соответствующих функций, хотя и с возможностью в некоторых случаях их определенной компенсации. Таким образом, мозг не так уж и голографичен. Второе. Фиксация функции в ростральных (где искомая функция определяется впервые) или каудальных отделах коры мозга (в ряде случаев это могут быть результаты повторного тестирования, привыкания, адаптации, автоматизации и т.п.), в правом или левом полушариях не является равноценной по параметрам и свойствам тестируемой функции и зависит от функционального состояния мозга в исследуемый момент, т.е. от ее активационной составляющей.

Представление о потенциальном преобладании активационных параметров речевого полушария позволяет уточнить понятия «ведущее» и «доминирующее» полушарие. *Ведущим*, по-видимому, следует считать речевое полушарие, поскольку его активность преобладает в новых и сложных ситуациях. Термин «доминирующее» полушарие также вполне при-

меним к речевому полушарию, поскольку оно более «ответственно» за планирование, целеполагание, организацию программы действия, формирование стереотипов, включаясь на начальном этапе их выработки. Это особенно наглядно выявляется при повреждении теменной области левого полушария, когда больной не может по инструкции выполнить многие автоматизированные навыки, которые он совершает спонтанно, хотя понимание смысла инструкции у него сохраняется. Иными словами, левое полушарие организует интегральную работу целого мозга. В то же время правомерно говорить и о *доминировании* одного из полушарий как *преобладающей компетентности* в определенной функции или тестируемой в исследуемый момент, имея в виду динамическое преобладание активности одного из них.

Идея динамического характера асимметрии мозга в последние годы разделяется многими авторами. Так, В обзоре известного норвежского исследователя, посвященном проблеме структурной и функциональной асимметрии мозга, основное внимание уделено результатам эмпирических исследований взаимодействия левого и правого полушария методами PET и fMRI в процессе дихотического прослушивания речевых заданий. Эмпирически доказано, что в процессе переключения внимания на левое или правое ухо наблюдается как структурное, так и функционально взаимодействие «восходящих» (bottom-up) и «нисходящих» (top-down) процессов. Делается вывод, что функциональная асимметрия мозга носит скорее динамический и интерактивный характер, а не статично асимметричный, как предполагалось ранее (Kenneth, 2005).

На основании результатов, полученных с использованием электрофизиологических исследований (ЭЭГ, ВП), создается впечатление, что по мере обучения и привыкания общая генерализация возбуждения суживается и сосредотачивается в определенных центрах или фокусах; вследствие чего создаются как бы центры репрезентации и интеграции функции, ответственные за всю новую систему связей (командный фокус). Эта гипотеза созвучна представлению Е.Н. Соколова о командных структурах, точнее о командных нейронах, в которых по мере обучения сосредотачивается управление низшими, более разветвленными системами. Поэтому этот центр является наиболее энергоемким. Он становится ответственным за реализацию и локализацию тестируемой функции в коре в данный исследуемый момент. При этом положение центра интеграции может определяться многими переменными, от которых зависит общий уровень активации

мозга, в конечном счете фиксирующий положение искомой функции, в то время как ее морфологические субстраты конечно же остаются на месте. Иначе трудно понять перемещение зоны максимальной активации, находящейся в начале тестирования в левой лобной области в правую затылочную по мере повторения и привыкания.

В развернутом виде схема усиления энергетического состояния полушарий могла бы быть представлена в общем виде следующим образом: *правая затылочная область → левая затылочная область → правая лобная область → левая лобная область* (здесь имеются в виду только крайние пункты активации). Однако эволюция позаботилась не только об экономии пространства, в котором могли бы реально разместиться названные отделы полушарий, но также и о том, чтобы между полушариями могло осуществляться *взаимодействие*. И как конечный результат эволюции эта схема представлена на рис. 17.4.