

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ ПОЛУШАРИЙ МОЗГА

Е.А.Сергиенко, А.В. Дозорцева

Институт психологии Государственного университета гуманитарных наук,  
Москва

Латерализация психических процессов - важнейшая психофизиологическая характеристика деятельности мозга, основанная на диалектическом единстве двух основных аспектов: функциональной асимметрии (или специализации) полушарий мозга и их взаимодействии в обеспечении психической деятельности человека. В настоящее время межполушарная асимметрия рассматривается как одна из фундаментальных закономерностей работы мозга не только человека, но и животных.

**Морфо-функциональные связи полушарий мозга.** Как известно, головной мозг состоит из большого (конечного) мозга и ствола. Большой мозг разделяется продольной щелью на два полушария: правое и левое. Полушария соединяет межполушарная спайка - мозолистое тело *corpus callosum*, в состав которого входят волокна, связывающие главным образом симметричные участки коры больших полушарий. Это самая крупная спайка. Другими спайками большого мозга являются передняя, задняя комиссуры, комиссура уздечки, комиссуры четверохолмия и гиппокампова комиссура. Полушария большого мозга покрыты слоем серого вещества - коры головного мозга (рис.1).

В настоящее время мозолистое тело и другие комиссуры рассматриваются в качестве проводников, через которые полушария обмениваются информацией и, возможно, "улаживают" проблемы, связанные с конфликтами между независимыми элементами. Поскольку комиссуры являются просто пучками нервных волокон, сами по себе они не могут ничем управлять. Но могут служить каналами, через которые осуществляется синхронизация работы полушарий и предотвращается удвоение усилий или конкуренция. Эта интеграция, возможно, осуществляется просто за счет того, что мозолистое тело служит сенсорным "окном" и обеспечивает отдельное и полное представление всех сенсорных входов в каждом полушарии. Однако, представляется более вероятным, что в норме через комиссуры передаются более сложные, уже обработанные сигналы, информирующие каждое полушарие о событиях в другом и, в какой-то степени,

управляющее соответствующими операциями в них. Это позволяет целому мозгу интегрировать способности отдельных полушарий.

Какие же виды информации передаются через отдельные участки комиссур? Работы М.Газзанига и его коллег показали высокую степень

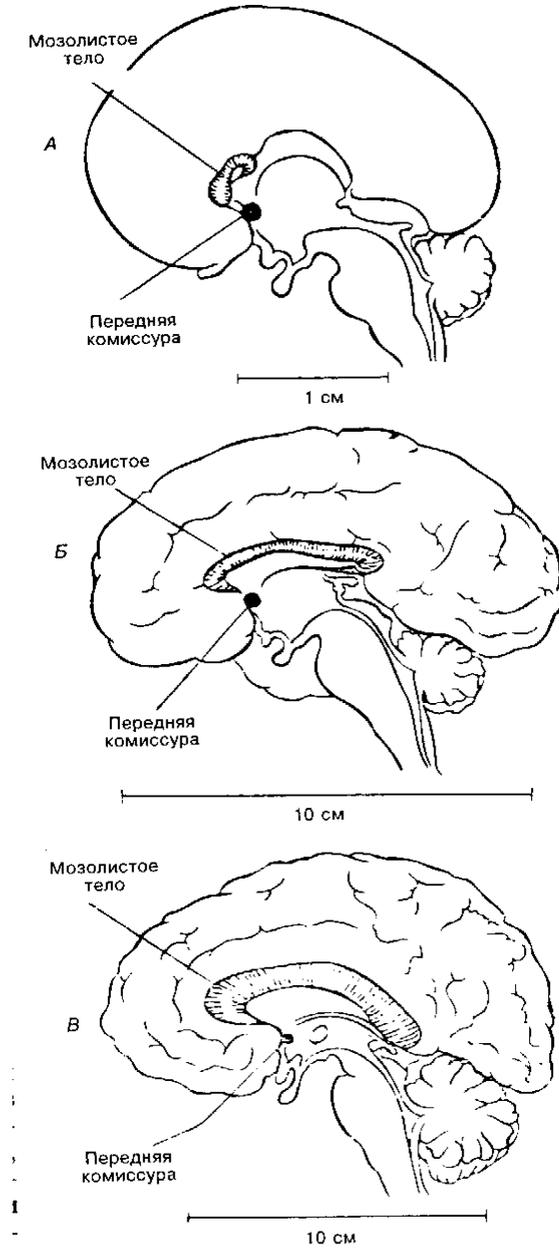


Рис.1. Мозолистое тело и передняя комиссура на трех стадиях развития человека

А.Эмбриональная стадия (16 недель)

Б. При рождении (гестационный возраст 40 недель)

В. Взрослый индивидуум

специализации функций внутри комиссур мозга: части передней области мозолистого тела отвечают за передачу соматосенсорной, или осязательной, информации; задняя треть мозолистого тела, называемая сплениум (splenium), переносит зрительную информацию. Существует мнение, что в переносе зрительной информации принимает участие и передняя комиссура (Gassaniga et al., 1977).

До недавнего времени считалось, что два полушария анатомически идентичны. Однако исследования последних десятилетий показали, что это не так. В 1968 году Н.Гешвинд и У.Левитски сообщили о заметных анатомических различиях между полушариями детально сравнив посмертно мзг 100 человек. Подобная асимметрия может служить материальной основой функциональных различий между полушариями. По-видимому, мозг анатомически и физиологически с рождения имеет некоторую специализацию. Это подтверждается исследованием вызванных потенциалов у новорожденных при предъявлении звуков речи и шуме или музыкальных аккордах. У 9 из 10 младенцев вызванные потенциалы при звуках речи были значительно больше в левом полушарии, чем в правом. При неречевых звуках – у всех младенцев преобладали вызванные потенциалы в правом полушарии (по Блум, Лейзерсон, Хофстедтер, 1988).

### **2.3.1. Некоторые факты из истории изучения функциональной асимметрии мозга**

На протяжении относительно короткой истории исследований человеческого мозга ученые не раз обращались к вопросам о функциях различных его областей. Наиболее ярко это проявилось в попытках деления психических функций человека в соответствии с очевидным анатомическим делением мозга на правую и левую половины.

Первым, кто высказал предположение о том, что мозг не является однородной массой и что центры различных функций могут быть локализованы в различных областях мозга, был немецкий анатом Ф. Галль. Он полагал, что способность к речи локализована в лобных долях мозга. По мнению Галля, форма черепа отражает строение лежащей под ним мозговой ткани и особенности развития мозга каждого человека могут быть определены путем тщательного изучения шишек на его голове.

В научных кругах того времени (XIX века) Галля считали шарлатаном, поскольку достоверных подтверждений его теории не было. Однако основная идея о том, что разные функции контролируются разными областями мозга, нашла многих последователей.

В 1836 г. никому неизвестный сельский врач Марк Дакс выступил с небольшим докладом на заседании медицинского общества в Монпелье (Франция). Этот доклад был первым и единственным научным сообщением Дакса. В течение своей долгой службы в качестве практикующего врача Дакс видел множество больных, страдавших потерей речи - состояния, возникающего в результате повреждения мозга и известного специалистам под названием афазии. Это наблюдение было не новым. Еще древние греки писали о внезапно возникающей утрате способности говорить связано. Но Дакса осенила догадка, что между потерей речи и повреждением одного из полушарий мозга, по-видимому, существует связь. Он обнаружил признаки повреждения левого полушария мозга у 40 наблюдавшихся им больных с потерей речи, а случаев афазии при поражении правого полушария ему обнаружить не удалось. В своем докладе на заседании медицинского общества Дакс суммировал эти наблюдения и сделал следующее заключение: каждая половина мозга контролирует свои, специфические функции; речь контролируется левым полушарием.

Его доклад не имел никакого успеха и вскоре был забыт, а через год Дакс умер, не подозревая о том, что его работа предвосхитила одну из наиболее интересных областей научных исследований второй половины XX века.

Французский профессор доктор медицины Ж. Буйоне не верил в специализацию мозговых структур и предложил тому, кто представит ему больного с повреждением лобных долей мозга, не сопровождающимся потерей речи, 500 франков, а это была значительная сумма.

В 1861 г. на заседании общества антропологов зять Буйо Э. Обуртен повторил утверждение о том, что центр, контролирующий речь, находится в лобных долях мозга. Его слова произвели очень большое впечатление на молодого хирурга П. Брока, присутствовавшего на заседании. Всего за несколько дней до этого в больницу, где работал Брок, поступил пациент, который много лет страдал потерей речи и правосторонним параличом (гемиплегией). Брок предложил Обуртену вместе осмотреть больного. Через два дня после осмотра больной скончался, и Брок получил возможность провести посмертное исследование мозга. Это исследование отчетливо показало, что в левой лобной доле находился очаг повреждения. Брок продемонстрировал препарат на заседании общества и рассказал о полученных данных. Через несколько месяцев им был сделан еще один доклад, в котором представлялся аналогичный первому клинический случай. Доклад вызвал бурные дебаты. Критике подвергалось не только само открытие, но и терминология, предлагаемая Брока. Однако, Брок продолжал отстаивать свою идею,

находил все новые и новые подтверждения локализации центра речи в левой лобной доле мозга. Эта зона получила название зоны Брока.

Через десять лет после публикации первых наблюдений Брока концепция, известная в наши дни как *концепция доминантности полушарий*, стала основной точкой зрения на межполушарные отношения. Чуть позднее, в 1868 г., Дж. Джексон выдвинул идею о "ведущем" полушарии. Он полагал, что "ведущим" является левое полушарие мозга, правому же отводилась вспомогательная роль.

В 1870 г. немецкий невролог К. Вернике сделал необычайно важное открытие - повреждение задней части височной доли левого полушария может вызвать затруднения в понимании речи. Его именем с тех пор называется эта зона мозга. Еще одним свидетельством того, что левое полушарие обладает функциями, отличными от правого, стала работа Г. Липмана по дисфункции, известной под названием *апраксия*. Апраксия определяется как неспособность выполнять целенаправленные движения. Больной с апраксией может в привычной ситуации выполнять обычные действия, но продемонстрировать аналогичные действия по просьбе, в неординарных условиях не может. Липман показал, что хотя такие нарушения не обусловлены общей способностью понимать речь, они связаны с повреждением левого полушария. Он сделал вывод, что левое полушарие управляет как речью, так и "целенаправленными" движениями, но эти два процесса контролируются различными зонами левого полушария мозга.

В изучении проблемы функциональной асимметрии мозговых функций (латерализации) открывались новые направления. Правило Брока хорошо объясняло связь между поражением левого полушария мозга и афазией у праворуких. Леворукие же, как оказалось, образуют две группы: у первых центры речи расположены в полушарии, противоположном ведущей руке (как предсказывал Брока), у представителей другой группы речевые функции локализовались в левом полушарии. Существование второй группы было открыто в результате наблюдения за леворукими больными, у которых афазия возникла вследствие повреждения левого полушария. Эти случаи, названные *перекрестной афазией*, были впервые описаны в 1899 г. Бромвеллом. Они довольно ярко демонстрируют, что в плане функциональной организации леворукость не всегда является просто противоположностью праворукости.

В отечественной неврологии вопросам функциональной асимметрии мозга были посвящены исследования одного из основоположников этого направления медицины в

России Алексея Яковлевича Кожевникова (1836-1902), создателя московской научной неврологической школы. Одна из форм кортикальной эпилепсии названа его именем. В его работах также показана связь нарушений речи у правшей с поражениями левого полушария (1880-1881). Нельзя не упомянуть и имя одного из выдающихся русских психологов - Бориса Герасимовича Ананьева (1907-1972), который явился новатором в постановке и разработке проблемы билатеральной организации мозговых функций, впервые предложил подход к изучению этого вопроса по принципу симметрия-асимметрия.

В последующие годы исследования функциональной межполушарной асимметрииполнились новыми открытиями. В их числе следует упомянуть о двух высокоспециализированных нейрохирургических методах, которые были разработаны в 1930-40-е годы.

В начале 30-х гг. У. Пенфилд и его коллеги в Институте неврологии в Монреале впервые применили для лечения эпилепсии, не поддающейся лекарственному лечению, операцию удаления области мозга, в которой зарождается патологическая электрическая активность. Для того, чтобы уменьшить вероятность повреждения центров, контролирующих речевые функции, в результате таких операций, необходимо было точно определить локализацию таких центров. Столкнувшись с проблемой послеоперационных осложнений, Пенфилд и его коллеги разработали методику, позволяющую картировать эти области мозга с помощью прямого раздражения мозга электрическим током во время операции. При проведении процедуры картирования речевых областей с помощью электрического раздражения больной и хирург отделены друг от друга навесом, сооруженным из хирургических простыней. Третье лицо, выполняющее роль наблюдателя, сидит под навесом вместе с больным. Когда электрод прикладывают к области мозга, в норме управляющей речью, больной теряет способность говорить. Это нарушение называется *афазической остановкой*. Во время всей процедуры больной находится в сознании. Картирование занимает не более 15 мин.

Другой тест, названный по имени его автора, тестом Дж.Вада, имеет большое значение для изучения распределения функций между полушариями. Суть его состоит во временном наркозе каждого из полушарий, вызываемом в разные дни до операции для того, чтобы нейрохирург мог точно определить какое полушарие контролирует речь у данного больного.. Известно, что каждое полушарие мозга кровоснабжается из сонной артерии соответствующей стороны. Таким образом, амитал-натрий (снотворное)

введенный, например, в правую сонную артерию, попадает в правое полушарие. Если препарат введен на стороне полушария, контролирующего речь у данного больного, то пациент остается безмолвным в течение 2-5 минут, если же на другой стороне - возобновляет счет через несколько секунд (рис. 2).

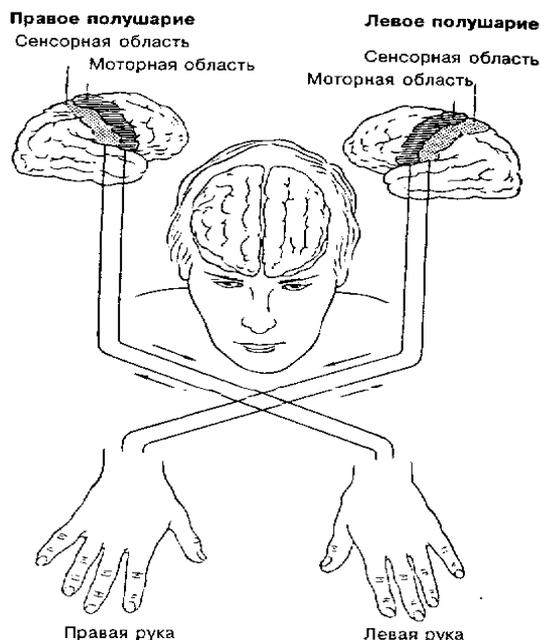


Рис.2. Сенсорные и моторные пути, связывающие мозг и тело, почти полностью перекрещены. Каждая рука обслуживается главным образом противоположным (контралатеральным) полушарием.

В результате исследований Дж.Вада установил, что более чем у 95% праворуких, не имевших ранних повреждений мозга, речь и языковые функции контролируются левым полушарием. У остальных речь контролировалась правым полушарием. Вопреки правилу Брока, у большинства леворуких также обнаруживали расположение речевых центров в левом полушарии, но их было меньше, чем среди праворуких (около 70%). Приблизительно у 15% леворуких речевые центры находились в правом полушарии, а у оставшихся (около 15%) обнаруживались признаки двустороннего контроля речи.(по Блум и другие, 1988).

Появившиеся еще в XIX в. суждения, отрицавшие второстепенность, подчиненность правого полушария, получили свое экспериментальное подтверждение при изучении патологии мозга, функций нормального мозга и мозга животных. Накопление фактов привело к формулировке главной идеи, в корне отличной от левополушарной

исключительности. Каждое полушарие является ведущим (доминантным) в «своих» функциях по обеспечению определенных психических процессов. В 1981 г. Р.Сперри была вручена Нобелевская премия за открытие функциональной латерализации полушарий мозга, каждое полушарие выполняет свои специфические функции.

Итак, к середине двадцатого столетия наука располагала достаточно большим количеством данных, теорий и гипотез в области изучения функциональной межполушарной асимметрии, которые стали основой современных представлений о взаимоотношениях между полушариями и базой для дальнейших исследований. Известна гипотеза К. Сагана (1977), согласно которой наиболее творческие создания культуры - правовые и этические системы, искусство и музыка, наука и техника - являются результатом именно совместной работы правого и левого полушарий. Саган даже предполагает, что человеческая культура является функцией мозолистого тела. Известна гипотеза К. Сагана (1977), согласно которой наиболее творческие создания культуры - правовые и этические системы, искусство и музыка, наука и техника - являются результатом именно совместной работы правого и левого полушарий. Саган даже предполагает, что "человеческая культура является функцией мозолистого тела" (цит. по Спрингер, Дейч, 1983).

### **2.3.2. Теории происхождения асимметрии**

У человека, как и у многих животных, большинство органов парные: две руки, две ноги, два глаза, два уха, две почки, два полушария мозга. Парность органов не означает их одинаковое функционирование. Мы знаем, какая рука у нас ведущая – выполняет наиболее сложные, тонкие операции. У большинства людей – это правая рука. Мы едим, шьем, пишем, рисуем правой рукой. Среди людей - правшей, использующих для точных действий правую руку, 90%, тогда как левши составляют в среднем 10%.

Левши всех рас и культур в прошлом и настоящем находились в меньшинстве среди праворукого окружения.

При изучении вопроса о происхождении левшества выделились три основных направления: "генетическое", "культурное" и "патологическое".

Начиная с 1871 г., когда В.Огль установил высокую частоту семейного левшества среди леворуких испытуемых, обсуждается модель генетического детерминирования леворукости. Постулировался факт наследования левшества, а Ф.Рамалей сформулировал правило о подчиненности леворукости рецессивному распределению по Менделю.

В настоящее время наибольшее распространение получили две генетические модели. Согласно М.Аннетт [Annett, 1973, 1992, 1994, 1995] асимметрия мозга определяется присутствием одного гена, который был назван ею фактором "правого сдвига". Если данный фактор имеется у индивидуума, последний предрасположен быть правой. Если фактор отсутствует, человек может быть либо левой, либо правой в зависимости от случайных обстоятельств. При этом большое значение придается повреждениям мозга в пренатальном и раннем постнатальном периоде, которые могут повлиять на фенотипическую реализацию фактора "правого сдвига".

Более сложная модель была предложена Дж.Леви и Т.Нагилаки (1972). Эти ученые предполагают, что рукость является функцией двух генов. Один ген с двумя аллелями определяет полушарие, которое будет контролировать речь и ведущую руку. Аллель *L* определяет локализацию центров речи в левом полушарии и является доминантным, а аллель *r* - локализацию центров речи в правом полушарии и является рецессивным. Второй ген определяет то, какой рукой будет управлять речевое полушарие - ипсилатеральной или контралатеральной. Контралатеральный контроль кодируется доминантным аллелем *C*, а ипсилатеральный - рецессивным аллелем *c*. Индивидуум с генотипом *LrCC*, например, будет правой с центром речи в левом полушарии. А у индивидуума с генотипом *Lrcc* центры речи будут также в левом полушарии, но он будет левой. Эта модель предполагает, что рукость конкретного человека связана с характером его межполушарной асимметрии и типом моторного контроля.

На вероятность не генетической, а цитоплазматической закодированности асимметрии указывает С.Морган (1978), выдвигая концепцию, согласно которой и мозговая латерализация, и мануальное предпочтение рассматриваются в широком общебиологическом аспекте. Предполагается, что развитие мозга находится под влиянием лево-правого градиента, а это приводит к более раннему и быстрому созреванию в онтогенезе левого полушария, которое при этом оказывает тормозящее влияние на правое - в результате возникает доминирование левого полушария по речи и праворукость.

С "генетическим" направлением непосредственно сочетаются исследования, связанные с выявлением анатомических, физиологических и морфологических стигматов, свойственных правшам и левшам (Gershwind, 1984; Galaburda et al., 1978; Levine, Welch, 1989, Cornish, 1996). Показано, что у правой сильвиева борозда справа расположена выше левой, в то время, как у 71% левой правая и левая борозды примерно симметричны. У правой отмечается больший диаметр внутренней сонной артерии слева

и выше давление в ней, чем в правой, а у левшей - обратная картина. Аналогичная диссоциация выявляется у правшей и левшей при изучении средней мозговой артерии. Гипотеза Н.Гершвинда и А.Галабурды (Gershwind, Galaburda, 1987) также предполагает эндокринное влияние на формирование различий в строении мозга мужчин и женщин. Известна теория Ф.Превика (Previc, 1991), согласно которой церебральная латерализация у человека формируется при асимметричном пренатальном развитии системы внутреннего уха и лабиринта.

Существует и генетико-культурная гипотеза функциональной асимметрии. Английский ученый из Кембриджа К.Лэлэнд и его коллеги считают, что левшество является в равной степени генетически и культурологически обусловленным (Laland et al., 1995).

Альтернативными "генетическим" представляются гипотезы возникновения межполушарной асимметрии, базирующиеся на признании детерминирующей роли культурных условий в формировании руки. "Культурно-социальные" концепции рассматривают правшество-левшество как следствие социального воспитания, опыта, условий жизни (см. [Семенович, 1991]).

Наряду с представленными выше теориями, широко распространены представления о патологическом происхождении левшества. Крайней точки зрения придерживается П.Бэкан (1973), который утверждает, что любое проявление леворукости есть следствие родовой травмы. По мнению А.П.Чуприкова (1975), изменение моторного доминирования является одним из объективных доказательств врожденной энцефалопатии (цит. по [Семенович, 1991]). В подтверждение приводятся факты увеличения левшей среди близнецов, особенности пренатального развития которых предполагают риск внутриутробной гипоксии мозга. В пользу этого подхода говорят и результаты проб Вада, согласно которым повреждение левого полушария на ранних этапах онтогенеза может привести к смене ведущей руки и доминантного по речи полушария.

Изучение вопроса о происхождении латеральности продолжается. Обилие фактов, подчас противоречащих друг другу, показывает, что каждая из теорий функциональной межполушарной асимметрии мозга требует дальнейшего обоснования. Вместе с тем очевидно, что основополагающие принципы вышеперечисленных подходов составляют базу для будущего системного исследования, необходимость которого вытекает из множества проблем и вопросов, оставшихся открытыми.

### 2.3.3. Асимметрии у животных

Исследования, доказывающие существование межполушарной асимметрии у животных, имели бы важное значение для понимания происхождения и смысла асимметрии человеческого мозга. Есть мнение, что асимметрия мозга тесно связана с высшими языковыми способностями. Наличие межполушарных различий у животных, обладающих такими способностями, означало бы, что эта точка зрения неверна. Обнаруженные асимметрии могли бы дать ключ к пониманию подлинных эволюционных основ латеральности. С другой стороны, данные, свидетельствующие об отсутствии этого феномена даже у ближайших родственников человека в эволюции, доказали бы, что асимметрия мозга присуща исключительно *Homo sapiens*, возможно принципиально связана с языковыми способностями. Противоречивые и порой неубедительные данные поиска доминирующего полушария у животных, однако, чрезвычайно любопытны и стимулируют живой интерес к проблеме происхождения асимметрии мозга.

При анатомических исследованиях, проведенных Ж.Лямеем и Н.Гешвиндом (LeMay, Geschwind, 1975) обнаружены структурные асимметрии в височных долях мозга некоторых приматов, сходные с анатомическими различиями, обнаруженными у человека.

Наиболее очевидным признаком латерализации у человека является неравенство рук. В качестве свидетельства наличия асимметрии у животных могло бы быть предпочтение лапы или конечности. Р.Коллинз, Дж.Уоррен с коллегами (цит. по:[Бианки, 1989]) обнаружили, что многие виды проявляют такого рода предпочтение. Например, обезьяны пользуются преимущественно одной и той же конечностью, если задача не требует подключения другой; кошки при выполнении задач, связанных с доставанием объекта обычно использовали одну и ту же лапу; даже мыши выказывали стойкое предпочтение одной лапке при выполнении задачи, в которой они должны были использовать одну конечность, чтобы достать пищу. Оказалось, однако, что приблизительно 50% кошек, обезьян и мышей предпочитали пользоваться правой лапой, а другие 50% оказывали предпочтение левой. Это распределение существенно отличается от того, что обнаружено у людей: 90% предпочитают правую руку и лишь 10% - левую. Полученные результаты дали основание предположить, что предпочтение лапы является действием случайных факторов.

Генетик Р.Коллинз [Collins, 1969] сопоставил модель, объясняющую предпочтение лапы случайными, внешними факторами, с гипотезой о генетической основе стороны

предпочтения. Он проводил исследование по спариванию мышей с одинаковой предпочитаемой лапой. Трижды повторив селективный инбридинг у мышей, Коллинз проверил соотношение лево- и правопалого потомства в последнем поколении. Результаты показали распределение 50 на 50 - то же соотношение, с которого начался эксперимент. Коллинз рассматривал полученные данные как свидетельство против генетического контроля латерального предпочтения у мышей, и утверждал, что определяющим фактором такого предпочтения является случай.

Эксперименты Этлингера и Гаутрин (1971) с обезьянами, например, показали, что выполнение задач на зрительное различение цвета, формы и ориентации объектов одинаково нарушается при повреждении определенных областей левого и правого полушария, и что эти нарушения не зависят от того, какая из конечностей является у обезьян предпочитаемой. Известны исследования Дж. Дьюсона [Dewson, 1977], результаты которых позволили сделать вывод о наличии специализации полушарий у обезьян. Но эти исследования проводились на небольшом количестве животных, а задачи, связанные со зрительным различением простых паттернов и предметов, которые Дьюсон проводил с обезьянами, по мнению Ч. Хамильтона [Hamilton, 1977], возможно, не обнаружили бы свидетельств межполушарной асимметрии и у людей.

Для изучения специализации полушарий у животных проводились также исследования на расщепленном мозге. Наиболее интересными представляются работы Ч. Хамильтона [Hamilton, 1977], проведенные на группе макаков-резусов. Операция для всех животных включала рассечение линии зрительного перекреста, мозолистого тела, передней и гиппокампальной комиссур. Стимулы, после проведенной операции, оказывались адресованными только одному полушарию, и предъявлялись на ипсилатеральный глаз. Для каждой задачи проводилось сравнение ее выполнения левым и правым полушариями, а также контра- и ипсилатеральным по отношению к предпочитаемой руке полушарием. При анализе результатов Хамильтону не удалось выявить ни различия между полушариями в скорости обучения выполнению задач, ни систематической связи между скоростью обучения и полом, предпочтением руки или травмой во время операции. В экспериментах были полностью устранены влияния косвенных факторов. Появились дополнительные свидетельства того, что у обезьян полушария одинаково «обучаются» задачам на различение простых стимулов.

Однако данные Хамильтона позволили выявить, что между полушариями мозга одной и той же обезьяны могут быть стойкие различия в предпочтении картинок.

Необычайно интересными кажутся нам исследования Петерсена с коллегами [Petersen et al., 1978] по изучению асимметрии восприятия звуков японскими макаками. Их обучали различать два типа звуков, издаваемых особями их вида. Звуки записывали на пленку и предъявляли на правое и левое ухо обезьяны в случайном порядке. Обнаружилось, что все исследуемые макаки более точно осуществляли требуемые реакции, когда звуки попадали на правое ухо. Если предположить, что звуки, предъявляемые на правое ухо, передаются левому полушарию, то эти результаты говорят о наличии у японских макаков межполушарной асимметрии в восприятии звуков, издаваемых особями собственного вида.

Необычайно интересными представляются исследования асимметрии у птиц. Ф.Ноттебом и его коллеги [Nottebohm, 1966] показали, что перерезка левого подъязычного нерва, управляющего левой половиной гортани, у взрослых зябликов и канареек приводит к резкому изменению в пении. В противоположность этому, перерезка правого подъязычного нерва, иннервирующего правую половину гортани, имеет минимальные последствия; структура песен частично сохраняется. Дальнейшие эксперименты показали, что правый подъязычный нерв может брать на себя функции управления пением, если перерезка левого нерва была проведена в течении первых двух недель после вылупления птенца.

За последние десятилетие в литературе имеется впечатляющее число фактов, свидетельствующих о латерализации функций мозга у животных и человека (Бианки, 1985; 1989). Были получены подтверждения существования двигательных-пространственных асимметрий даже у беспозвоночных животных, причем эти асимметрии, как правило, имели правостороннее направление. Так, подобные асимметрии были обнаружены у планарий, мучнистого хрущака, у речных раков, у муравьев, а также некоторых позвоночных (Бианки, 1985, 1989). Вероятно в основе функциональной асимметрии у животных лежат какие-то базисные генетические факторы. По отношению к высшим представителям позвоночных, следует признать, что асимметричное функционирование больших полушарий головного мозга является одной из фундаментальных закономерностей его деятельности.

Бианки предложил синтетическую доминантную модель межполушарных отношений, которая базируется на трех основных принципах деятельности мозга: асимметрии, доминантности и комплементарности. Он выделил два основных метода описания окружающего мира, которые специфично реализуются двумя полушариями

мозга. Индукция и дедукция являются фундаментальными методами отражения и познания окружающего мира. Под индукцией и дедукцией следует понимать различную последовательность во времени анализа и синтеза. При индуктивной обработке анализ предшествует синтезу, при дедуктивной - наоборот, синтез предшествует анализу. Экспериментально было показано, что у животных существуют процессы синтеза и анализа и что эти процессы по-разному латерализованы в больших полушариях мозга. Две исходных фундаментальных закономерности позволяют рассматривать принцип индукции-дедукции как общий принцип латерализации. Первая закономерность - относительность полушарной специализации. Это означает, что каждая функция может регулироваться обоими полушариями. В опытах на животных было обнаружено участие двух полушарий при осуществлении определенной активности. Специализация заключалась в доминантной роли одного из полушарий в определенной ситуации и при определенных задачах. Вторая закономерность состоит в динамизме полушарной специализации. На разных этапах обработки информации и реализации действия доминирует то одно, то другое полушарие (Бианки, 1985, 1989). Латерализация функций, исходя из представлений Бианки представлена в табл. 2.1.

**Таблица 2.1**

Латерализация принципов обработки информации в больших полушариях мозга животных (Бианки, 1985)

<b>Левое полушарие</b>	<b>Правое полушарие</b>
Индуктивная обработка	Дедуктивная обработка
Восприятие абстрактных признаков	Восприятие конкретных признаков
Последовательная обработка	Одновременная обработка
Примат аналитического восприятия	Примат синтетического (целостного) восприятия
Восприятие времени	Восприятие пространства

С позиций индуктивно-дедуктивной гипотезы могут быть объяснены основные дихотомии обработки информации. Общая схема церебральной латерализации представлена на рис. 3

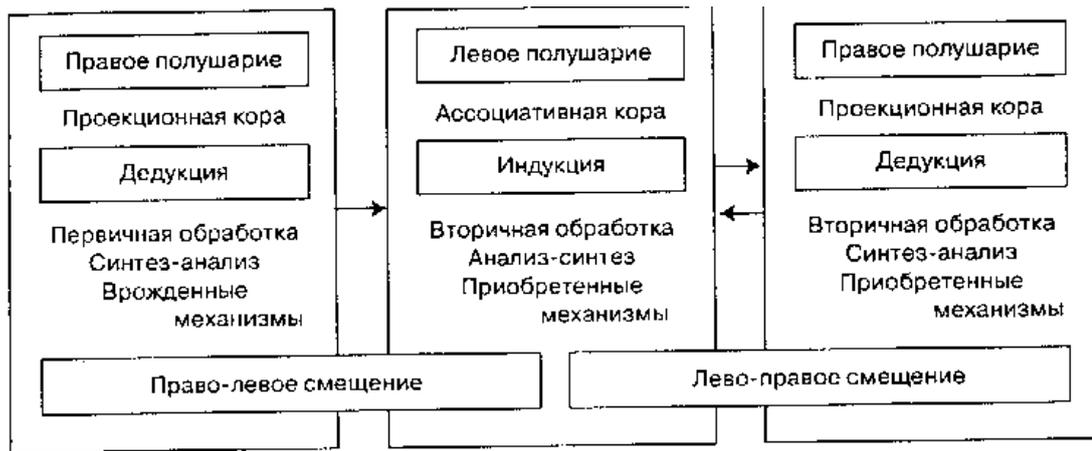


Рис.3. Схема полушарного доминирования в процессе обработки информации.

Нет сомнения в том, что исследования на животных расширяют представления о развитии асимметрии, однако, многие из полученных данных еще требуют дополнительных подтверждений.

#### 2.3.4. Исследование расщепленного мозга

В предыдущем параграфе было упомянуто об исследованиях, проведенных на расщепленном мозге животных, однако первые операции такого типа были произведены у человека и изучение последствий таких операций в значительной мере обогатило знания о межполушарной специализации и функциях спаек мозга.

Операция расщепления мозга, или комиссуротомия, состоит в хирургическом рассечении некоторых образований, соединяющих полушария. Первые операции подобного рода были произведены для облегчения состояния больных с тяжелыми формами эпилепсии при безуспешном терапевтическом лечении судорожного состояния. В начале 40-х гг. нейрохирург из Рочестера Вэгенен произвел несколько первых комиссуротомий. К сожалению, ожидаемый эффект ослабления судорог у больных сильно варьировал. Операции Вэгенена значительно отличались одна от другой, но обычно включали рассечение передней половины мозолистого тела. Несмотря на неудачные результаты, другие исследователи продолжали изучать функции мозолистого тела, проводя комиссуротомии у животных.

Лишь спустя десятилетие, в начале 50-х гг., Р.Майерс и Р.Сперри сделали замечательное открытие, которое стало поворотным пунктом в истории исследования corpus collosum.

Майерс и Сперри, проводя эксперименты на кошках с перерезанным мозолистым телом, показали, что зрительная информация, предъявленная одному полушарию мозга кошки, недоступна для другого. В нормальных условиях стимул воспринимается обоими глазами и обоими полушариями. Если завязать один глаз, другой продолжает посылать информацию к обоим полушариям поскольку полуполя зрения (нозальное и темпоральное) имеют связи с обоими полушариям через ипсилатеральные и контралатеральные пути. При разрушении зрительного перекреста (контралатеральных путей темпорального полуполя зрения), при одном завязанном глазе зрительная информация еще поступает к обоим полушариям через мозолистое тело. Если перерезают зрительный перекрест вместе с мозолистым телом, зрительную информацию получает лишь одно ипсилатеральное полушарие при одном закрытом глазе.

Данные, полученные Майерсом и Сперри, дали возможность пересмотреть результаты работ Вэгенена и снова преступить к операциям расщепления мозга для лечения тяжелых форм эпилепсии у людей.

Ф. Фогель и Дж. Боген решили, что некоторые из ранее произведенных операций не дали положительных результатов потому, что разъединение полушарий было неполным. Эти ученые впервые провели полную комиссуротомию. Результаты этой и последующих операций превзошли все ожидания. На первых порах казалось даже, что, в отличие от влияния на судорожную активность, операция не изменяла личности пациента, его интеллекта и поведения. Однако, более тщательные исследования, проведенные М. Газзанига и Р. Сперри, показали, что все оказалось значительно сложнее.

Нервная система человека устроена таким образом, что каждое полушарие мозга получает информацию главным образом от противоположной стороны тела. Этот принцип контралатеральной проекции относится как к зрению и слуху, так и к движениям тела и тактильным ощущениям. В зрении принцип контралатеральности относится не столько к правому и левому глазу, сколько к нозальному и темпоральному полуполям зрения.. Темпоральное полуполе лежит от центра глаза к виску. Нозальное – от центра глаза к носу. Темпоральное полуполе связано перекрестно с противоположным полушарием контралатеральными путями, а нозальное – ипсилатеральными связями с тем же полушарием. Таким образом, каждый глаз имеет представительство в обоих полушариях. Однако контралатеральные проекции – более древние, раньше развиваются в онтогенезе и имеют приоритетное значение, поскольку обеспечивают информацию от периферии поля зрения. (рис.4).

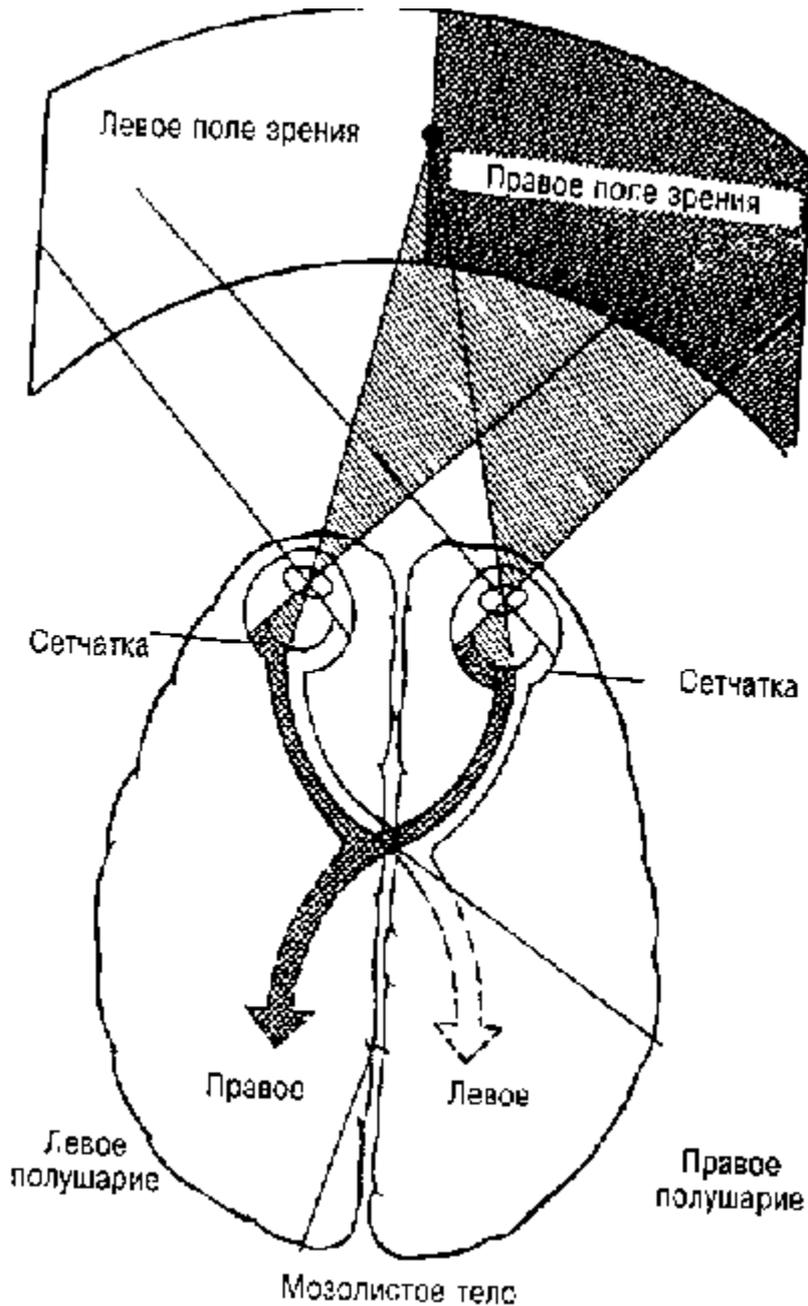


Рис.4. Зрительные пути, несущие информацию к полушариям. При фиксации взора на точке каждый глаз видит оба поля зрения, но посылает информацию о правом поле зрения только левому полушарию, а информацию о левом поле зрения – только правому полушарию. Этот перекрест и расщепление обусловлены характером деления нервных волокон, отходящих от сетчатки. Представительства полей зрения в левом и правом полушариях в норме связаны между собой через мозолистое тело. Если мозолистое тело перерезано, а глаза и голова неподвижны, каждое полушарие может воспринимать только половину видимого мира.

Исследования больных с расщепленным мозгом проводились следующим образом. Больной сидит перед тахистоскопом, который позволяет исследователю точно контролировать время, в течение которого изображение подается на экран. Стимул удерживается на экране приблизительно 0,1-0,2 секунды, чтобы не дать пациенту возможности переместить взгляд с точки фиксации, пока изображение еще находится на экране. Это необходимо для того, чтобы зрительная информация была изначально представлена только одной половине мозга. Стимулы, предъявляемые одному полушарию, называются латерализованными.

Пациенты, давая отчет о стимулах, которые попадали в правое поле зрения (проецирующееся на левое речевое полушарие), не испытывали никаких затруднений. О том же, что было предъявлено в левое поле (адресованное "немому" правому полушарию), больные могли ничего рассказать. Однако, они могли выбрать левой рукой (управляемой правым полушарием) нужный предмет, являющийся копией стимула, который находился среди нескольких предметов, скрытых от взора ширмой.

По мере продолжения исследований пациентов с расщепленным мозгом приходилось сталкиваться с неожиданными результатами. Больные, ранее не способные словесно определить спрятанный от взора предмет, взятый левой рукой, по прошествии некоторого времени были в состоянии называть определенные предметы. Объяснить этот факт можно двояко: с одной стороны, с течением времени правое полушарие больного приобретает речевые способности, с другой - между полушариями мог происходить обмен информацией, который осуществлялся по каким-то другим, неперерезанным путям. Газзанига и Хиллгард предложили термин для названия данного феномена *«перекрестное подсказывание»*. Это явление отражает естественное стремление организма использовать любую доступную информацию для того, чтобы воссоздать целостную картину окружающего мира. Прямой канал передачи уничтожен операцией, и остается лишь возможность использования не прямых намеков, которые становятся единственным средством общения между половинами мозга. После предъявления стимула правому полушарию, левое начинает считать или проговаривать "про себя" название предмета или числа, подавая тем самым сигналы правому полушарию. Поэтому получаемые от правого полушария ответы идут с задержкой, в отличие от быстрых ответов, идущих от левого полушария.

Поведение пациентов с расщепленным мозгом также претерпевает некоторые изменения. У некоторых людей после операции появлялись затруднения в установлении

связи между именами и лицами, снижалась способность решать геометрические задачи, появлялись жалобы на отсутствие сновидений. Были описаны случаи эксцентрического поведения, проявляющегося в соревновании или диссоциации действия рук.

Результаты исследований на расщепленном мозге подтвердили левостороннюю локализацию центров речи у большинства людей. Типичный больной с рассеченным мозолистым телом не способен назвать обычные предметы, изображения которых вспыхивали в его левом поле зрения, т.е. предъявлялись правому полушарию, хотя не испытывает ни малейших затруднений при определении тех же картинок, адресованных в правое поле зрения, т.е. левому полушарию. Правая гемисфера, однако, "знает" о том, что изображено на картинке, и может направлять левую руку так, чтобы та выбрала искомый объект среди нескольких предметов, помещенных за ширмой. Насколько же хорошо может правое полушарие понимать речь? Оказалось, что при предъявлении простых существительных, больные без труда находили соответствующий предмет среди спрятанных. Недостатки в способностях правого полушария начинали проявляться при предъявлении глаголов. По отношению к существительным возможности правого полушария выражались в ограниченности вербального выражения. Правый мозг демонстрировал хорошее понимание, если мог ответить не словами. Наиболее общее объяснение ситуации с пониманием глаголов состояло в том, что глаголы являются более сложными лингвистическими стимулами, и неумение правого полушария обращаться с ними отражает его менее развитые лингвистические способности. Эксперименты Э. Зайделя (Zaidel, 1975, 1978) подтвердили представление о различных языковых способностях правого и левого полушарий, но его работа указывала на то, что различия между полушариями могут быть не связаны с различием существительных и глаголов (рис.5).

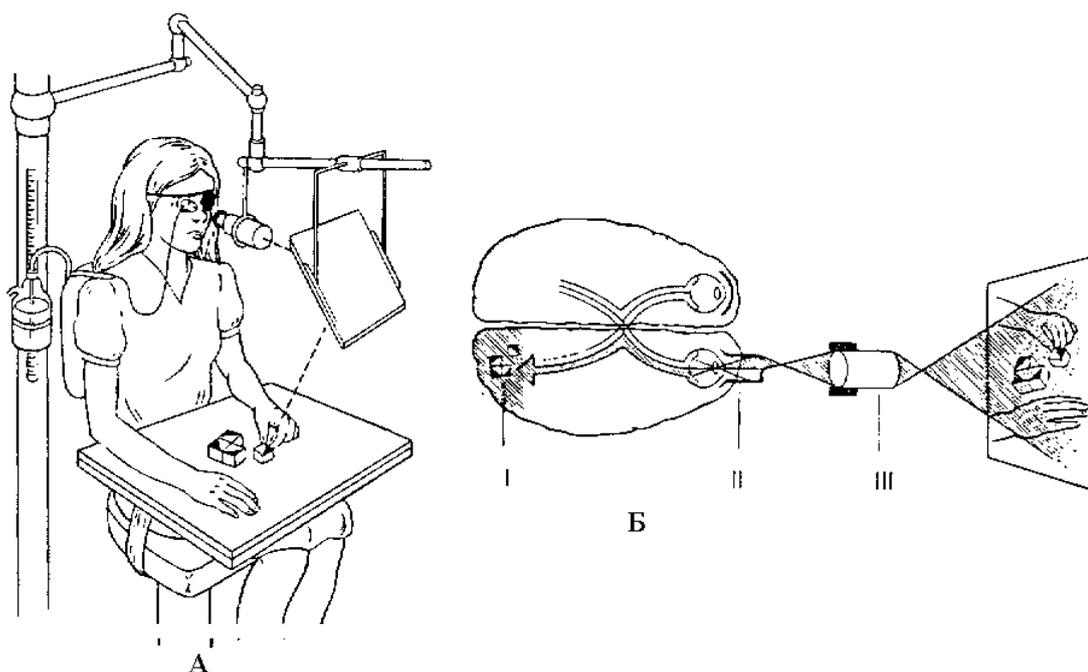


Рис.5. Z-линза в исследованиях Зайделя.

А. Устройство, обеспечивающее постоянное попадание информации к одному полушарию больного.

Б. Поскольку один глаз закрыт повязкой, изображение проецируется только на половину сетчатки одного глаза больного: I – изображение, попадающее в одно полушарие, несмотря на то, что испытуемый может рассматривать все поле целиком; II – Z – линза позволяет изображению попадать только на одну часть сетчатки; III – телескоп уменьшает поле зрения до маленького размера, которое проецируется на поверхность контактной линзы.

Зайдель разработал новый метод ограничения подачи зрительных стимулов к одному полушарию. Он использовал устройство, известное под названием Z-линза. Z-линза - это контактная линза, позволяющая больному свободно двигать глазами, когда он что-то рассматривает, но в то же время она обеспечивает поступление зрительной информации только к одному полушарию мозга пациента. Z-линза дает испытуемому возможность видеть стимул долго, но позволяет исследователю предъявлять этот стимул изолированно одному полушарию.

Зайдель проверял способности каждого полушария к пониманию речевых стимулов, применяя стимулы, которые ранее использовались для исследования детей и больных с афазией. Производилось сравнение показателей, характеризующих способности

правого полушария, которые были получены на выборке детей и больных с афазией, с данными, выявленными у больных с расщепленным мозгом. В тестах с восприятием слов на слух больной с рассеченным мозолистым телом слушал слово, произносимое экспериментатором, а затем рассматривал через Z-линзу три картинки. Задачей пациента было выбрать ту картинку, которая соответствует слову. Пути слухового анализатора организованы таким образом, что информация от каждого уха идет к обоим полушариям. В обычных условиях невозможно определить, одно или оба полушария поняли устное сообщение. А Z-линза позволила Зайделю латерализовать выбор ответа, так что он мог определить, насколько хорошо каждая половина мозга подбирает к сказанному слову его зрительный эквивалент. Работа Зайделя [Zaidel, 1978] показала, что правое полушарие обладает удивительно разнообразными способностями к пониманию. Со словарными тестами правое полушарие справлялось так же хорошо, как мозг нормального десятилетнего ребенка, хотя с выполнением знаковых тестов с предметами оно испытывало затруднения, характерные для больных с афазией. Предположение Зайделя было следующим: разница между полушариями в способности к пониманию несколько меньше, чем думали прежде. Выявленные ранее различия в понимании глаголов и существительных могли быть артефактом способа предъявления стимулов. Когда правое полушарие располагает достаточным временем для того, чтобы обработать глагол (как это возможно в процедуре с использованием Z-линзы), создается впечатление, что оно справляется с заданием так же хорошо, как левое. Тем не менее, полученные результаты так и не дали Зайделю возможности сделать вывод относительно лингвистического "возраста" или "здоровья" правого полушария.

В тех редких случаях, когда повреждение левого полушария имело место в раннем возрасте, больные с расщепленным мозгом демонстрируют способность говорить правым полушарием. Исследования М.Газзанига и коллег [Gassaniga et al., 1979] предполагают, что интактное неповрежденное полушарие может принимать на себя функции поврежденного. Но это пока лишь гипотеза, вызывающая новые вопросы, ответы на которые еще предстоит получить.

Изучение зрительно-пространственных функций полушарий при исследовании расщепленного мозга позволило определить виды деятельности, осуществляемые лучше правым полушарием. Представляется, что восприятие пространственных соотношений между частью и целым осуществляется лучше правым полушарием. Это очень наглядно проявляется при решении задачи с кубиками Кооса. При этом испытуемый с

расщепленным мозгом действует правой рукой нерешительно и медленно, левая же выполняет задание быстро и правильно. Возможно, что правое полушарие доминирует при внешнем выражении понимания зрительной информации. Однако следует принимать во внимание наличие исполнительного манипуляционного компонента в выполнении подобного рода задач. Если же задание сделать только зрительным, асимметрии, обязанные своим появлением правому полушарию, могут исчезнуть или уменьшиться.

Дальнейшие исследования пациентов с расщепленным мозгом расширили представления о межполушарной асимметрии и разграничении роли каждого полушария строились на основе способа обработки информации каждым отдельным полушарием. В соответствии с анализом результатов исследований Дж. Леви и К.Тревартен [Levy, Trevarthen, 1977] пришли к выводу, что левое полушарие специализировано на языковых функциях, следствие этого - преобладание аналитических процессов, а превосходство правого полушария в выполнении зрительно-пространственных задач связано с его синтетическим способом обработки информации. Особого внимания заслуживают эксперименты с «химерными» стимулами (рис.6).

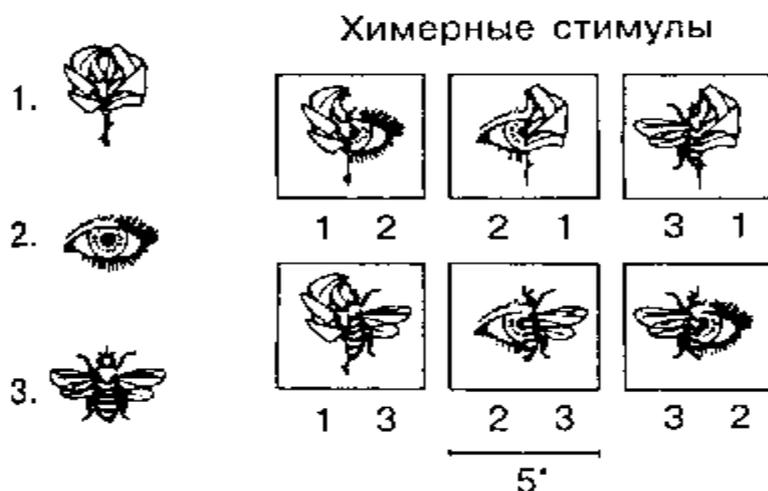


Рис.6. Химерные стимулы, состоящие из половин изображений объектов, предъявлялись с помощью тахистоскопа. Для сравнения показывали картинку обычным способом. Испытуемые с расщепленным мозгом, отвечали, что они видят. Испытуемый называл объект, соответствующий правой половине картинке, не осознавая, что мог видеть только его половину. Когда требовалось указать объект предъявленный слева, то выбирался тот, который совпадал с левой частью химеры. При этом неполнота исходной картинке не воспринималась. При подборе рифм к объектам, основывался на правой части химеры, что указывает на доминирование левого полушария в фонематических составляющих.

«Химерными» называют стимульные изображения, составленные из двух частей различных картинок. Пациента просят фиксировать взор в центре экрана, на котором на короткое время появляется «химерная» картинка. Затем спрашивают о том, что видел испытуемый. В словесном отчете пациент называет то изображение, которое составляло правую половину картинку, когда же испытуемого просят указать на то, что он видел, то пациент указывает на изображение, составляющее левую часть представленного «химерного» стимула. В эксперименте с «химерными» стимулами был открыт феномен *зрительного завершения*. Завершение - тенденция больного с расщепленным мозгом видеть как целое то, что в действительности является частью картины, попадающей на среднюю линию поля зрения. Поскольку левая половина картинку проецируется на правое полушарие, а правая половина - на левое, то факт, что пациент говорит и указывает на целую картинку, свидетельствует о том, что полушария "завершают" предъявленный им фрагмент изображения. Феномен зрительного завершения наблюдается как у больных с расщепленным мозгом, так у некоторых больных, имевших односторонние повреждения зрительных областей мозга. Механизмы этого явления не вполне понятны для обеих ситуаций, но очевидно, что это одна из причин, по которой больные с расщепленным мозгом говорят, что окружающий мир выглядит для них нормально. Вместе с движениями глаз, обеспечивающими поступление информации к обоим полушариям, завершение помогает внести в зрительный опыт единство восприятия в пределах всего зрительного поля. Обзор данных, полученных на испытуемых с расщепленным мозгом, показывает, что специализация полушарий не является феноменом типа "все или ничего", а представляет собой, скорее, некий континуум. Каждое полушарие способно справляться с различными видами задач, но часто одно отличается от другого как по подходу к их решению, так и по эффективности.

### **2.3.5. Развитие асимметрии**

В середине 60-х годов психолог из Корнеллесского университета Э.Леннеберг, сделал вывод, что латерализация функций в мозге развивается постепенно и завершается в период полового созревания. Дальнейшие исследования, проведенные на основании клинических данных, накопленных невропатологом Бассером, о последствиях одностороннего повреждения мозга у детей от 2 до 10 лет, позволили Леннебергу выдвинуть предположение, что латерализация начинается в период овладения языком, но до наступления половой зрелости не завершается.

Ранее мы описывали существующие теории происхождения руконости. Когда же начинается процесс латерализации? Когда он завершается? Эти вопросы обсуждаются и по сей день, появляются новые подтверждения как генетической, так и социальной детерминации межполушарной асимметрии. А.В. Семенович с соавт. (1998) высказывает гипотезу о трех основных уровнях организации межполушарного взаимодействия в онтогенезе. По мнению авторов, на первом этапе, включающем внутриутробный период до 2-3 лет, закладываются основы межполушарного обеспечения нейрофизиологических, нейрогуморальных сенсорно-вегетативных и биохимических асимметрий, составляющих основу когнитивного, аффективного и соматического статуса ребенка. Морфофункциональной основой служат транскортикальные связи стволового уровня - спайки гипоталамо-диэнцифальной области и базальных ядер. Именно здесь, считают исследователи, локализован основополагающий онтогенетический фактор - механизм импринтинга. Для второго этапа (от 3-х до 7-8 лет) характерна активизация межгипокампальных комиссуральных систем. Этот комплекс играет первостепенную роль в организации межполушарного обеспечения полисенсорной межмодальной интеграции и мнемических процессов. На этом этапе, по мнению Семенович, формируется доминантность полушарий мозга по руке и речи, фиксируется право- или левополушарный контроль психологического фактора и межфакторных констелляций. На третьем завершающем этапе, продолжающемся до 12-15 лет завершается процесс формирования транскаллозальных связей. Морфологическая и функциональная зрелость мозолистого тела обеспечивает межфронтальные взаимодействия, обуславливает устойчивость межполушарной организации психических процессов на наиболее важном - регуляторном уровне.

Существует данные, свидетельствующие о наличии асимметрии в раннем периоде жизни, полученные при анатомическом исследовании мозга плодов и новорожденных. Ф. Варга-Кхадем с соавт. [Vargha-Khadem et al., 1979] были произведены измерения 207 экземпляров мозга плодов и новорожденных в возрасте от 10 до 44 недель после зачатия. В 54% обнаружили более длинную височную плоскость слева, в 18% - справа. В 28% существенных различий в величине височной плоскости между двумя сторонами мозга не наблюдалось. Однако, ответа на вопрос о том, является ли анатомическая асимметрия структурной основой функциональной асимметрии не получено до сих пор.

В пренатальном периоде развития плод часто меняет свое положение в матке вплоть до последних недель вынашивания, и нервная система получает стимулы от

механорецепторов внутреннего уха и поверхности тела несимметрично до тех пор, пока голова плода не зафиксировалась в родовом канале (Previc, 1991). Однако уже в этот момент обнаруживается двусторонняя поведенческая асимметрия: большинство детей рождается в левом переднезатылочном предлежании (положении) - феномен, возможно, обусловленный асимметричным статистическим распределением поворотных тенденций плода и небольшой анатомической асимметрией родовых путей.

Сенсорные сигналы, достигающие мозга, резко меняются после рождения. Безусловно, важная двусторонняя асимметрия в стимуляции сенсорных органов обусловлена взаимоотношениями ребенка и матери с первых же дней жизни. Данные, собранные в различных культурах, говорят о том, что в манере матери держать ребенка наблюдается явная левосторонняя тенденция, т.е. младенец находится чаще слева от материнской груди, а его голова и туловище лежат на ее левой руке. Когда мать хочет успокоить дитя, она бессознательно прижимает его к левой стороне своей грудной клетки. В результате ребенок получает возможность слышать удары ее сердца, которые оказывают на него успокаивающее действие [Salk, 1961]. У европейских матерей такой "левый уклон" отмечен в 65-70% случаев. Сходные отношения наблюдаются и в других культурах: в США, у различных индейских племен Северной и Южной Америки, в сельских общинах Шри-Ланки и у неолитического племени эйпо, живущего в горах Западного Ириана на Новой Гвинее (цит. по [О-Й.Грюссер, Т.Зельке, Б.Цинда, 1995]). Левостороннее положение младенца на руках матери отмечается не только у женщин-правшей, но и у левшей. Описан случай подобного левостороннего предпочтения у женщины с правосторонним расположением сердца (*derstracardia*) в ситуации *situs inversus* [Todd, Butterworth, 1998]. Учитывая вышеописанную тенденцию держать ребенка слева у 65-70% матерей, а также асимметрию его слуховых и тактильных раздражителей, можно согласиться с гипотезой, согласно которой значительная часть ранней социальной жизни ребенка характеризуется неодинаковой стимуляцией левых и правых рецепторов положения головы в его вестибулярном аппарате и более выраженным воздействием слуховых и осязательных сигналов на левое, а не на правое полушарие мозга. Как бы то ни было, такое левостороннее положение приводит к асимметричной стимуляции мозга ребенка. Звуки голоса или другие значимые сигналы, исходящие от матери, включая ритмичное биение ее сердца, передаются главным образом в его левое полушарие.

В настоящее время известны работы по определению пренатальных признаков функциональной асимметрии, которыми являются правостороннее предпочтение

поворота головы плода, сосание большого пальца "ведущей" в будущем руки, контакт лица с ладонью ипсилатеральной руки [de Vries, 1996, de Vries et al., 2001, Hepper, 1991]. Описаны ранние постнатальные признаки латеральности, проявляющиеся в асимметрии коленных рефлексов, "позе фехтовальщика" (рис.7), хватательных рефлексов, пальмарного рефлекса, рефлекса Моро, начальных шагательных движений.

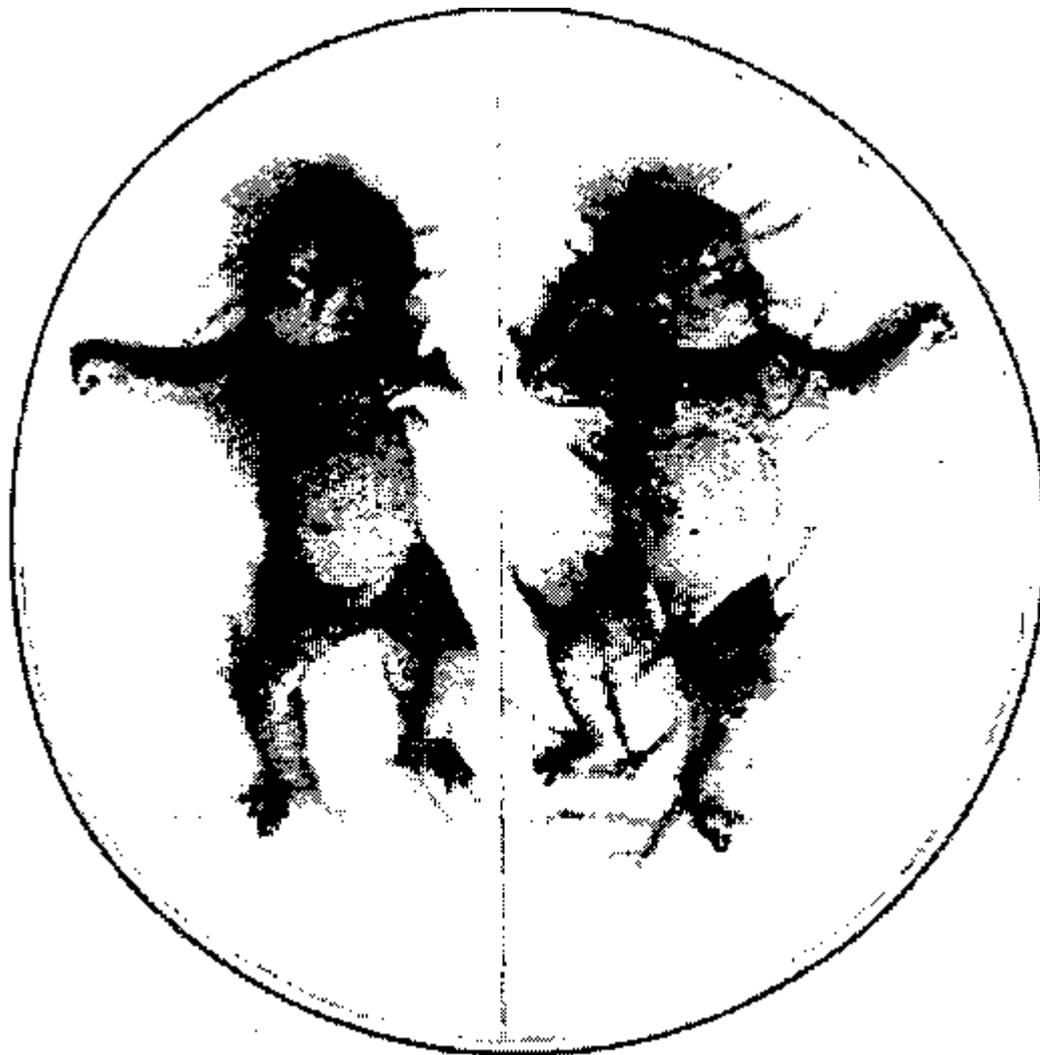


Рис. 7. Врожденная асимметрия позы младенца (поза фехтовальщика).

Для того, чтобы ответить на вопрос, меняется ли с возрастом сама латерализация, следует количественно оценить латерализацию у лиц разных возрастных групп и сравнить степень асимметрии в каждой из них. Такой подход очень широко применялся в исследованиях с дихотическим прослушиванием. Эта методика позволяет латерализовать слуховую информацию. Д.Кимура [Kimura, 1961], сотрудница Монреальского неврологического института, впервые обратила внимание на то, что при определенных

условиях испытуемые более точно идентифицировали слова, предъявляемые на правое, а не на левое ухо. Кимура применяла методику дихотического прослушивания, в которой испытуемые слушают два различных сообщения, подаваемых одновременно так, что каждое ухо воспринимает только одно сообщение. Стимулы, которыми пользовалась Кимура, состояли из пар однозначных чисел, например "два" и "девять". Члены каждой пары записывались на отдельные дорожки магнитной ленты; начало их звучания совпадало. Испытуемые прослушивали через наушники пробы, состоящие из 3-х пар чисел, быстро следующих одна за другой. После каждой пробы их просили воспроизвести в любом порядке как можно больше чисел из шести предъявлявшихся. Кимура обнаружила, что больные с повреждением левой височной доли выполняют задание значительно хуже, чем больные с повреждением правой височной доли мозга. Однако, независимо от локализации повреждения испытуемые обычно более точно воспроизводили числа, подававшиеся на правое ухо. Такое же преимущество правого уха было обнаружено и у здоровых испытуемых. Некоторые сведения по анатомии объясняют, почему подобная асимметрия оказалась неожиданной. В отличие от сетчатки, одна половина которой проецируется на мозг контралатерально, а другая ипсилатерально, каждое ухо посылает информацию от всех своих рецепторов к обоим полушариям мозга. Таким образом, полная информация о стимуле, предъявленном правому уху, изначально представлена в обоих полушариях. То же относится и к левому уху. Даже если обработка речевых сигналов производится только в одном левом полушарии, нельзя рассчитывать увидеть какие-либо свидетельства асимметрии, поскольку каждое ухо имеет прямой доступ к обоим полушариям.

Для объяснения своих данных Кимура привлекла результаты исследований на животных, указывающие на то, что контралатеральные проекции от уха к мозгу мощнее, чем ипсилатеральные. Она предположила также, что при одновременном предъявлении на разные уши двух различных стимулов разница в мощности путей увеличивается настолько, что передача по ипсилатеральному пути подавляется. Приняв эти предположения, можно объяснить преимущество правого уха.

В условиях дихотического предъявления приложенный к левому уху стимул может достигнуть левого полушария одним из двух способов - через ипсилатеральный путь, передача в котором угнетена, или через контралатеральные пути к правому полушарию и затем через межполушарные комиссуры. У стимула, приложенного к правому уху, путь проще: он достигает левого полушария по контралатеральному пути. Поскольку он

поступает в левое полушарие в "лучшем" состоянии, чем его партнер, предъявлявшийся на левое ухо, возникает небольшое преимущество правого уха. Такова модель слуховой асимметрии, предложенная Кимурой.

Итак, для того, чтобы разобраться в вопросе об изменениях латерализации с возрастом использовалась методика дихотического прослушивания. К сожалению, данные полученные в подобных исследованиях не согласуются друг с другом. В обзорной статье Сатса с соавторами [Satz, 1975], посвященной развитию латерализации, авторы насчитали четыре работы с дихотомическим прослушиванием, показывающие увеличение асимметрии в 12-14-летнем возрасте, и пять работ, показывающих либо слабое уменьшение, либо отсутствие изменений асимметрии после 3-5-летнего возраста.

Предпочтение руки развивается наиболее рано. Младенцы, начиная указывать, используют преимущественно правую руку, которая у них становится доминантной. Если учесть, что указывание – вид невербальной символической коммуникации, предшествующий речевому развитию, важна связь этой активности с левым полушарием мозга. Так, у 3- 5 летних детей при выполнении различных действий уже четко определяется ведущая рука. У праворуких, правая рука сильнее, выполняет точные и тонкие движения, лучше отбивает ритм, чаще жестикулирует во время речи, рисует. Левая рука лучше в выполнении заданий на изменение положения пальцев и руки в пространстве, быстрее и лучше определяет форму предмета на ощупь. Слепые дети и взрослые читают алфавит Брайля левой рукой. Таким образом, левая рука лучше выполняет пространственные задачи, определяет пространственные отношения, тогда как правая – с определением временной последовательности.

Принимая во внимание вариабельность результатов исследований, делать заключения относительно изменения асимметрии с возрастом пока преждевременно. Возможно, на этот вопрос дадут ответ дальнейшие исследования, в которых будут использованы более совершенные методы оценки латерализации.

### **2.3.6. Половые различия и асимметрия**

Частота и согласованность сообщений о половых различиях в организации мозга заставляют признать реальность их существования, по крайней мере как рабочую гипотезу. Многообразие методических подходов (клинические исследования, дихотическое прослушивание, тахистоскопическое предъявление) говорит в пользу этого утверждения и приводит к следующему заключению: у женщин латерализация менее выражена, чем у

мужчин. Однако, существует и множество работ, не согласующихся с этим заключением и доказывающих, что различия в асимметрии между полами отсутствуют.

Некоторые гипотезы представляются очень интересными.

**Скорость созревания обуславливает половые различия.** Предположение Д.Вейбер [Waber, 1976] состояло в том, половые различия в асимметрии должны рассматриваться с точки зрения различий в скорости созревания. Вейбер принимала во внимание на тот факт, что женщины обычно достигают физической зрелости раньше, чем мужчины. Она предположила, что скорость созревания может быть систематически связана с различиями в вербальных и пространственных способностях. Выводы ее, полученные при исследовании 80 детей (10 и 13-летних девочек и 13 и 16-летних мальчиков), были следующими: во-первых, рано достигающие зрелости индивидуумы обладают лучшими вербальными способностями, чем пространственными; поздно созревающие лучше справляются с пространственными задачами, чем с вербальными. Во-вторых, у рано созревающих отмечается меньшая латерализация речи, чем у поздно созревающих. Данные Вейбер дают возможность предполагать, что половые различия в вербальных и пространственных способностях и латерализации этих функций могут быть обусловлены не полом, а переменной, которая определенным образом связана с полом, т.е. скоростью созревания.

**Тестостерон обуславливает половые различия в латерализации.** Н.Гешвинд и А.Галабурда [Geschwind, Galaburda, 1987] полагают, что секреция мужского гормона тестостерона, который начинает вырабатываться на третьем месяце развития плода, и у мужского плода сильно преобладает, влияет на скорость пренатального роста полушарий развивающегося мозга. Этот гормон несет ответственность за возможные различия в строении мозга у мужчин и женщин. Высокое содержание тестостерона в период внутриутробного развития замедляет рост левого полушария у мужского плода по сравнению с женским и способствует относительно большему развитию правого полушария у лиц мужского пола. Данное предположение согласуется с большей выраженностью у женщин вербальных способностей (левополушарной), а у мужчин зрительно-пространственных. Если в левом полушарии замедляется процесс миграции нейронов к местам их локализации, как следствие установление необходимых нейрональных связей также оказывается в дефиците, то подобная задержка ведет к леворукости, которая хотя и встречается редко, но гораздо чаще наблюдается у мужчин.

Таким образом можно описать и явления дислексии, которая у мужчин проявляется в четыре раза чаще, чем у женщин и, по-видимому, связана с леворукостью. Гешвинд и Галабурда отмечают, что левши - обычно мужчины - подвержены также заболеваниям иммунной системы. Тестостерон оказывает тормозящее влияние на развитие иммунной системы. Так как леворукость, иммунные расстройства и проблемы речевого обучения (дислексии) имеют тенденцию к семейному распространению, то можно заключить, что некоторые генные комплексы, отвечающие за иммунную реактивность, регулируют и уровень тестостерона, то наблюдается или избыточность секреции, либо повышенная чувствительность к нему у отдельных людей.

**Эволюционные факторы лежат в основе половых различий в латерализации.**

Дж. Леви [Levy, 1969, 1977] предполагала, что в основе половых различий в латерализации лежат эволюционные факторы. В подтверждение своей гипотезы она приводит следующие доводы: в ходе эволюции человека мужчины выполняли роль охотников и руководителей переселений, и те из них, которые обладали хорошими зрительно-пространственными способностями, имели преимущество в ходе естественного отбора. Женщины же могли испытывать давление отбора в отношении навыков, связанных с воспитанием детей, - таких как использование речи в качестве средства общения, а также развития социальной чувствительности и легкости невербального общения. Леви предполагает, что большая билатеральность в распределении функций может облегчать развитие навыков, необходимых для женщин, тогда как более строгое разделение функций необходимо для обеспечения высокого уровня развития зрительно-пространственных навыков у мужчин.

Между латерализацией и способностями могут существовать взаимоотношения, различные для различных задач. Если это так, то было бы чрезвычайно интересно узнать, почему мозг столь по-разному организуется для оптимального осуществления различных функций. Пока существуют лишь предположения о взаимоотношениях между латерализацией и способностями. Тот факт, что распределение способностей у лиц разного пола в значительной мере перекрывается, дает основание полагать, что сам по себе пол не следует использовать в качестве основного критерия оценки различий в латерализации мозговых функций.

### 2.3.7. Специализация левого и правого полушарий

Мнения исследователей относительно компетенции двух полушарий при решении разных задач в основном сходны, гораздо меньше согласия достигнуто по вопросу о природе фундаментальных характеристик, определяющих межполушарные различия.

В настоящее время утвердилось мнение, что левое полушарие доминирует в формальных лингвистических операциях, включая речь, синтаксический анализ и фонетическое представление. Правое полушарие у больных с расщепленным мозгом проявляет почти полную неспособность к активной речи, не может различать времена глагола, множественное и единственное число, правильно понимать предложения со сложным синтаксисом или требующие значительной нагрузки на кратковременную вербальную память, неспособно к фонетическому представлению. Однако оно узнает звучащее слово и хорошо улавливает ассоциативные значения отдельных произносимых (или написанных) слов, что свойственно также многим видам птиц и млекопитающих. Уникальные особенности левого полушария у человека включают высокоразвитое программирование артикуляционного аппарата и обладание тонкими программами различения временных последовательностей фонетических элементов и причинно-следственных связей, выражаемых синтаксическими средствами.

Нарушение способности к чтению и письму (дислексии) связывают с анатомическими аномалиями левого полушария. Однако степень проявления и частота дислексий могут зависеть от языка, на котором человек учится читать. Так, среди населения стран Запада число дислектиков составляет 1-3% населения, в Японии их число в 10 раз меньше. В японском языке используется два вида письма: кана, где символы соответствуют слогам, и кандзи, где символами служат иероглифы, отображающие не звуки, а понятия или предметы. При поражении левого полушария мозга вследствие инсульта, японские больные сохраняли способность читать слова на кандзи, но теряли возможность читать на кана. Данные факты подтверждают возможность локализации зрительно-пространственного восприятия правой половиной мозга. Известно, что некоторые американские дети, страдающие дислексией, успешно обучились читать по-английски, представленном в виде китайских иероглифов (цит. по [Блум, Лейзерсон, Хофстедтер, 1988]).

Язык жестов, применяемый глухими людьми, также основан на зрительно-пространственных способностях.

Один из видов языка жестов, применяемый для коммуникации, является американский язык жестов (american sign language), в котором каждый знак представляет слово, слова организованы в грамматическую структуру. Клинические данные подтверждают, что люди, пользующиеся этим языком, не способны активно его использовать или понимать из-за повреждения левого полушария в тех областях, где происходит обработка звуковой речи у лиц, обладающих слухом. Исследование глухих людей, использующих язык жестов с очень раннего возраста, показали, что у них левое полушарие доминировало над правым и при решении зрительно-пространственных задач.

Интересно отметить, что большинство людей, читающих по Брайлю, предпочитают пользоваться левой рукой для распознавания знаков. Это пример взаимодействия координации специализации правополушарных и левополушарных функций.

Вербальная и невербальная коммуникации позволяют человеку использовать два канала, две подсистемы получения и обработки информации. В настоящее время накоплено много данных о важной роли невербальных средств коммуникации (жестов, мимики, пантомимики, невербальных компонентов речи) в жизни человека. Так, например, частота основного тона речи и ее изменения являются носителями информации не только о эмоциональных характеристиках высказывания, но и позволяют судить о возрасте, поле, некоторых индивидуально-личностных особенностях человека. Невербальная коммуникация является функцией правого полушария. Способностью к невербальным коммуникациям обладают и животные. Она раньше вербальных способностей появляется в онтогенезе человека. Эволюционно-историческая древность невербальных функций позволили выдвинуть предположение о правополушарном приоритете в латерализации мозга.

Данные Л.Р.Зенкова и Л.Т.Попова (1987), полученные при обследовании больных с левополушарными повреждениями мозга, позволяют авторам выдвинуть гипотезу, что правое полушарие специализируется на коммуникации посредством иконических знаков, а левое - символических. Иконические знаки являются формой образных представлений.

В работах С. де Шонен и Э. Метиве (De Schonen, Mathivet, 1989), Ф.Симон с соавт. (Simon et al., 2000), Кохен и Кэшон (Cohen, Cashon, 2000) на основе анализа физиологических и психологических данных, полученных на животных, младенцах и взрослых, обосновывается гипотеза об опережающем развитии правого полушария в раннем онтогенезе человека. Узнавание лица в первые месяцы жизни младенца обеспечивается взаимодействием двух составляющих: эндогенной (нейрональные связи

разных отделов мозга, синоптическая компетенция и стабилизация, становление межполушарных связей) и экзогенной (средовая регулярность, т.е. частота с которой встречаются в окружении специфические лица в определенном контексте полимодальных сигналов, ограничения зрительной селективности младенцев в течение первого месяца жизни, особенности их сензитивности к низким пространственным частотам). Асимметрия в развитии полушарий с опережением в развитии функции правого полушария определяет не только узнавание лица, но и многие особенности когнитивных функций на начальных этапах развития. Правое полушарие имеет преимущества при различении паттернов на основе их конфигурации (глобальных характеристик). Левое полушарие - при детальной оценке (локальных характеристик). Развитие локальных процессов начинается на несколько месяцев позже, чем развитие глобальной оценки, предполагающей континуальность. Так, континуальная информация, обеспечивающая общую, контекстуальную оценку ситуации, характерна для правополушарного типа обработки. (подробнее о правополушарном преимуществе в раннем онтогенезе см. [Сергиенко, 1992]).

Мы считаем важным тот факт, что на первых этапах онтогенеза происходит непрерывное образное накопление информации о мире для дальнейшей ее детализации в дискретные образы и схемы.

Специализация мозга в процессе становления речевой функции обладает значительной пластичностью. Удаление коры левого полушария при раковой опухоли у взрослых пациентов приводит к тяжелым необратимым речевым потерям. Однако если подобная операция по удалению левого полушария проводилась в младенческом возрасте, то это почти не сказывалось на развитии речи. Стандартные тесты на оценку вербальных способностей не выявили различий в речевом развитии детей перенесших операцию и нормальными сверстниками. Не было обнаружено и различий при удалении правого или левого полушария.

Только тонкий анализ развития речевых способностей у детей с удаленным полушарием показал наличие у этих детей трудностей в оценке грамматических правил (цит. по [Блум, Лейзерсон и Хофстедтер, 1988]).

В ранний период жизни мозг обладает огромными возможностями компенсации. С возрастом пластичность мозговой организации уменьшается. Дети более старшего возраста, перенесшие операцию на левом полушарии, могли разговаривать, но делали много грамматических ошибок и хуже понимали речь.

Правое полушарие лучше левого различает ориентацию линий, кривизну, многоугольники неправильных очертаний, вертикальные и горизонтальные ряды точек в точечных матрицах, пространственное положение зрительных сигналов, глубину в стереоскопических изображениях, сходство или различие между непрерывным и фрагментарным контурами. Оно демонстрирует превосходство и во многих других задачах, требующих мысленного преобразования пространственных отношений или интеграции и синтеза общей формы.

При исследовании методом электрошока (одностороннего воздействия по медицинским показаниям) на взрослых испытуемых были получены следующие характеристики “левополушарного” и “правополушарного” типа организации психических функций. У “левополушарного” человека страдают виды психической деятельности, связанные с образным мышлением: он не воспринимает интонационный состав речи, мелодии, словоохотлив, имеет богатый словарный запас, усилены виды психической деятельности, лежащие в основе абстрактного мышления: наблюдается склонность к классификации. Отличается положительным эмоциональным тонусом. “Правополушарный” человек демонстрирует резкое снижение речевых способностей, классификация нарушена, объясняется охотнее мимикой и жестами, хорошо различает изменение интонации. Отличается образным мышлением. Преобладают отрицательные эмоции. (Деглин, 1995).

В табл. 2.2 представлено распределение функций между двумя полушариями у взрослых здоровых испытуемых-правшей.

**Таблица 2.2**

Латерализация и распределение доминирования неокортикальных функций у правшей (О.-Й.Грюссер, Т.Зельке, Б.Цинда, 1995).

<b>Левое полушарие</b>	<b>Правое полушарие</b>
Устная речь	Метафорный смысл речи
Чтение	Чувство юмора
Письмо	Эмоциональная окраска речи
Вербальное мышление	Интонация устной речи (просодия)
Метр прозы и поэзии	Звуковысотные отношения, тембр и гармония в музыке
Ритм музыки	Пространственные понятия и представления, стереоскопическое зрение, вращение в пространстве
Название цветов	Пространственные координаты, общая пространственная ориентация
Классификация цветов	Геометрия, игра в шахматы
Счет	Восприятие "гештальтов"
Правая часть внешнего пространства	Левая и правая части внешнего пространства
Интерпретация мимики и жестов	Распознавание мимики и жестов
	Узнавание лиц
	Эмоциональные реакции

"Пространственное" правое и "временное" левое полушария обладают способностями, позволяющими им вносить важный вклад в большинство видов когнитивной

деятельности. Комплементарность специализированных функций двух полушарий определяет то, что модели действительности, конструируемые нормальным мозгом и качественно отличные от простого суммирования типов репрезентационных стратегий, свойственных каждому отдельному полушарию, дают человеку возможность видеть и воспринимать окружающий мир во всем его многообразии.

### **2.3.8. Профили функциональной асимметрии**

В определении профиля асимметрии психических функций долгое время преобладал подход, связывающий доминантность только с рукостью. В настоящее время рассматривается профиль асимметрии - преобладание левой или правой частей в совместном функционировании парных органов (Доброхотова, Брагина, 1994). Профиль асимметрии выражает соотношение доминирования рук и ног, зрения и слуха.

В исследованиях, выполненных под руководством Т.А. Доброхотовой и Н.Н. Брагиной, было изучено 100 здоровых испытуемых, студентов и аспирантов, в возрасте 18-26 лет. Среди них 50 мужчин и 50 женщин. Результаты исследования, представленные в таблицах 2.3 и 2.4, во многом разрушают представление о латерализации функций, раскрывают многообразие распределения, значительно отличающееся от дихотомичного рассмотрения, основанного только на доминантности руки.

**Таблица 2.3**

Профили асимметрии здоровых испытуемых

(цит. по: [Доброхотова, Брагина, 1994])

<b>Профили асимметрии</b>	<b>Все</b>	<b>Мужчины</b>	<b>Женщины</b>
<b>1. Правый</b>	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>36</b>
<b>2. Преимущественно правый</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>42</b>
<b>3. Смешанный</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>14</b>
<b>4. Преимущественно левый</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
<b>Всего</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Таблица 2.4.**

Частота в % правой (П) и левой (Л) асимметрии у всех изученных мужчин и женщин разными профилями асимметрии(цит. по Доброхотова, Брагина ,1994)

<b>Профиль асимметрии</b>	<b>Асимметрии</b>				<b>Все</b>	<b>Мужчины</b>	<b>Женщины</b>
	<b>Рук</b>	<b>Ног</b>	<b>Глаз</b>	<b>Ушей</b>			
<b>Преимущественно правый</b>	П	П	П	Л	21	24	18
	П	П	Л	П	8	4	12
	П	Л	П	П	13	14	12
	Л	П	П	П	1	2	-
<b>Смешанный</b>	П	П	Л	Л	5	2	8
	П	Л	П	Л	5	6	4
	П	Л	Л	П	2	2	2
	Л	П	Л	П	1	2	-
<b>Преимущественно левый</b>	П	Л	Л	Л	3	2	4
	Л	Л	П	Л	3	2	4
<b>Всего</b>					62	60	64

Интересно отметить, что у здоровых испытуемых обнаружилось 4 профиля асимметрии при отсутствии левого и симметричного профиля. Полные правши составляли только 38%. Не было обнаружено ни одного полного левши - с левым профилем асимметрии. Среди частичных левшей большинство составляло с одним проявлением левшества (43%), левшей с двумя признаками левшества меньше в 3 раза (13%), а с тремя признаками левшества меньше в 7 раз - 6%.

Из 43% имеющих только одно проявление левшества наиболее часто встречается левая асимметрия слуха (21%), далее ног - 13%, зрения - 8% и только у одного мужчины (1%) - леворукость. Из 13% здоровых с двумя проявлениями левшества - это было сочетание слуха с глазостью (5%) и слуха с левоногостью (5%), 2% - левая асимметрия ног и зрения и только у одного мужчины левая рука выступали вместе с левоглазостью.

Самым частым было левшество слуха- у 37%, а у 21% оно было единственным признаком левшества при правшестве других правых органов. Второе место занимает левшество ног (26%), на третьем - левшество зрения (19%) и реже всего леворукость - 5%.

Выявились различия между мужчинами и женщинами. У мужчин наблюдается правый и преимущественно правый профили асимметрии с большей частотой, чем у женщин. Смешанного и преимущественного левого профиля асимметрии у мужчин наблюдается реже, чем у женщин.

Из приведенных данных видно, что изучение асимметрии парных органов дает более детальную и сложную картину распределения латерализации в популяции, чем оценка функций одного или двух органов.

Поскольку левосторонняя асимметрия является наиболее интересным феноменом, требующим изучения, остановимся более подробно на особенностях левшества.

### 2.3.9. Левшество

Левши давно известны как предпочитающие левую руку при мануальных действиях, жестикуляции. Однако левшество включает не только леворукость, но и левоногость, которая изучена значительно хуже также сенсорное левшество - зрения и слуха.

**Леворукость.** Данные о проявлении леворукости приблизительно одинаковы и колеблются от 4,3 % до 7,3%.

Интересным являются данные о половой, возрастной частоте леворукости, о ее зависимости от рода деятельности.

Так левшами были более 50% детей, родившихся с весом менее 1 кг. Отмечается снижение выраженности частоты леворукости при взрослении детей: в возрасте 7-8 лет леворуких - 13,3% мальчиков и 10% девочек; в 14-15 лет - 4,4% и 4,1%, а в 16-17 лет - 3,5% и 3,3%. В.А.Айрапетянц рассматривает подобное снижение традицией переучивания детей в школе (Айрапетянц, 1985).

Многие авторы отмечают большую выраженность леворукости среди мужчин. Причем левшество считается более частым среди транссексуалов и гомосексуалистов, чем среди лиц с полной сексуальной дифференциацией.

Леворукость чаще встречается среди артистов, художников, спортсменов игровых видов спорта и реже среди инженеров, но чаще встречается у лиц занятых физическим трудом. При этом леворуких не оказалось среди спортсменов-стрелков, баскетболистов, штангистов. Большое число левшей обнаружено среди каратистов (16%) и борцов (Ермаков, 1988).

Чрезвычайно интересными являются данные о различной частоте левшей в разных регионах земли.

По данным, полученным в восьмидесятые годы, леворукие составляли 3,2% жителей Луганска; 3,4% - Москвы, 6% - Армении. 33,8% коренных жителей Таймыра оказались леворукими и только 10,2% - приезжего населения. В Голландии леворукость установлена у 11,2%, а средней полосе России составляет 6,7%.

Наблюдения показывают рост леворукости в период с 1900 по 1969 г. Брекенбридж [Brackenbridge, 1981] полагает, что рост леворукости связан с двумя причинами: первая - это улучшение акушерской помощи и врачебной помощи новорожденным, что уменьшает летальность детей, рожденных с мозговой патологией, которая сопряжена с вероятностью леворукости. Вторая причина - снижение социально-культурного давления на леворуких, которое связано с ростом понимания причины леворукости как биологической особенности, а не патологии или дурной привычки (цит. по: [Доброхотова, Брагина, 1994]).

**Левоногость** выражается в доминировании левой ноги под правой по частоте ее использования, скорости и точности движения, длине шага, лучшему произвольному контролю при регуляции движений. Левоногие при ходьбе необозначенной местности отклоняются вправо за счет большей длины шага левой ноги. Кривая движения приближается к кругу с направлением по ходу часовой стрелки. Правоногие отклоняются влево и направление их движения может быть описано кругом, с направлением против хода часовой стрелки.

Данные о левоногости очень мало. Данные о соотношении левоногости и леворукости и их несовпадение противоречивы. Известно, что у детей частота левоногости увеличивается с возрастом (в противоположность леворукости): в возрасте 7-8 лет левоногих было 10% девочек и 13,3% мальчиков; в 14-15 лет - 13,5 и 13,2%, а в возрасте 16-17 лет - 27% и 19,9% соответственно (Айрапетянц, 1987).

**Сенсорное левшество.** Асимметрия органов чувств рассматривается не как самостоятельная группа, а в их отношении к рукости. Левшество в зрении исследуется по прицельной способности, при этом данной способностью чаще превалирует в правом глазу 62,6%, левая асимметрия - у 30% и симметрия - у 7,4%.

Асимметрия слуха проявляется в остроте восприятия вербальных и невербальной информации, локализации источника звука, латерализации субъективного слухового

образа. Метод определения асимметрии слухового восприятия был описан выше при анализе дихотомического прослушивания. Левшество в слухе встречается значительно чаще, чем леворукость. Левоухость часто сочетается с праворукостью у детей и у взрослых. Левоухость может быть единственным признаком левшества в правом профиле асимметрии.

Моторные и сенсорные проявления левшества интегрируются в целостную систему особенностей психической организации левши. Несмотря на то, что в человеческом обществе всегда существовали левши, однако организация социального общества была ориентирована на мир правшей. Т.А. Доброхотова и Н.Н. Брагина справедливо замечают, что "...уклад жизни, обычаи (военные приветствие, рукопожатие), обучение детей, условия труда и быта, правила поведения спортивных состязаний и т.д. складывались по единому образцу. В том смысле, что стихийно учтенными оказались правые асимметрии человека. Такой мир удобен для правшей" (Доброхотова, Брагина, 1994, с. 19). Левши должны приспособливаться к правому миру, но левосторонний тип биологической организации остается для них естественным, часто вступая в конфликт с правой организацией. Причем в языковой культуре закреплено понимание "правый" в значении "правильный", "правдивый, честный" а "левый" - "неправильный" "незаконный", "нечестный". В подобном понимании левшества как показателя чего-то плохого отражается неизученность левшей с точки зрения особенностей их психической организации.

Противопоставление правое – левое, прослеживается во многих мифах и символах человеческой истории. Так, в христианской культуре символика правого, следовательно, верного, отражена в Евангелии от Матфея, когда благословение Господа, даруется тем, кто по правую сторону от него, а проклятие, тем, кто по левую. Жители Танзании соотносят правое с мужской силой, умом, прохладой, а левое – с женщиной, слабостью, жарой и глупостью.

Сходный характер противопоставления правого и левого у различных народов связан с универсальностью праворукости. Мир, создаваемый людьми, ориентирован для правшей. Это правый мир. Многие орудия труда специализированы для правшей (ножи, ножницы, спортивное снаряжение, например, парашют, кольцо которого находится справа, швейная машинка, станки и прочее), пространство жизни предпочтительно ориентировано для правшей – ручки двери, выключатели, замки, главные объекты жизнеобеспечения – все служит праворуким людям, дает возможность быстрее ориентироваться, эффективно

выполнять действия. Мы часто даже не замечаем асимметрии устройства нашего мира, потому что мы либо правши, либо научившиеся жить в правом мире левши.

Другая точка зрения на левшество состоит в том, что они имеют одинаковые с правшами психические особенности, социальные возможности и достижения. Сопоставление правшей и левшей по основным показателям познавательных способностей не выявила значимых различий. Однако такая оценка правомерна только для части левшей. Особенности психической организации левшей наиболее ярко проявляются в ситуациях повышенной нагрузки, в стрессовых условиях. Отмечаются ошибки восприятия в виде зеркального отражения, пространственные иллюзии, что может привести и приводит к аварийным ситуациям у летчиков (Бодров, Доброхотова, Федорчук, 1986).

Существуют доказательства, что левши имеют преимущества в развитии интеллектуальных способностей, эмоциональном развитии, лучше адаптируются к климатическим условиям. У леворуких мужчин и женщин была обнаружена большая креативная способность, они были более эмоциональны, чем правши, у них ярче выражены художественные способности, пространственные способности (цит. по:[Доброхотова, Брагина, 1994]). Левшами были многие гениальные люди, известные в истории. Среди них Леонардо да Винчи, Микеланджело, Пабло Пикассо, Александр Македонский, Юлий Цезарь, Карл Великий, Наполеон, Жанна д'Арк, Льюис Кэрролл, Н.Лесков, выдающиеся ученые И.П.Павлов, Максвелл, Пуанкаре, знаменитый Пол Маккартни («Битлз») и президент США Бил Клинтон. Многие из них писали левой рукой и зеркально.

Очевиден большой разброс мнений, концепций о психических возможностях левшей. Возможно такое положение связано с более резкой выраженностью различий среди левшей: или гениальность, одаренность или дефицит в психической организации. В литературе есть данные о большей, чем среди здоровых частоте леворукости у детей с неврозами и больных с конституциональной психопатией (Радил, 1986). Однако, показано большое разнообразие профилей асимметрии у левшей, что может обуславливать особенности их психической организации.

Обсуждая данные исследований особенностей асимметрии психических функций левшей и правшей, Доброхотова и Брагина выдвинули гипотезу о фундаментальной роли пространства и времени в нарушении симметрии функций полушарий и соотношении “асимметричный мозг - асимметричное сознание”, а также о своеобразии целостности мира правшей и левшей. На рис.8 представлены схемы пространственно-временной

организации психической деятельности правши и идеального левши. (подробнее см.: [Доброхотова, Брагина, 1994]).

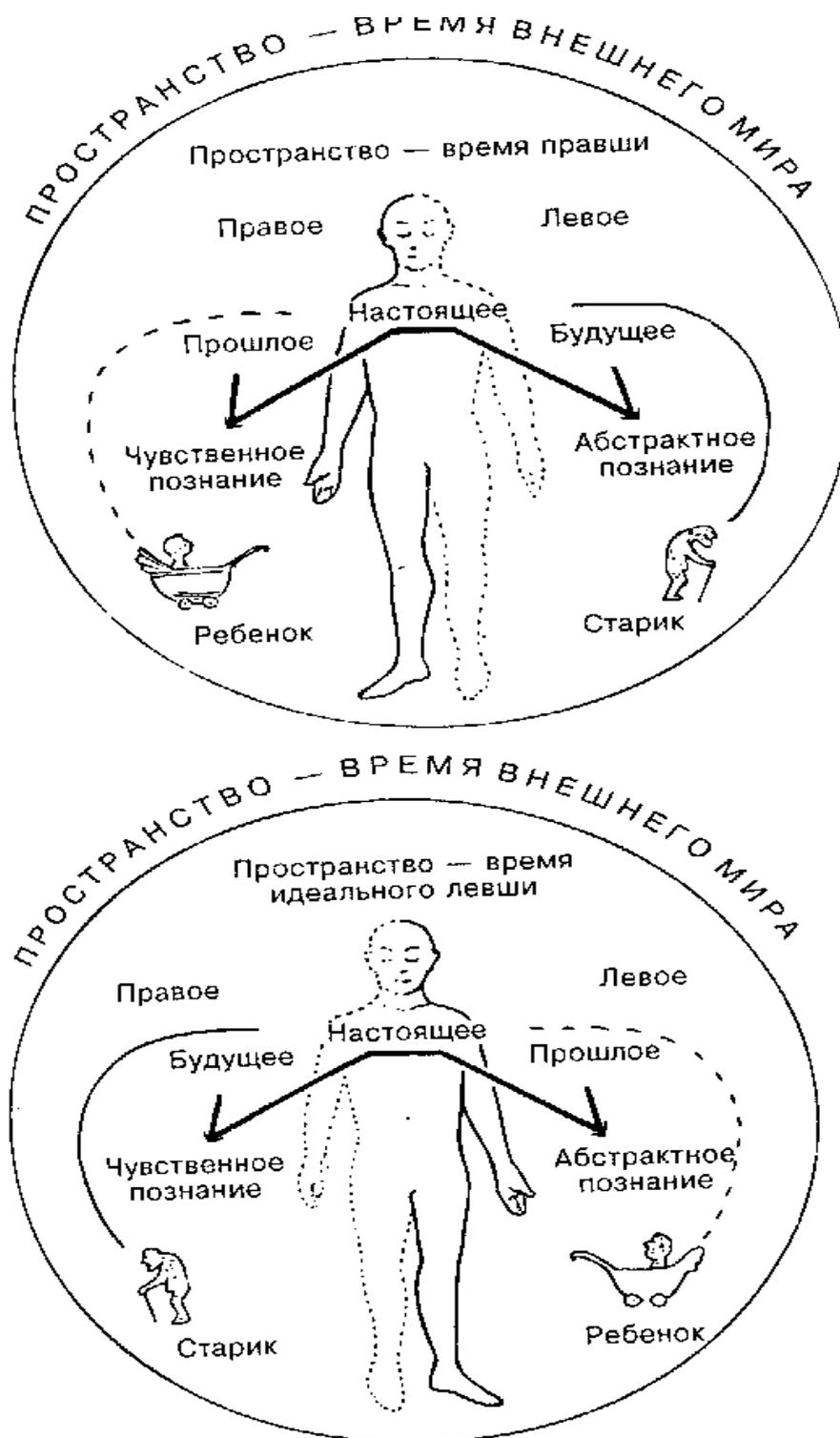


Рис. 8. Схематическое представление пространственно — временной организации психической деятельности правши и идеального левши, несуществующего в реальном мире (по Доброхотовой, Брагиной, 1994).

### 2.3.10. Патология и функциональная межполушарная асимметрия

Патологические процессы могут быть связаны с межполушарной асимметрией функций головного мозга по крайней мере двумя способами: патология может иметь непосредственное отношение к дисфункции одного из полушарий, т.е. нарушению одной(или более) его способностей; а может быть связана с характером межполушарной асимметрии, отличным от нормального. При возникновении патологического процесса имеют место оба вида дисфункций.

Среди различных последствий повреждений мозга можно выделить наиболее поддающиеся определению и явно диагностируемые дисфункции.

**Агнозия** означает "неспособность узнавать". Выделяют следующие виды агнозий: *зрительная*, *слуховая агнозия* и *астереогнозис* или неспособность узнавать знакомые предметы с помощью прикосновения или ощупывания.

Особой формой зрительной агнозии является *прозоагнозия* - агнозия на лица. Зрительные агнозии возникают при двусторонних повреждениях теменно-затылочных долей мозга различной этиологии или при повреждении этих долей в левом (доминантном) полушарии.

Слуховые агнозии появляются при поражении областей височной доли в левом (доминантном) полушарии. Астереогнозис возникает обычно вследствие поражения областей теменной доли, расположенных по соседству с соматосенсорными проекционными зонами, которые предположительно являются ответственными за приобретение и сохранение тактильно-кинестетической памяти.

Заслуживает отдельного описания *синдром игнорирования* или односторонняя пространственная агнозия, чаще возникающая при поражении теменных или теменно-затылочных областей правого полушария. При наличии данного синдрома больной демонстрирует левостороннюю гемианопсию - т.е. буквально "полуслепоту", при которой пациент не видит никаких предметов слева от точки фиксации взора.

Еще один вид дисфункции - это **афазия** (нарушение способности говорить или понимать речь). Известны две основные формы - экспрессивная ("моторная") и рецептивная ("сенсорная") афазии.

*Экспрессивная афазия (афазия Брока)* состоит в нарушении главным образом собственной речи больного; понимание чужой речи в основном сохраняется. Этот тип афазии связан с повреждением лобных областей левого полушария, контролирующих

речевой выход, в особенности зоны Брока. Могут наблюдаться также расстройства письма. В большинстве случаев пациенты осознают свои ошибки.

*Рецептивная афазия (афазия Вернике)* является нарушением, при котором больной испытывает большие затруднения в понимании речи вообще. Этот вид афазии связан с повреждением задней области правой височной извилины (зона Вернике). Речь больного бедная и в зависимости от степени повреждения может варьировать от немного странной до совершенно бессмысленной. Пациенты часто употребляют несоответствующие (парафазии) или несуществующие (неологизмы) слова. Ритм и плавность речи, однако, в большинстве случаев сохранены. Такие больные часто не осознают дефектов или бессмысленности своей речи, продолжают говорить, считая, что все в порядке. Чтение или письмо в той или иной мере нарушены.

*Проводниковая афазия* является следствием нарушения связи между зонами Брока и Вернике. Больной понимает, что ему сказали, но не в состоянии правильно повторить сказанное.

*Словесная глухота* возникает в результате повреждения, отсоединяющего зону Вернике от слуховых входов. Нарушается понимание только устной речи.

*Аномическая афазия* характеризуется нарушениями в назывании предметов и является в "чистом" виде результатом повреждения ограниченной зоны коры в области, называемой угловой извилиной.

*Глобальная афазия* означает тяжелое нарушение всех связанных с речью функций. Эта форма дисфункции является следствием обширного повреждения левого полушария, захватывающего большую часть областей, которые играют роль в организации речи.

**Апраксия** определяется как неспособность осуществлять определенные произвольные движения при отсутствии паралича или потери чувствительности. Апраксию можно рассматривать как следствие разрушения программы, или "памяти", в которой записана последовательность движений, необходимая для осуществления какого-либо действия.

*Кинетическая апраксия* - неспособность выполнить хорошо знакомое движение, связана с повреждением премоторной области лобных долей. Возможно правостороннее и левостороннее поражение.

*Идеомоторная апраксия* обычно обусловлена повреждением теменной области левого (доминантного) полушария, но поведенческие эффекты повреждения являются, по-видимому, билатеральными. Пациенты не в состоянии выполнить сложноорганизованные

действия по инструкции, хотя в иных ситуациях могут осуществить подобные действия спонтанно.

*Идеационная апраксия* включает неспособность сформировать соответствующую последовательность движений или правильно использовать предметы. Возникает при повреждении теменной доли левого (доминантного) полушария или мозолистого тела.

*Конструкционная апраксия* характеризуется потерей способности воспроизводить геометрические фигуры при их рисовании или сборке. Это расстройство не рассматривается как чисто двигательное.

Существует несколько теоретических моделей, объясняющих связь между латерализацией и *расстройствами психики*:

1. **Модель латерализованного дефицита** полагает, что отдельные формы психических заболеваний связаны с дефицитом в одном из полушарий.
2. **Модель способа познания** рассматривает определенные формы психических заболеваний как результат нетипичного способа обработки информации, который проистекает из неоптимального использования связанных с полушариями функций. Согласно этой модели в полушариях нет дефицита, как такового; болезнь является следствием неадекватного вовлечения полушарий.
3. **Модель взаимодействия** связывает психопатологию с проблемой взаимодействия между полушариями, а не с дефицитом в каком-нибудь из них. Согласно этой модели расстройства обусловлены недостатком обмена информацией между двумя половинами мозга.

Г. Бомон и С. Даймонд [Beaumont, Dimond, 1973] предложили оригинальный подход для анализа соотношений между организацией мозга и психическими заболеваниями. Данные посмертного исследования мозга показывают значительное увеличение размеров мозолистого тела при хронической шизофрении. Бомон и Даймонд предположили, что это увеличение является компенсацией нарушений связи между полушариями. Для проверки своей гипотезы они использовали тахистоскопически предъявленные стимулы (буквы, однозначные числа, абстрактные формы), латерализованные к одному полушарию, и в задачу испытуемых входило идентифицировать предложенные стимулы. В такой ситуации больные шизофренией справлялись с заданием так же, как и здоровые испытуемые.

Когда же два стимула предъявляли одновременно и задание изменили так, что нужно было решить, одинаковы стимулы или нет, между больными шизофренией и контрольной группой испытуемых были выявлены различия. Самые большие различия были обнаружены, когда стимулы, составляющие пару, предъявлялись разным полушариям. Бомон и Даймонд утверждают, что затруднения, которые испытывают больные шизофренией при решении задач, затрагивающих оба полушария, являются результатом дефекта связи между двумя сторонами, величина которого больше, чем можно объяснить, исходя из предположения о наличии нарушений внутри каждого полушария.

Латерализация функций мозга, функциональные асимметрии полушарий мозга - это реальные факты, которые способствуют более глубокому пониманию работы мозга как единого целого, подтверждают объективность представлений о неразрывной связи человеческой психики с мозговыми механизмами.

Представления об асимметрии психических функций требует дальнейших детальных исследований.

### **2.3.11. Практическое значение изучения латерализации психических функций**

Представленные факты, концепции, результаты исследований развитие асимметрии психических функций человека, тесно связанной с развитием латерализации мозга, свидетельствуют об очевидной необходимости организации системы обучения, воспитания, условий труда и быта с учетом особенностей психической организации людей. В большей степени это касается левшей, живущих в мире правшей.

**Воспитание и обучение детей-левшей.** В большинстве работ, посвященных вопросу воспитания и обучения детей-левшей, внимание концентрируется на приспособлении леворуких детей к традиционным методикам обучения и воспитания. Однако в последнее время появились исследования, указывающие на необходимость учета и других проявлений левшества - сенсорного, моторного, когнитивного. Много работ направлено на анализ нецелесообразности и даже недопустимости переучивания леворуких детей. В большинстве случаев переучивание леворуких детей приводит к нарушениям психического развития, возникновению трудностей в обучении и даже вызывает невротические и соматические расстройства.

В работах М.А. Матовой (1987) было показано, что левые асимметрии слуха и зрения коррелируют с уровнем вербального и невербального мышления, а показатели

продуктивности доминантности левого уха связаны с уровнем кратковременной памяти на невербальные стимулы. Автор предлагает учитывать разные профили функциональной асимметрии, обуславливающие развитие различных способностей, для индивидуализации программ школьного и профессионального обучения.

По оценкам А.В.Семенович (1991), 70% детей, испытывающих трудности в школьном обучении являются левшами. Трудности в освоении письма, особенности мышления, эмоциональная неустойчивость настоятельно требуют психолого-педагогического сопровождения в обучении и воспитании детей-левшей.

В.Д.Еремеева и Т.П.Хризман (1998) показали, что типам функциональной асимметрии мальчиков и девочек соответствуют разные варианты психологических особенностей, которые необходимо учитывать при воспитании и обучении детей. Трудности в обучении правополушарных детей связаны со степенью выраженности левых признаков асимметрии. У мальчиков большая выраженность левых признаков встречается чаще, чем у девочек. Более детальный анализ профиля асимметрии позволил авторам более детально проанализировать психологические особенности детей с разными профилями и описать трудности воспитания и обучения в зависимости от профиля асимметрии.

В США и Великобритании давно отказались от переучивания детей-левшей. Там выросло уже несколько поколений леворуких людей, лишенных дискриминации по признаку рукоисти.

В России положение левшей стало изменяться, хотя и медленно. Психологам, физиологам предстоит приложить еще много усилий для создания полноценных условий обучения и воспитания левшей, что в полной мере относится и к правшам.

**Профессиональная ориентация и отбор.** Профессиональная ориентация означает учет профиля функциональной асимметрии при выборе профессии и подготовке к ней. Идеальной была бы ситуация, в которой при оценке профиля асимметрии предлагается ряд рекомендуемых деятельностей, где можно достичь высоких результатов, сохранив психическое и соматическое здоровье, и ряд профессий несоответствующих индивидуальной организации человека, где высока вероятность возникновения заболеваний и низка вероятность достижения успеха.

Приведем пример, связанный с профессией летчика. Современный самолет - очень сложно организованная система управления, ориентированную на правшей. Из числа претендентов на зачисление в летное училище, число левшей не прошедших медицинскую

комиссию преобладает. В процессе обучения и последующей работы происходит естественный отбор левшей. Среди левшей большее число курсантов, допуская аварийные ситуации, больше число с развивающимся невращательным синдромом. Достоверно высок процент леворуких среди погибших летчиков. У левшей часты ошибки в определении направления полета, больше ошибок при восприятии информации на приборах. Случаются зеркальные восприятия и моторные персеверации, когда летчик путает какой двигатель он должен включить: правый или левый. Проявление левшества рук, зрения и слуха сопряжены с ухудшением качества деятельности. Такие летчики плохо осваивают новые задания, новые типы самолетов, у них часто возникают аварийные ситуации. Наблюдается появление пространственных иллюзий, ошибки в восприятии пространства и пространственного положения машины (цит. по: [Доброхотова, Брагина, 1994]).

В работах Т.К. Чернаенко и Б.В. Блинова (1988) было показано, что профили асимметрии у руководителей полетов в гражданской авиации сопряжены с различными стилями руководства. Авторы предлагают модифицировать систему психодиагностики и профотбора с учетом индивидуальных профилей асимметрии.

### **2.3.12. Перспективы**

Эволюционный принцип латерализации мозговых функций в человеческом сообществе реализован в организации мира, как правостороннего, ориентированного преимущественно на правшей. Увеличение числа левшей за последние десятилетия ставит серьезные проблемы перед социумом. Вероятное нарушение экологии может привести к изменению эволюционных закономерностей, способствующих становлению правшества и препятствующих развитию левшества. Вероятное учащение форм психической деятельности левшей, представляющих собой отличную от правшей психическую организацию, ставит вопрос о возможности изменений общечеловеческого интеллектуального потенциала, его структуры (Доброхотова, Брагина, 1994). Если о закономерностях психической организации правшей известно достаточно много, то особенности психической организации и ее динамики левшей, которые имеют более разнообразные профили асимметрии, изучены крайне недостаточно. Это не позволяет прогнозировать развитие социума с учетом роста левшества.

Направление науки, изучающее с латерализацией психических функций, является бурно развивающейся областью знаний, предполагающей системный подход к данной

проблеме. Асимметрия в развитии психических функций, тесно связанная с мозговой межполушарной латерализацией, требует объединения усилий психологов, нейрофизиологов, врачей. Данные об асимметрии в развитии психических функций и межполушарной специализации чрезвычайно противоречивы, отрывочны и несистемны. Однако даже современный уровень разработки данной проблемы демонстрирует ее чрезвычайную важность в понимании природы человека. Одной из самых перспективных линий в реализации изучения проблемы латерализации является, на наш взгляд, психофизиологические исследования развития функциональной асимметрии в процессе онтогенеза человека, что позволит проанализировать механизмы латерализации через их становление и взаимосвязь. Подобные исследования трудно осуществить при исследовании взрослого человека и очень проблематично - при изучении патологических процессов.

### Литература

1. Ананьев Б.Г. Билатеральное регулирование как механизм поведения. // Вопросы психологии 1963. N.5. с. 81-89.
2. Аршавский В.В.. Межполушарная асимметрия в системе поисковой активности.// Автореф. докт. дисс. Л. 1990
3. Айрапетянц В.А. Функциональная организация мозга леворуких детей. //Леворукость, антропометрия и латеральная адаптация. М. 1985.
4. Айрапетянц В.А.. Латеральная характеристика школьников Москвы. // леворукость у детей и подростков. М. 1987 с.21-35.
5. Бианки В.Л.. Асимметрия мозга животных. Л. 1985.
6. Бианки В.Л.. Механизмы парного мозга. Л. 1989.
7. Блум Ф., Лейзерсон А., Хофстедтер Л., Мозг, разум и поведением. М. 1988.
8. Бодров В.А., Доброхотова Т.А., Федорчук А.Г. Функциональная асимметрия парных органов и профессиональная эффективность летчиков. // Физиология человека. 1990. Т.16. N.6. с.142-148.
9. Грюссер П., Зелке А., Цинда Т., Функциональная асимметрия мозга и ее значение для искусства, эстетического восприятия и художественного творчества.//Красота и мозг. М.,1995.гл.11.с. 265-299.

10. Деглин В.Л. Функциональная асимметрия мозга и гетерогенность мышления или как решаются силлогизмы с ложными посылками в условиях преходящего угнетения одного полушария.// Нейропсихология сегодня.1995.разд.1.с. 28-38.
11. Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н.. Левши. М. 1994.
12. Еремеева В.Д., Хризман Т.П. Мальчики и девочки – два разных мира. Линка – Пресс, М., 1998.
13. Зенков Л.П., Попов Л.Г. Специализация полушарий по типу организации памяти. //Асимметрия мозга и памяти. Пущино. 1987. С. 22-30.
14. Ермаков П.Н. Психомоторная активность и функциональная асимметрия мозга. Ростов-на-Дону. 1988.
15. Красота и мозг.. под ред. И. Ренчлера, Б. Херцбергер, Д. Эпстайна М. 1995.
16. Матова М.А.. Леволатеральность сенсомоторных функций и познавательные способности подростков. // Леворукость у детей и подростков. с. 51-54. Ростов-на-Дону . 1987
17. Радил Т. Гносеологические аспекты парапсихологии.// методологические аспекты изучения деятельности мозга. М. 1986 с. 59-66.
18. Сергиенко Е.А.. Антиципация в раннем онтогенезе человека. М. 1992.
19. Семенович А.В. Межполушарная организация психических процессов у левшей. 1991.
20. Семенович А.В., Архипов Б.А., Фролова Т.Г., Исаева Е.В., О формировании межполушарного взаимодействия в онтогенезе//1ая Международная конференция памяти А.Р.Лурия, Сборник докладов под ред. Хомской Е.Д., Ахутиной Т.В., изд. «Российское психологическое общество», 1998, стр. 215-224.
21. Спрингер С., Дейч Г.. Левый мозг, правый мозг. Асимметрия мозга. М.,1983.
22. Хомская Е.Д..Нейропсихология. М. 1987.
23. Хомская Е.Д., Ефимова И.В., Будыка Е.В., Ениколопова Е.В. Нейропсихология индивидуальных различий.М., 1997.
24. Чернаенко Т.К., Блинов Б.В.. Прогнозирование особенностей психического склада руководителя на основе выраженности функциональных асимметрий. // Психол. журн. 1988. N.9. с. 76-82.
25. Annett M., Handedness in families// Ann. Hum. Genet., 1973, V. 37, p. 93-105.
26. Annett M., Spatial ability in subgroups of left and right handers// Br.J.Psychology, 1992, V. 83, 493-515.

27. Annett M., Handedness as a Continuous Variable with Dextral Shift: Sex, Generation, and Family Handedness in Subgroups of Left- and Right-Handers//Behavior Genetics. 1994, Vol. 24, No. 1, p.51-63.
28. Annett M., The right shift theory of a genetic balanced polymorphism for cerebral dominance and cognitive processing. // Current Psychology of Cognition, 1995, 14, p.427-480.
29. Bakan P., Dibb G., Reed P. Handedness and Birth Stress//Neuropsychologia 1973.V.11.p. 363-366
30. Beaumont G., Dimond S. Brain Disconnection and Schizophrenia. // British J. of Psychiatry. 1973.V. 123.p. 661-662
31. Brackbridge C.J. Secular variation in handedness over ninety years. // Neuropsychologia.1981.V.19. N.3. p. 459-508.
32. Cohen L.B., Cashon C.H., A Puzzle in Infant Face Perception // Paper presented at the ICIS, 2000, Brighton.
33. Collins R.S. On the Inheritance of Handedness, 11: Selection for Sinistrality in Mice.// J. of Heredity 1969.V. 60. p. 117-119.
34. Cornish K.M., The Gershwind and Galaburda Theory of Cerebral Lateralisation: An Empirical Evaluation of its Assumptions// Current Psychology/Spring, 1996, V.15, No1, p.68-76.
35. De Schonen S. & Mathivet E.. First come, first served: A scenario about the development of hemispheric specialization in face recognition during infancy.//Cah.psychol. cognit.Europ. Bull.Cognit. Psychol. 1989. V.9, No.1, p.3-44.
36. De Vries J.I.P. The origins of the lateralized functions in human fetal development.//The Development of sensory, motor and cognitive abilities in early infancy.European research conference. Spain, 1996.p.2.
37. De Vries J.I.P., Wimmers R.H., Ververs I.A.P., Savelsbergh G.J.P., van Geijn H.P., Fetal Handedness and Head Position Preference: A Developmental Study // Dev.Psychology, 2001, 39: 171-178.
38. Dewson J.H. Preliminary Evidence of Hemispheric Asymmetry of Auditory Function in Monkeys. //Lateralization in Nervous System. (Eds S. Harnad, R.Doty, L.Goldstein, J.Jaynes and G.Krauthmer) New York, Academic Press 1977
39. Egilton E., Annett M. Handedness and Dislexia: a Meta-analysis.//Perceptual and Motor Skills.1994.V. 79.p. 1611-1616.
40. Galaburda A.M., Le May M., Kemper T.T., Geschwind N. Right - left asymmetries in the brain.//Science.1978. N. 99.p. 1098-1099.

41. Gassaniga M.S., Volpe B., Smylie C., Wilson D.H., LeDous J.E. Plasticity in Speech Organization Following Commissurotomy, *Brain*. 1979.V. 102.p. 805-816
42. Geschwind N. *The biological foundation*. N.Y.1984.
43. Geschwind N., Galaburda A.M., *Cerebral Lateralisation: Biological Mechanisms, Associations and Pathology*, 1987, Cambridge, MA, MIT.
44. Hamilton C.R. An Assessment of Hemispheric Specialization in Monkeys. //*Evolution and Lateralization of the Brain*. (Eds. S.Dimond and D.Blizzard) N. Y. Academy of Sciences.1977
45. Hepper P.G., Handedness in the Human Fetus // *Neuropsychologia*, 1991, V. 29, No11, p. 1107-1111.
46. Kimura D. Some Effects of Temporal Lobe Damage on Auditory Perception.//*Canadian J. of Psychology*.1961.V.15.p. 156-165.
47. Laland K.N., Kumm J., Van Horn J.D., Feldman M.W., A Gene-Culture Model of Human Handedness//*Behavior Genetics*, 1995, V.25, No5, p.433-445.
48. LeDous J.E., Wilson D.H., Gassaniga M.S. Manipulo-Spatial Aspects of Cerebral Lateralization: Clues to the Origin of Lateralization, *Neuropsychologia*. 1977. V.15. p. 743-750
49. Lemay M., Geschwind N. Difference in Brain of Great Apes.// *Brain, Behavior and Evolution*, 1975.V. 11.p. 48-52
50. Levine S.K., Wetch K.M. Common carotid artery occlusion.// *Neurology*. 1989.V. 39.N. 2. p. 87-91.
51. Levy J. Possible basis for the evolution of lateral specialization of the human brain.//*Nature*.1969.V.229.N. 5219.p.614-615.
52. Levy J., Trevarthen C. Perceptual, Semantic Language Processes in Split-Brain Patients. //*Brain* 1977. V. 100. p. 105-118
53. Nottebohm F. Asymmetries in Neural Control of Vocalization in the Canary. //*Lateralization in Nervous System* 1966.V.1.p. 35-41.
54. Petersen M.R., Beecher M.D., Zoloth S.R., Moody D.B., Stebbins W.C. Neural Lateralization of Species-Specific Vocalization by Japanese Macaques.//*Science*. 1978.V. 202.p. 324-326.
55. Previc F.H., A General Theory Concerning the Prenatal Origins of Cerebral Lateralisation in Humans// *Psychological Review*, 1991, V.98, No3, p. 299-334.
56. Salk L., The informance of the heartbeat rhythm to human nature: Theoretical, clinical, and experimental observations // *Proceeding of the 3rd World congress of Psychiatry*, 1961, Toronto, University of Toronto Press, p. 740-746.

57. Satz P., Balkker D.J., Tenunissen J., Goebel R., van der Vlugt H. Developmental Parameters of the Ear Asymmetry: A Multivariate Approach.//Brain and Language, 1975.V.2. p. 171-185.
58. Simon F., Farroni T., Cassia V.M., Turati C., Face recognition in newborns // Paper presented at the ICIS, 2000, Brighton.
59. Todd B., Butterworth G., Her Heart is in the Right Place: An Investigation of the 'Heartbeat Hypothesis' as an Explanation of the Left Side Cradling Preference in a Mother with Dextrocardia // Early Development and Parenting, 1998, 7:229-233.
60. Vargha-Khadem F., Corballis M.C.. Cerebral Asymmetry in Infants. // Brain and Language. 1979.V. 8. p. 1-9
61. Ververs I.A.P., de Vries J.I.P., & coauth. Prenatal Head Position from 12-38 Weeks. Development Aspects.//Early Human Development. 1994.V.39. p. 83-91
62. Waber D. Sex Differences in Cognition: A Function of Maturation Rate? //Science. 1976. V. 192.p. 572-573
63. Yeni-Komshian G.H., Benson D. Anatomical Study of Cerebral Asymmetry in the Temporal Lobe of Humans, Chimpanzees and Rhesus Monkeys.//Science. 1976. V.192. p. 387-389
64. Zaidel E.A. Technique for Presentation Lateralized Visual Input With Prolonged Exposure. //Vision Research. 1975.V. 15.p. 283-289
65. Zaidel E.A. Auditory Language Comprehension in Right Hemisphere Following Cerebral Commissurotomy and Hemispherectomy: A Comparison With Child Language and Aphasia. //Language Acquisition and Language Breakdown.(Ed. A.Caramazza and E.Zurif) Baltimore Johns Hopkins University Press, 1978.