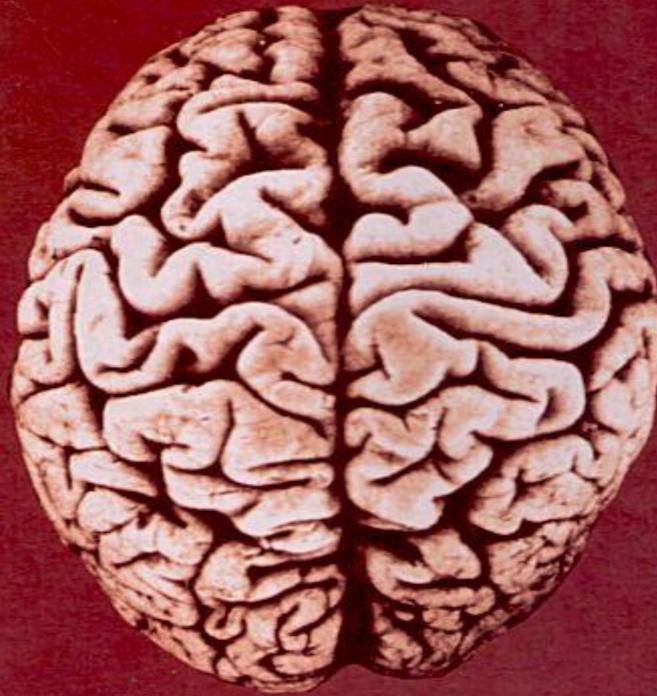


ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МЕЖПОЛУШАРНАЯ АСИММЕТРИЯ



**Лектор: И.В. Соболева,
к.б.н., доцент кафедры физиологии человека и животных
Ростовского государственного университета**

Значение принципа симметрии-асимметрии в живой и неживой природе.

Симметрия — это морфологическое явление, заключающееся в том, что сходные части тела организма повторяются при его вращении вокруг некоторой оси симметрии.

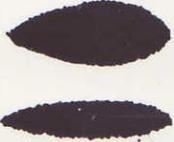
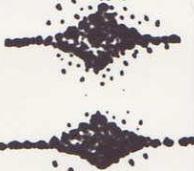
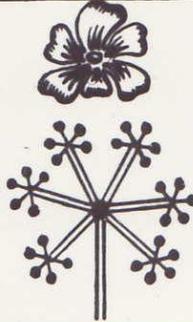
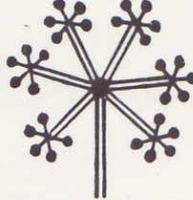
Симметрия - это принцип морфологического и (или) динамического состояния системы, обеспечивающий ее устойчивость и создающий возможность развития.

Типы симметрии живых систем

- 1. Шаровая
- 2. Радиальная
- 3. Билатеральная

Асимметрия живых систем – как
предпосылка их развития

Асимметрия биологических молекул.

Объекты формы	Галактики	Вирусы	Бактерии	Простейшие	Колонии бактерий	Колонии простейших	Высшие растения	Беспозвоночные	Позвоночные
Шаровая									
Линейно-идеальная									
Радимальная									
Спиральная									
Билатеральная									
Неправильная								<p>КОЛОНИИ, СООБЩЕСТВА</p>	<p>СЕМЬИ, КЛАНЫ, СТАДА, ГРУППЫ ПОПУЛЯЦИИ ОБЩЕСТВА</p>

Предпосылки функциональной асимметрии

- 1. Морфологические асимметрии
- 2. Принцип перекрестной иннервации
- 3. Комиссуры мозга

Морфологическая асимметрия мозга человека



Асимметрия речевых зон

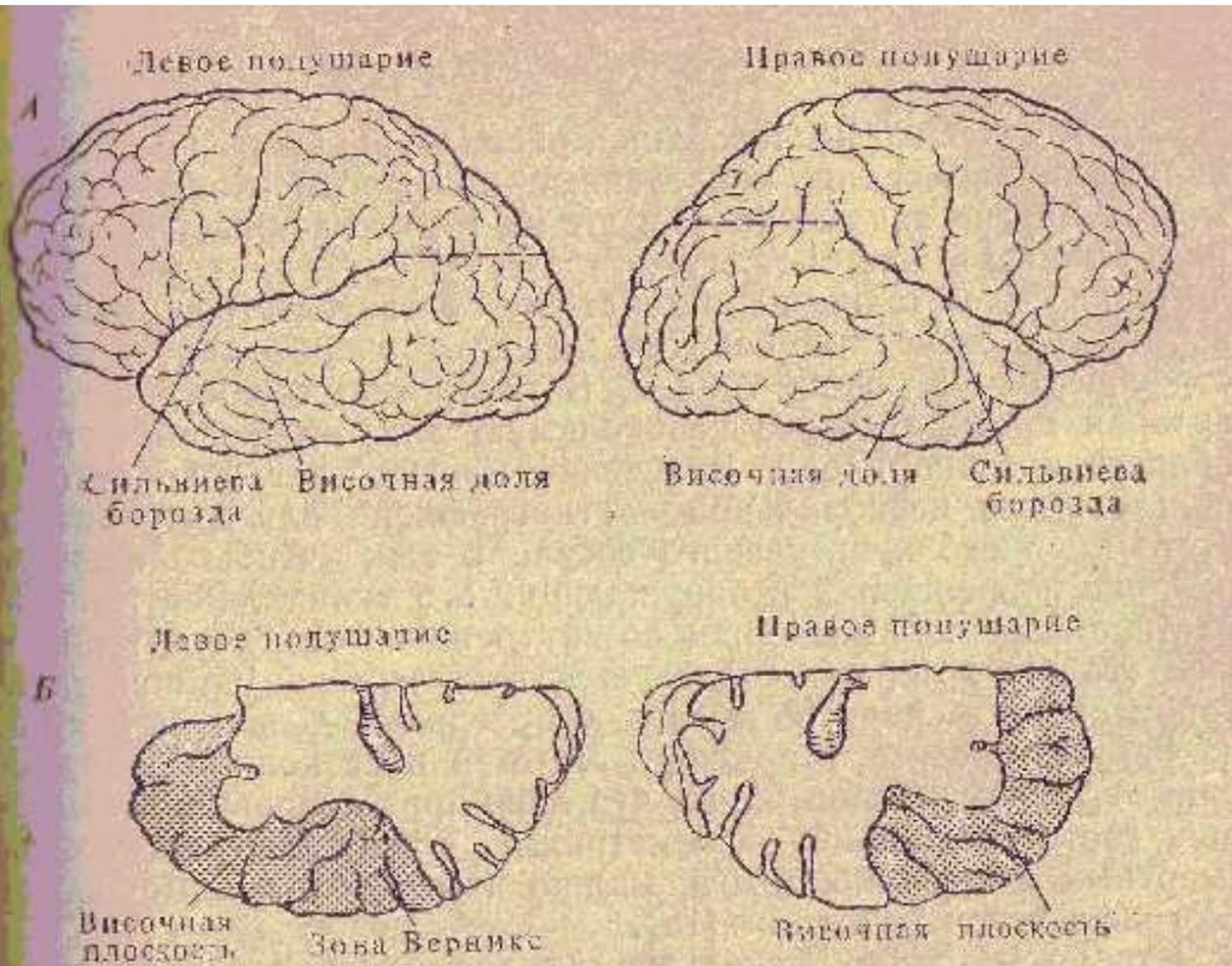


Рис. 4.4. Анатомические асимметрии в коре мозга человека. А. Сильвиева борозда, обозначающая верхнюю границу височной доли, поднимается более высоко на правой стороне мозга. Б. Височная плоскость, занимающая верхнюю поверхность височной доли, обычно намного больше слева. Эта область в левом полушарии считается частью зоны Вернике — области, связанной с восприятием речи (Geschwind N. Specializations of the Human Brain. Scientific 1965).



Анатомические асимметрии мозга человека.
(по N.Geschwind, 1974).

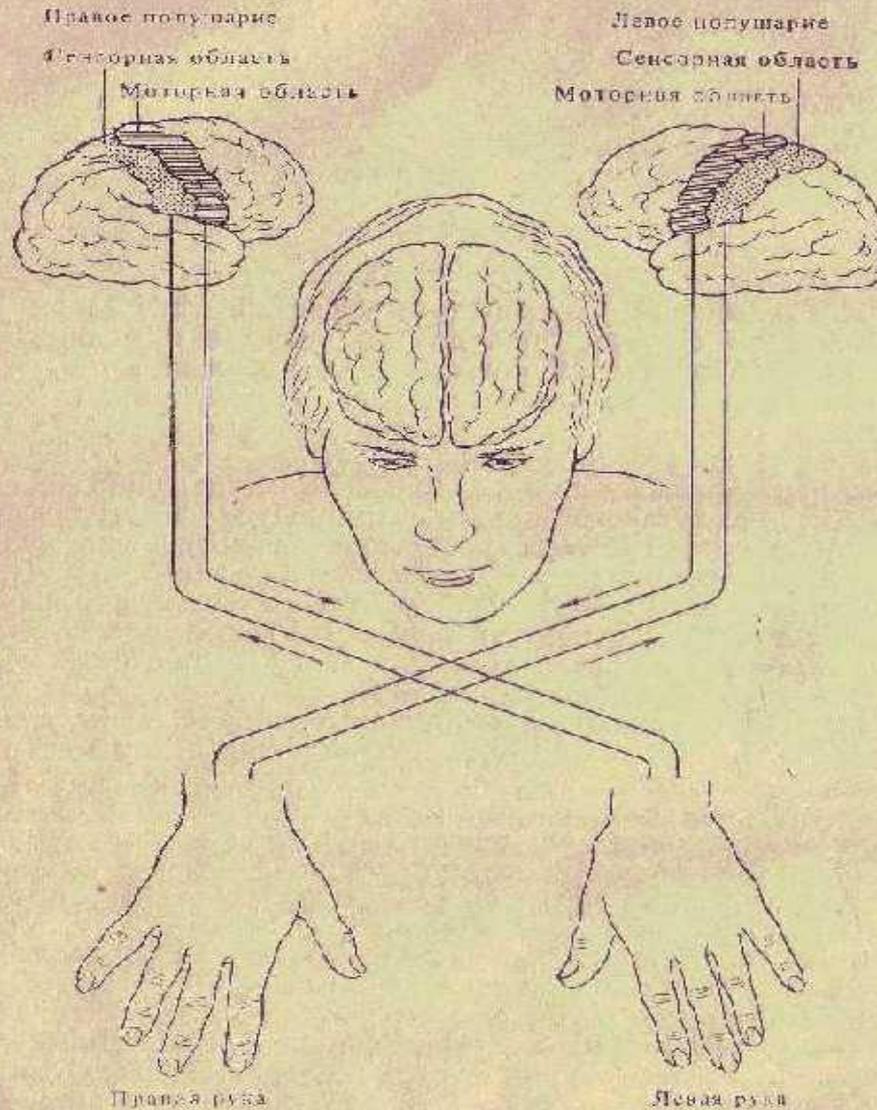
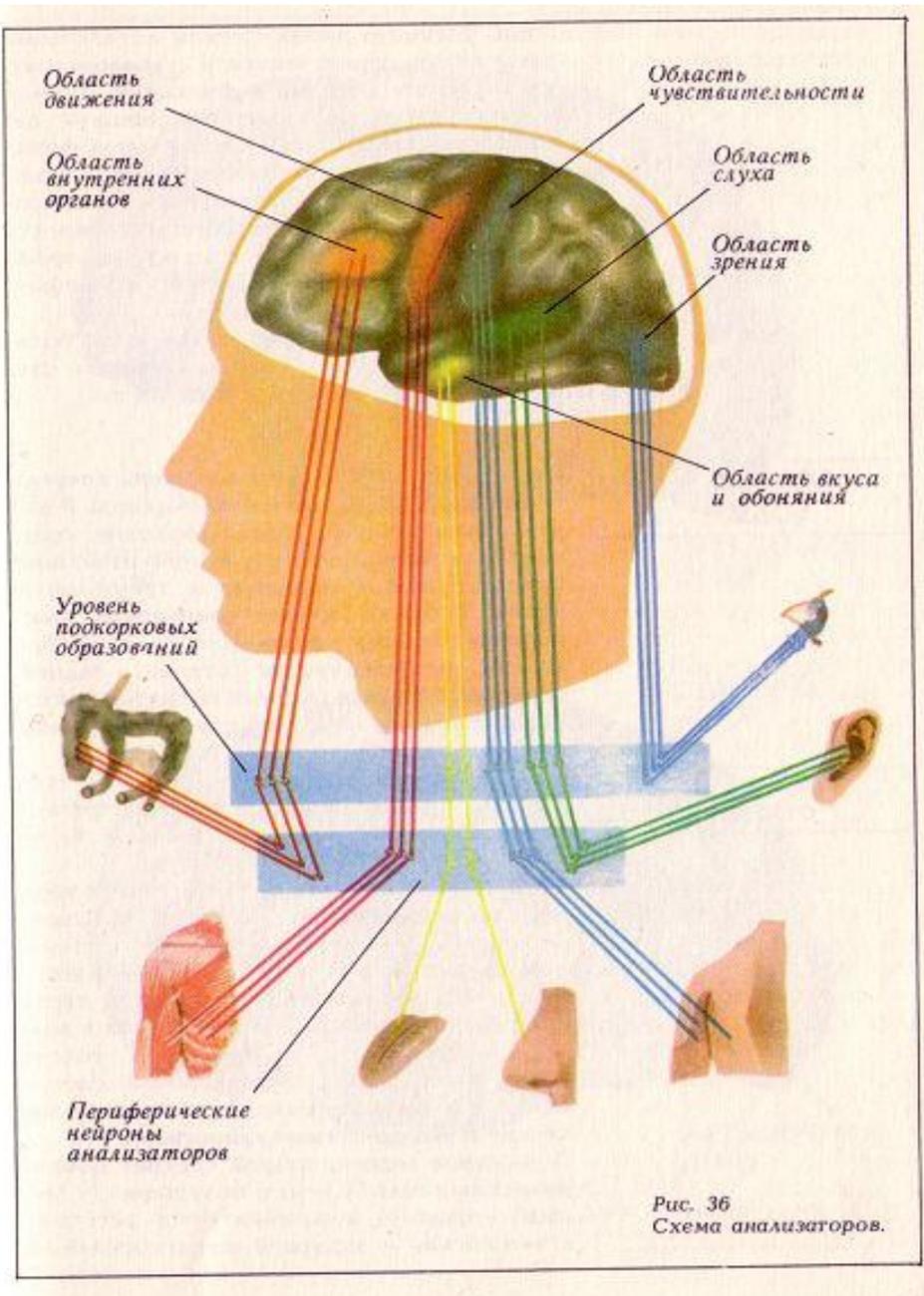


Рис. 1.1. Сенсорные и моторные пути, связывающие мозг и тело, почти полностью перекрещены. Каждая рука обслуживается главным образом противоположным (контралатеральным) полушарием.

Принцип перекрестной иннервации

Асимметрия сенсорных систем



Асимметрия двигательных систем (пирамидный путь Монакова)

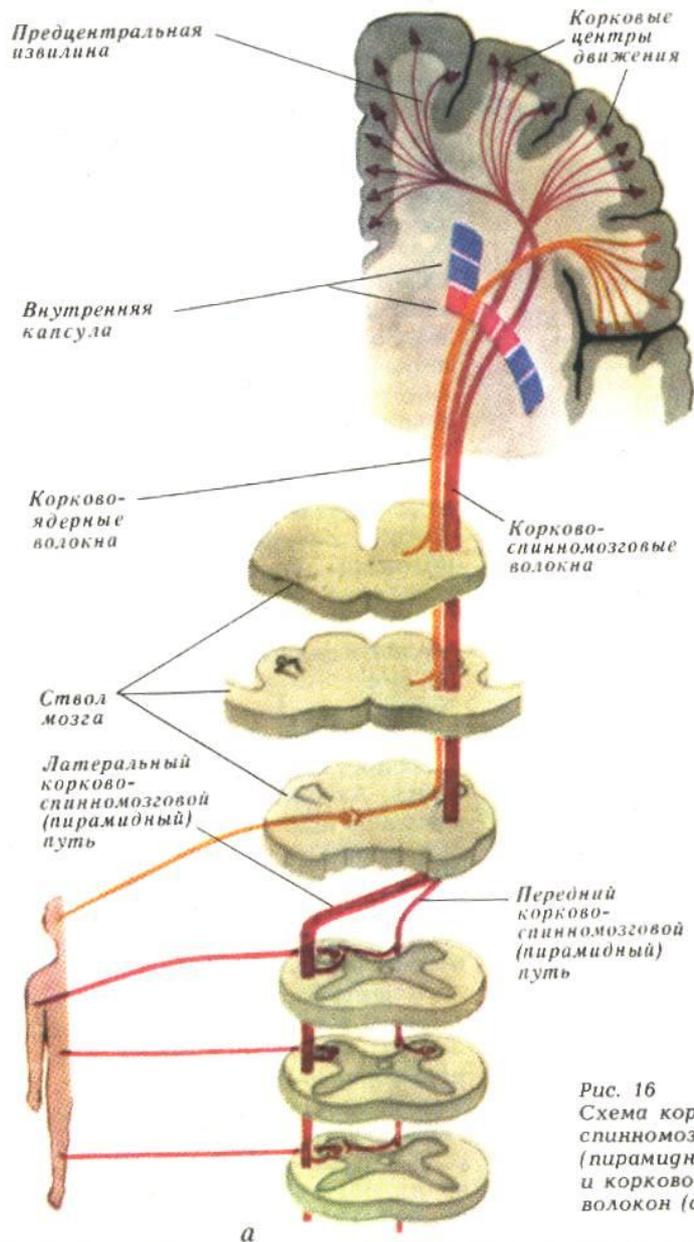
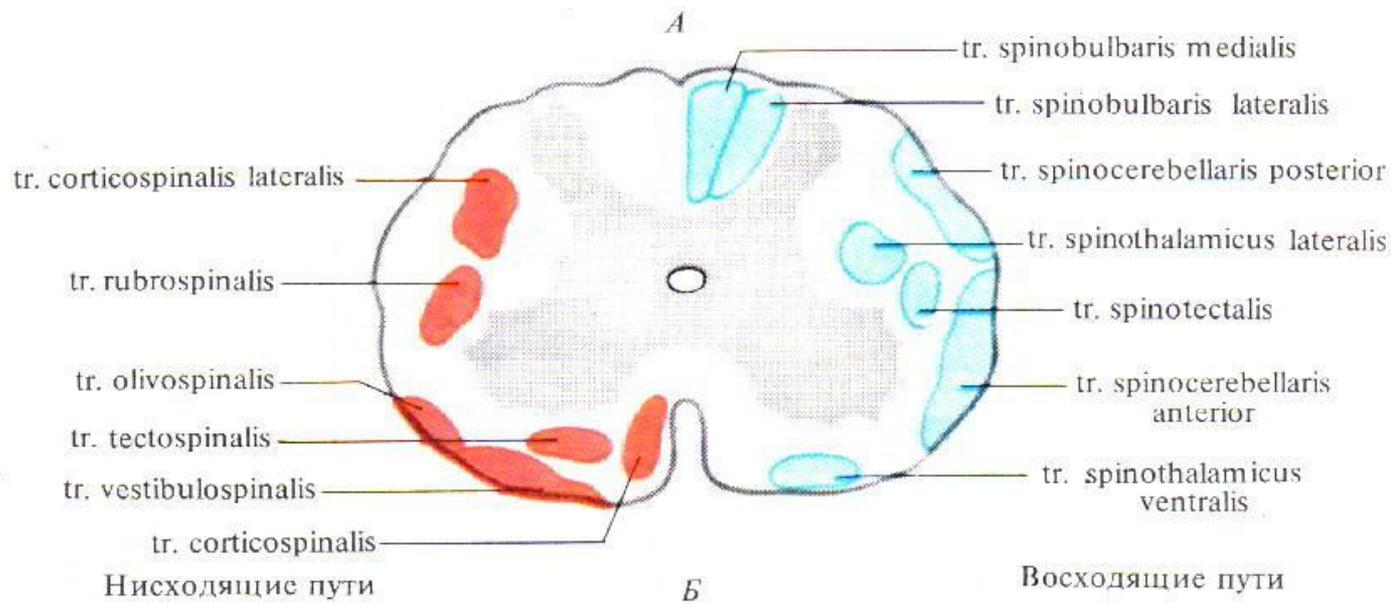
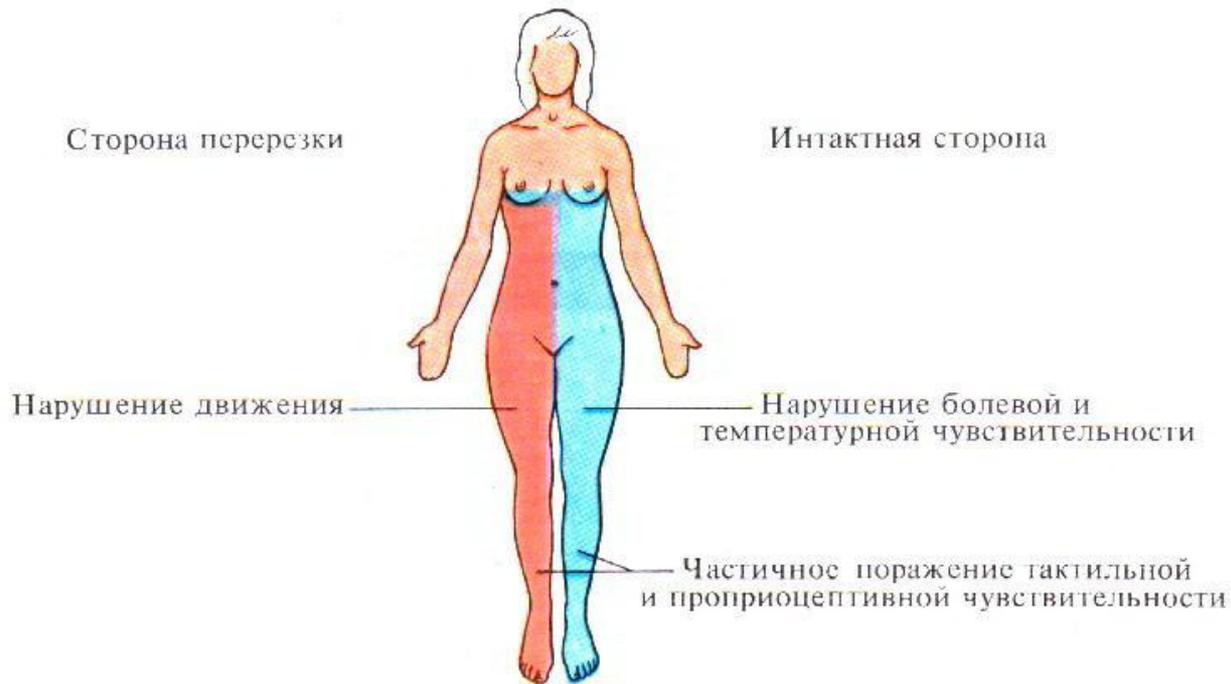


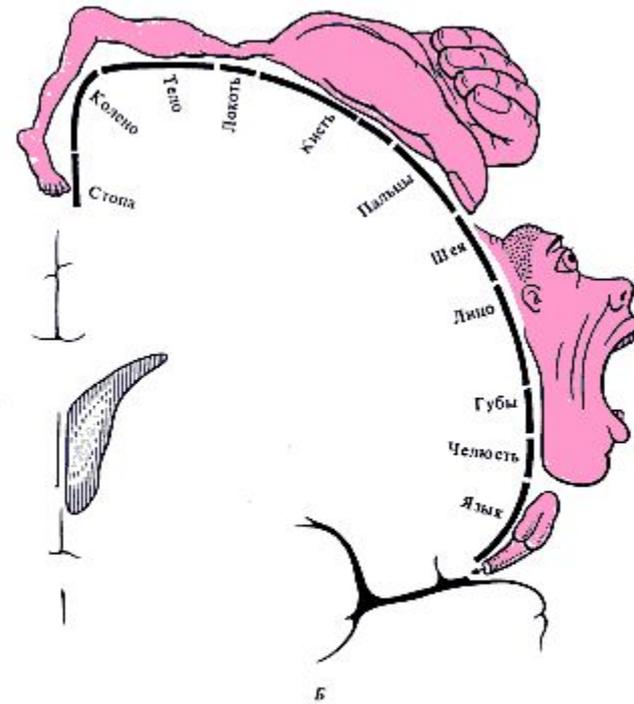
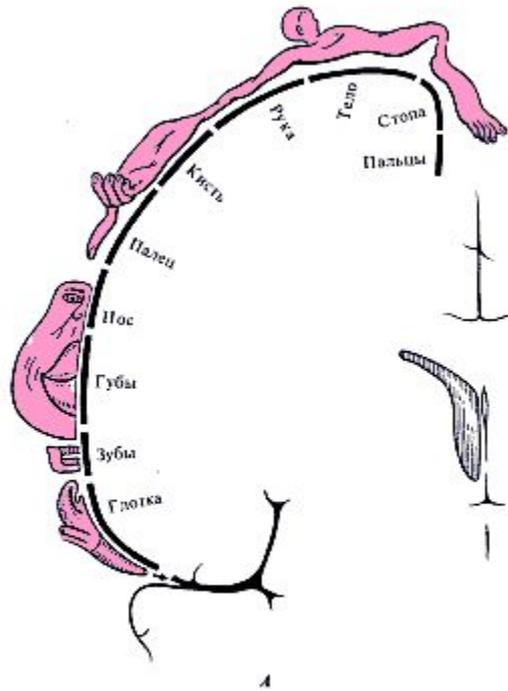
Рис. 16
Схема корково-спинномозговых (пирамидных) путей и корково-ядерных волокон (а, б)



Асимметрия сомато-сенсорных путей



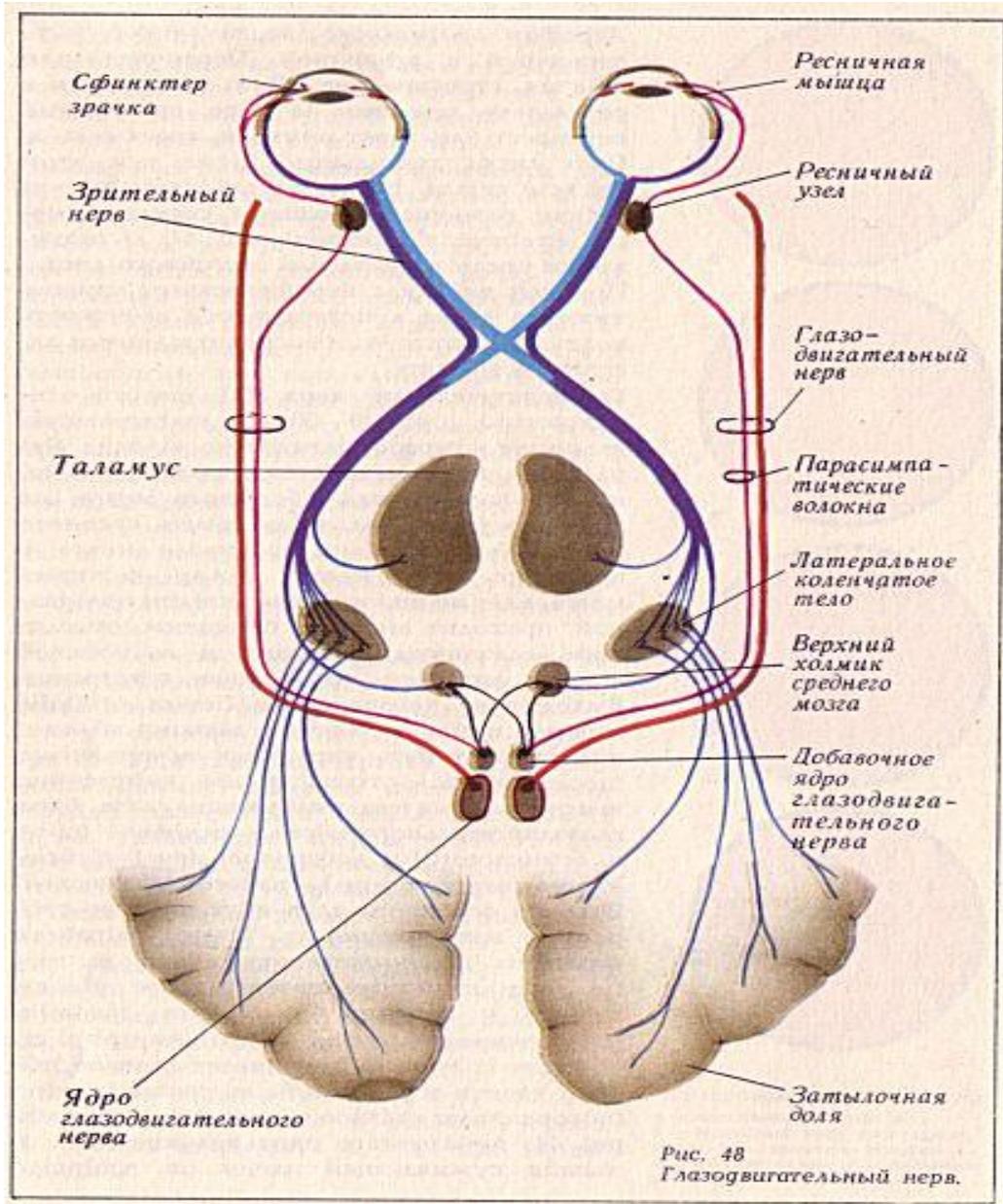
Корковые проекции соматосенсорной системы

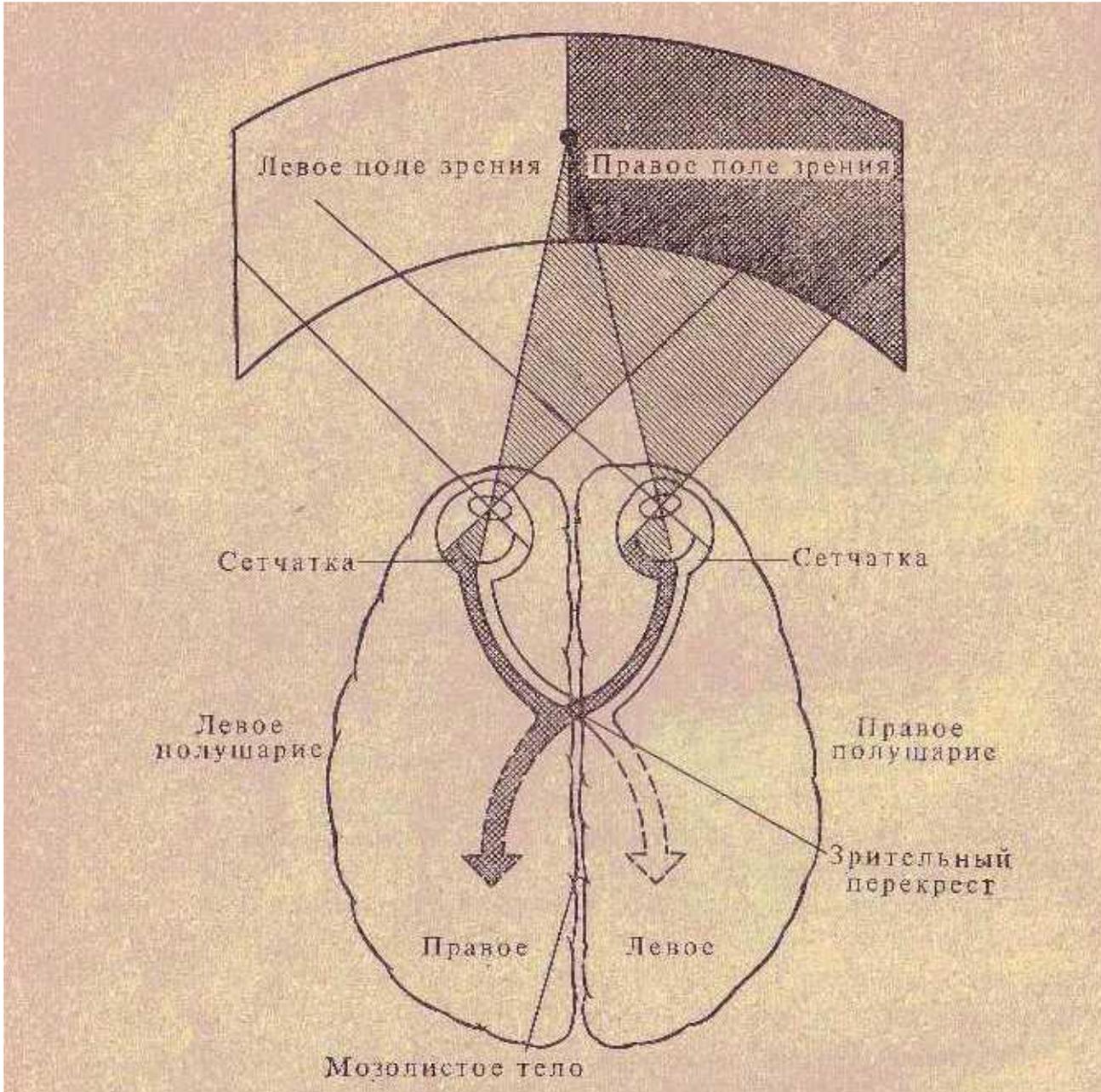


286

Рис. 286. Представительство чувствительных функций в задней центральной извилине (А) и двигательных функций в передней центральной извилине (Б). Части тела гоминида соответствуют локализации данных функций в коре (по У. Пенфилду, 1956)

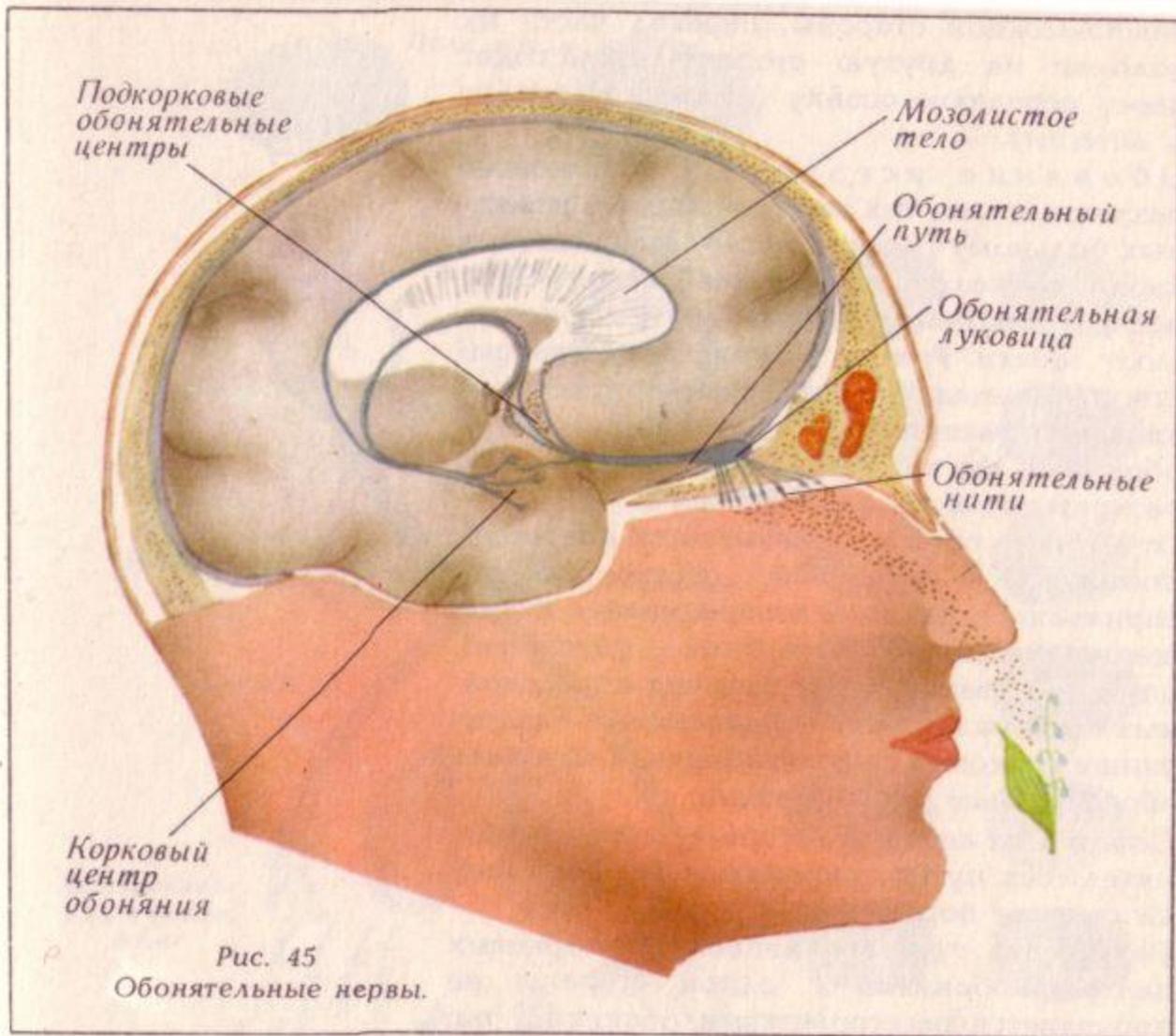
Асимметрия Зрительной системы





Проекции Зрительных полей

Асимметрия обонятельной системы



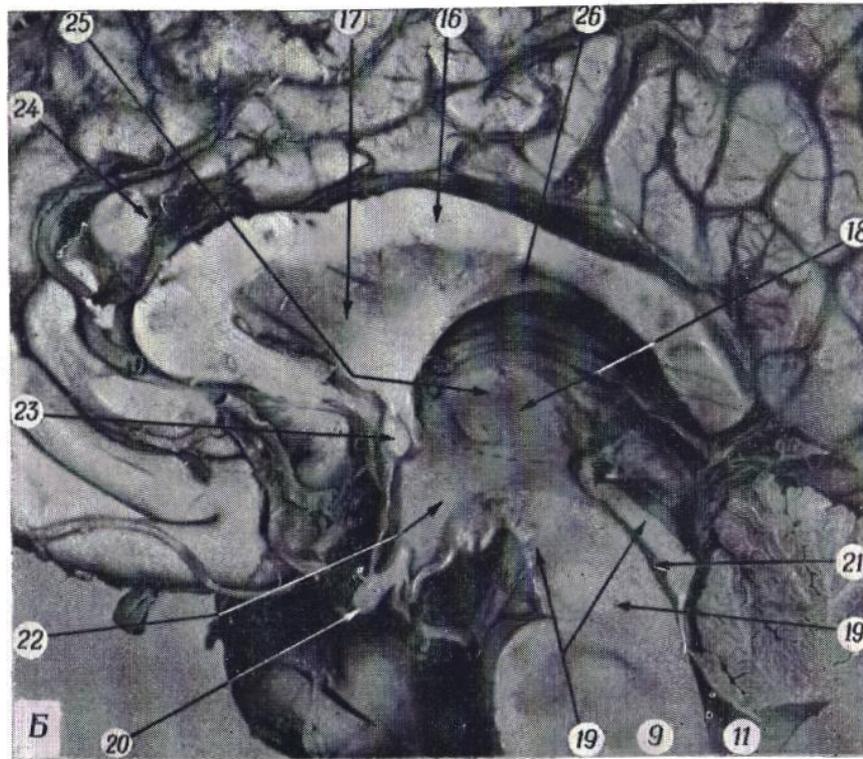
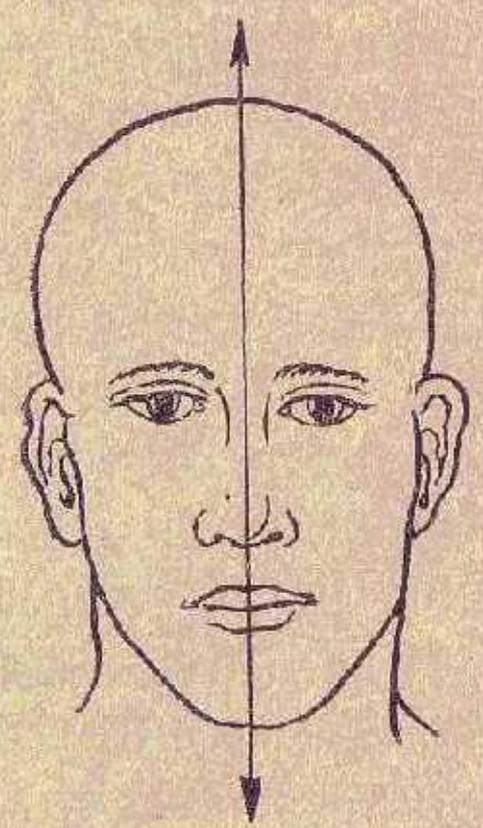
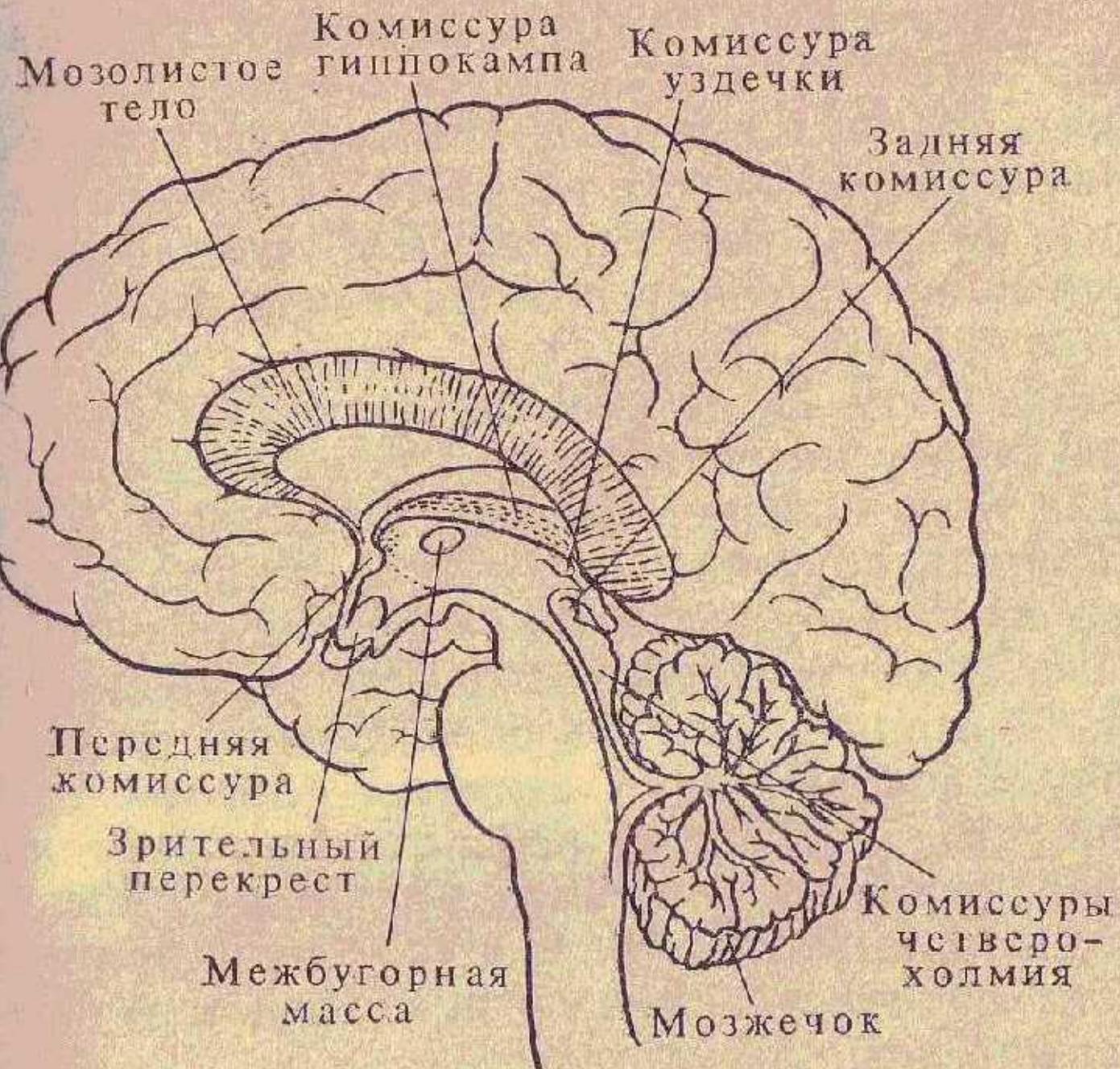


Рис. 34. Головной мозг.

А. Вид сбоку. Б. Вид после среднесагиттального разреза.

5 — центральная борозда, 8 — извилины мозга, 9 — мост, 10 — мозжечок, 11 — четвертый желудочек, 12 — боковая борозда, 13 — лобный полюс, 14 — височный полюс,

15 — затылочный полюс, 16 — мозолистое тело, 17 — прозрачная перегородка, 18, 25 — зрительный бугор, 19 — срединный мозг, 20 — хиазма, 21 — водопровод, 22 — гипоталамус, 23 — передняя спайка мозга, 24 — поясная извилина, 26 — свод. Остальные объяснения см. в тексте.



НЕЙРОХИМИЧЕСКАЯ АСИММЕТРИЯ:

Когнитивные» медиаторы – ДА, АХ, ГАМК –
преобладают в левом полушарии,

**Медиаторы, наиболее тесно связанные с
мотивационно-эмоциональным поведением**
- серотонин, норадреналин – в большем
количестве находят в правом полушарии.

Основные асимметрии мозга человека

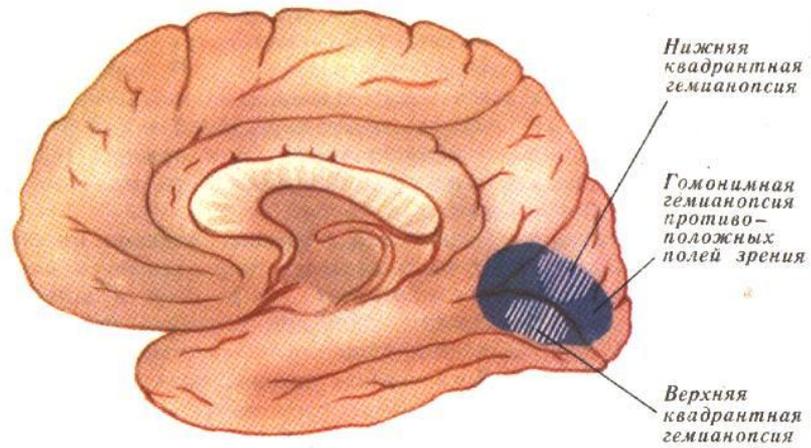
- Асимметрия речевой функции
- Рукость
- Сенсорные асимметрии
- Асимметрия эмоциональной сферы

Современные исследователи выделяют в речевой функции два процесса:

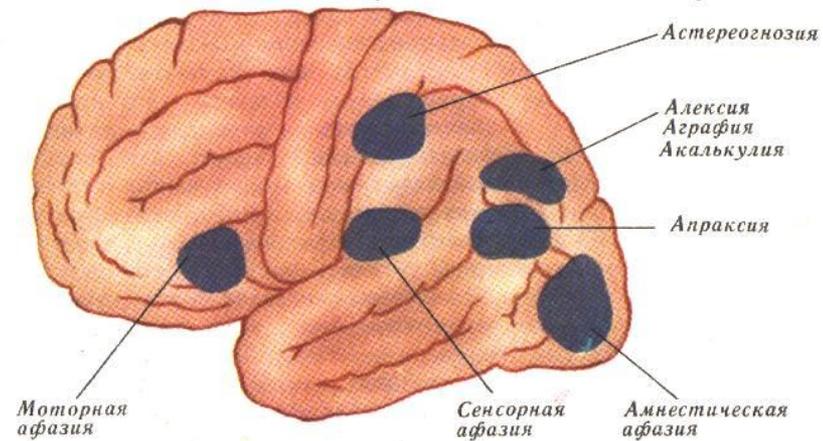
- экспрессивную речь, включающую речедвигательные моторные компоненты речи, обеспечение которых осуществляется зоной Брока,

- и импрессивную речь, включающую восприятие речи, ее сенсорные механизмы, механизмы внутренней речи, реализуемые зоной Вернике.

Обе эти зоны соединяет дугообразный пучок, обеспечивающий их тесное взаимодействие.



а

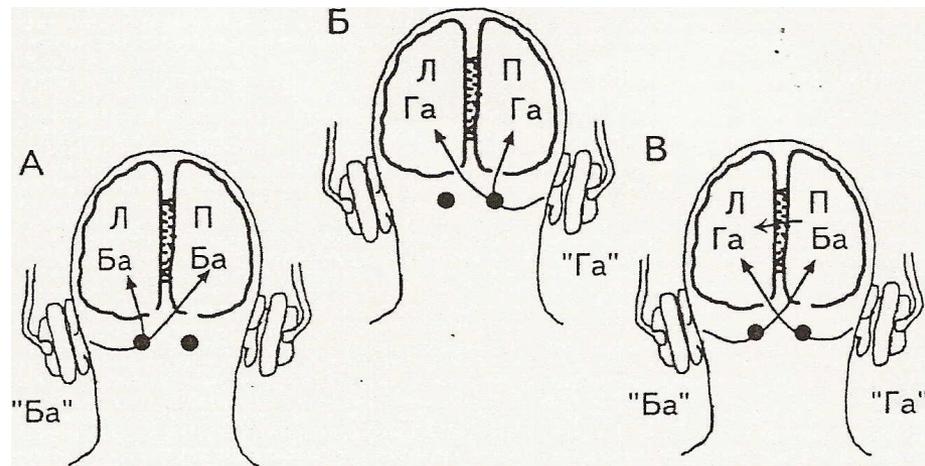


б

Рис. 40
 Основные расстройства высших корковых
 функций при очаговых поражениях коры
 большого мозга (доминирующее полушарие):

а — внутренняя поверхность полушария;
 б — верхнелатеральная поверхность полушария.

Методика дихотического прослушивания



.. Модель слуховой асимметрии в норме, предложенная Д. Кимура. А. При монауральном предъявлении стимула на левое ухо информация передается правому полушарию по ипсилатеральным путям. Испытуемый правильно называет слог «Ба». Б. При монауральном предъявлении стимула на правое ухо информация посылается к левому полушарию по контралатеральным путям и к правому по ипсилатеральным. Испытуемый правильно называет слог «Га». В. При дихотическом предъявлении передача в ипсилатеральных путях подавлена, поэтому «Га» поступает только к левому (речевому) полушарию. Слог «Ба» достигает левого (речевого) полушария только через комиссуры. Вследствие этого слог «Га» идентифицируется обычно более точно, чем «Ба», что фиксируется в виде «эффекта правого уха».

Рукость и ее происхождение.

Рукость – это наблюдаемое в поведении человека преимущество правой или левой руки в силе,

ловкости, скорости реакций. Наиболее четко ***рукость*** проявляется при письме.

Большинство людей (70-90%) относятся к праворуким,

около 10 % составляют леворукие - ***левши***, остальные относятся к ***амбидекстрам*** (равноруким).

Предпочтение той или иной руки имеет в литературе множество названий:

праворукость - леворукость, правшество — левшество, амбидекстрия — амбилевия, преимущественное левшество (правшество), скрытое левшество (правшество), чистое левшество (правшество) (Лурия, 1973),

левша — правша, (Доброхотова, Брагина, 1981).

Амбидекстрия - одинаково успешное владения двумя руками (ambi- — две, dextrum — правый),

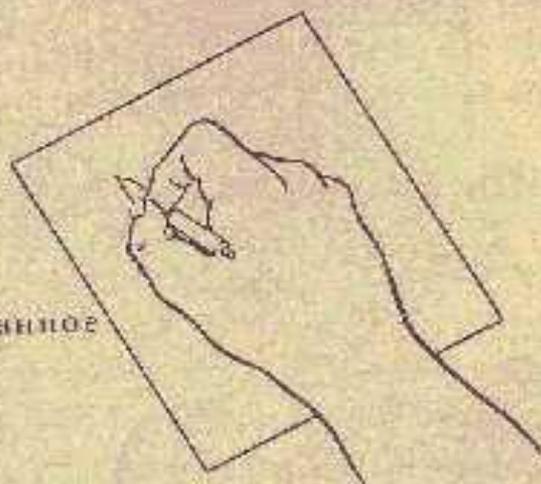
тогда как амбилевия - одинаково неуспешное их использование.

Есть еще термины «смешаннорукость» — попеременное владение руками в разных пробах (Annett, 1978),

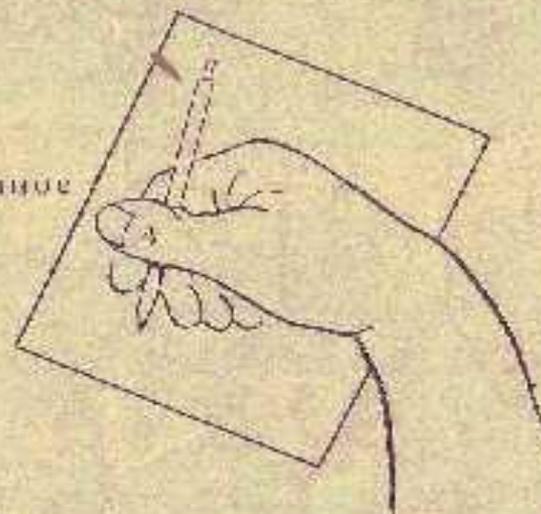
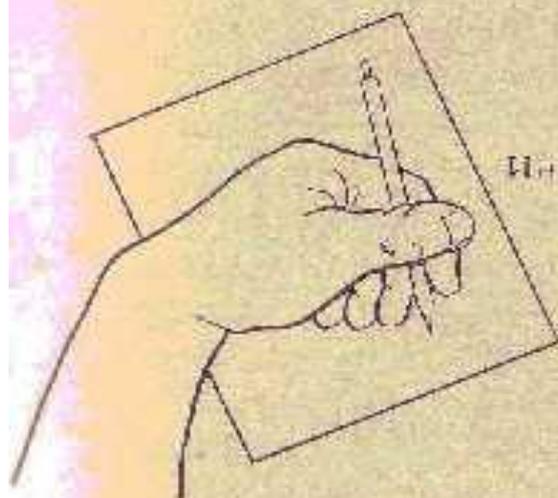
а также «непостоянная леворукость» - «постоянная леворукость» (Peters, 1990).

Письмо левой рукой

Письмо правой рукой



Неинвертированное



Инвертированное

2. Неинвертированное и инвертированное положение руки при письме у левых и праворуких [23].

Происхождение рукости является дискуссионным вопросом.

Трофическая теория - происхождение праворукости связывают с условиями питания мозга (левое полушарие получает кровь из левой сонной артерии, которая отходит непосредственно от дуги аорты, и

правое – от ее разветвлений (**трофическая теория рукости**).

Наследственная теория рукости связывает проявление праворукости или леворукости с генетическими факторами. Эта теория базируется на имеющихся в науке фактах, свидетельствующих, что вероятность рождения левши у 2-х правшей 2%, а у двух левшей – 49%. Генетические механизмы рукости до сих пор окончательно не установлены.

Некоторые исследователи объясняют праворукость функциональным преобладанием левого мозга, сложившимся в ходе эволюции (**эволюционная теория рукости Каннингема**).

Другие связывают леворукость с родовыми травмами (**травматическая теория леворукости**)

Асимметрия зрительной функции.

Зрительная сенсорная система у человека является ведущей.

Через нее поступает 80-90% информации, необходимой для деятельности человека.

Принято считать, что у человека *асимметрия зрительного восприятия* выражается

- *в доминировании правого полушария* при анализе невербальных зрительных признаков, а левого – в анализе речевых сигналов, подаваемых через зрительную систему.
- у человека также имеет место *периферическая асимметрия* зрительной функции, которая проявляется в наличии *ведущего глаза*, зрительная ось которого направлена на объект, в то время как неведущий глаз играет вспомогательную роль.
- и, наконец, наблюдаются *различия в принципах переработки зрительной информации в правом и левом полушариях* головного мозга.

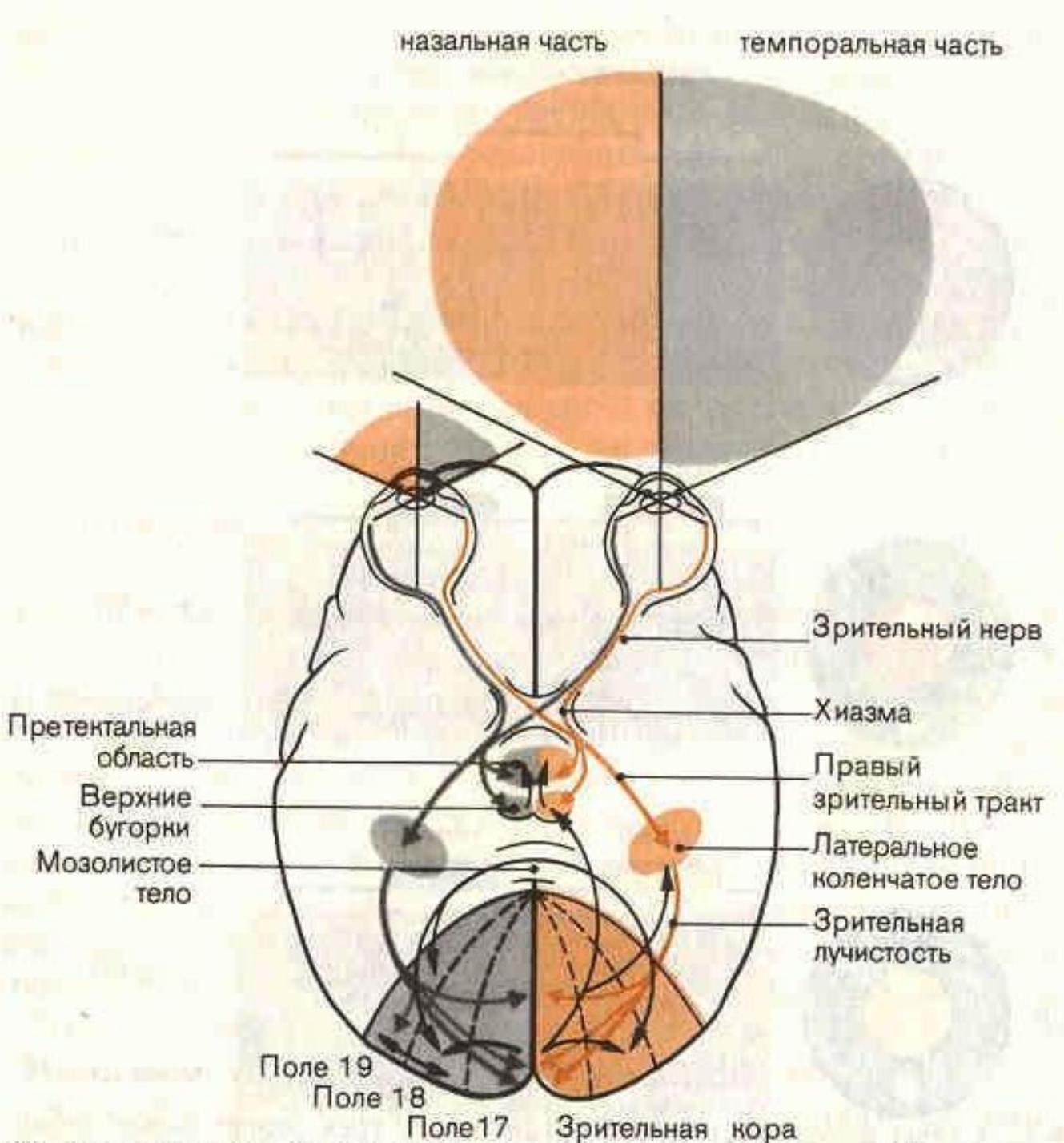
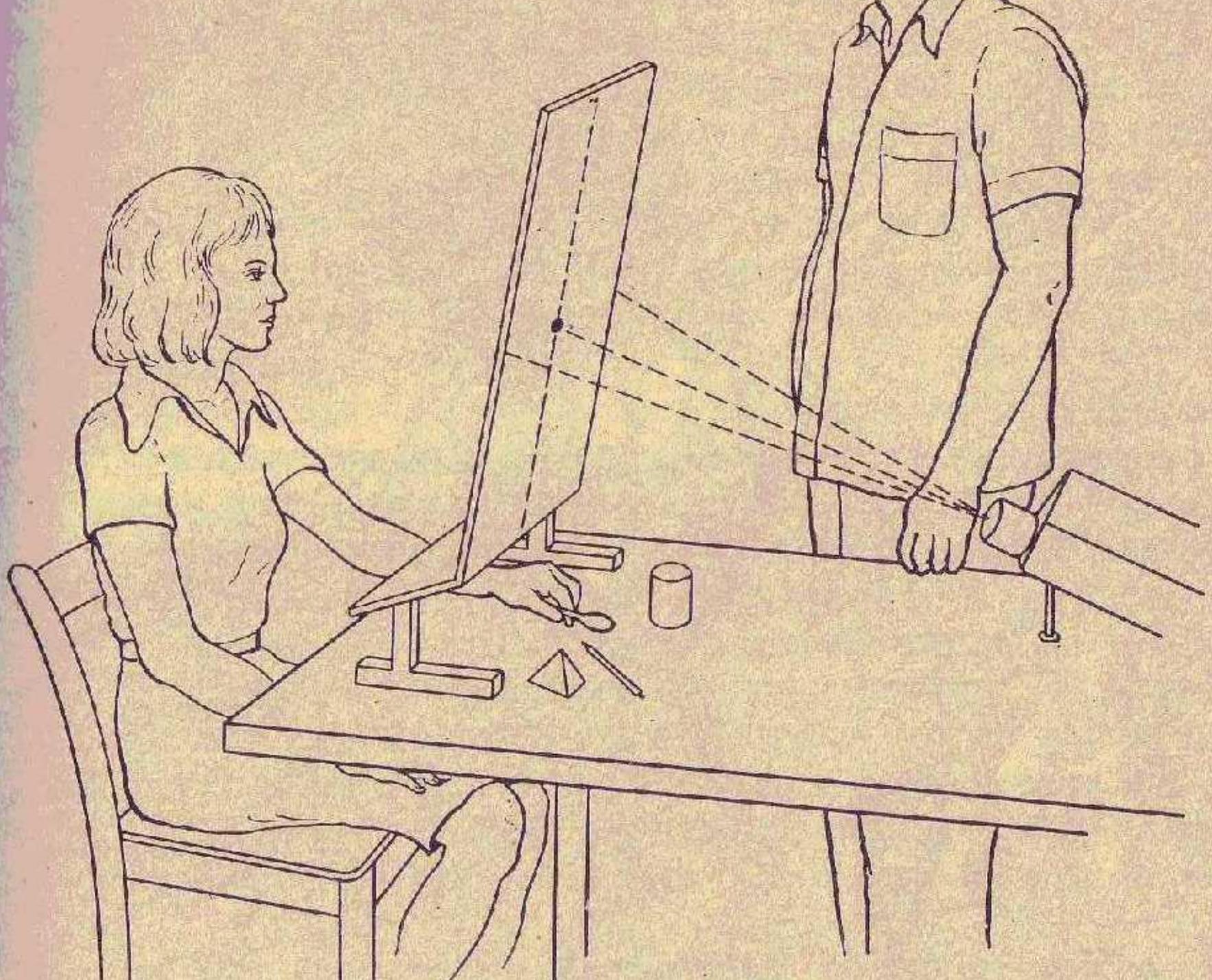
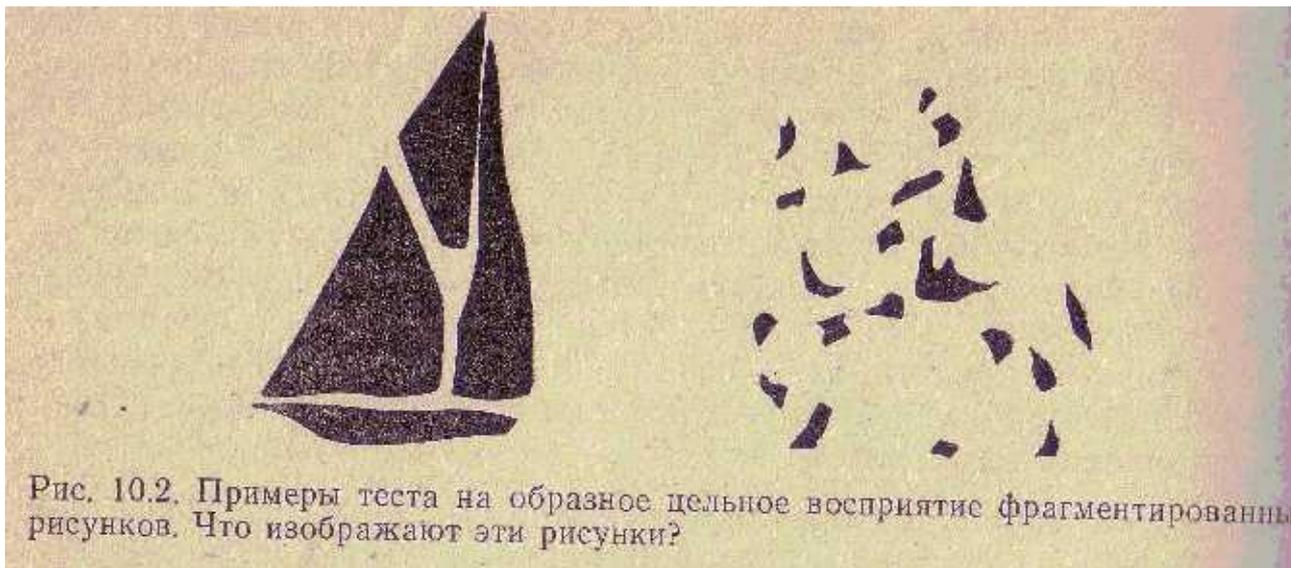


Схема
зрительных
проекций

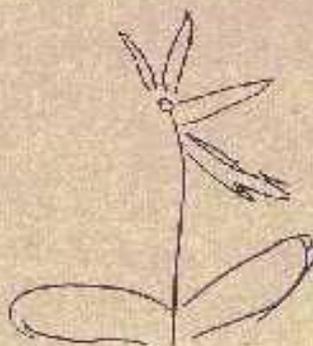
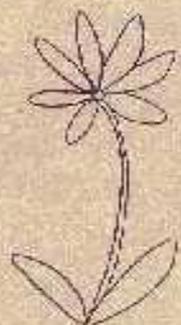
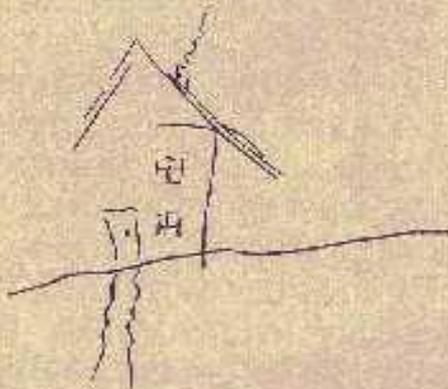
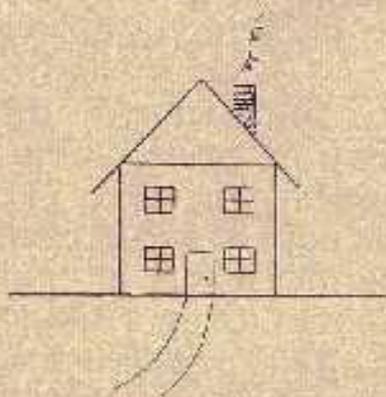
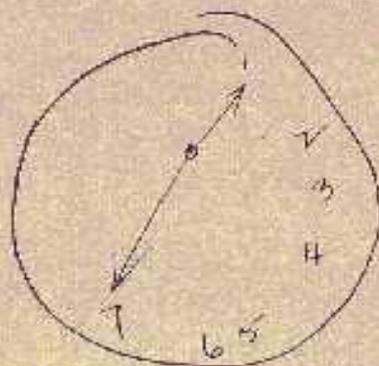
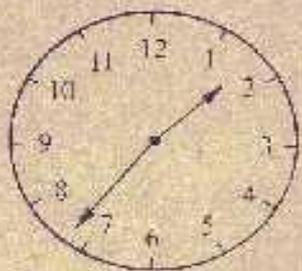


Наиболее четко латеральная асимметрия зрительной функции проявляется на уровне коры. На корковом уровне выделяют 2 системы опознания: **система «что» опознает объект, а система «где» локализует этот объект в пространстве.** Система «что» связана с ганглиозными клетками сетчатки X-типа с небольшими размерами РП, проецирующимися в височные области коры правого полушария. Поражению этих областей в клинике диагностируется как **«предметная агнозия»** (Кок, 1975). Система «где» берет начало от У-нейронов ганглиозных клеток сетчатки, имеющих большие размеры РП и проецирующиеся через подушку зрительного бугра к теменной коре правого полушария. Поражение правой теменной коры вызывает **«пространственную агнозию»**. **Левое полушарие** осуществляет опознание зрительных образов **инвариантно**, то есть независимо от их положения в пространстве. **Правое полушарие** собирает изображение из фрагментов образа, хранящихся в правой височной коре **не инвариантно**.



Образец

Копия, сделанная больным



Синдром
игнорирования
при поражении
правого
полушария

Рис. 9.4. Рисунки больного с синдромом игнорирования. Больного с инициальной лобной эпилепсией в задних областях правого полушария просили перерисовать несколько картинок. Обратите внимание на полное игнорирование левой стороны на каждом

Асимметрия мозга в управлении эмоциями.

1. Все эмоции формируются при ведущей роли правого полушария мозга.
2. Все эмоциональные состояния формируются при активной роли левого полушария мозга.
3. В формировании эмоционального состояния участвуют оба полушария
4. У человека положительные (эуэмоциональные) эмоции связаны с левым полушарием, а отрицательные (дистрессовые) с правым.

Асимметрия лицевой экспрессии



Рис. 2. "Синтезированные фотографии, полученные при склеивании двух левых половин лица (А) и двух правых половин лица (В), снятого анфас (Б).

Методы исследования функциональной межполушарной асимметрии

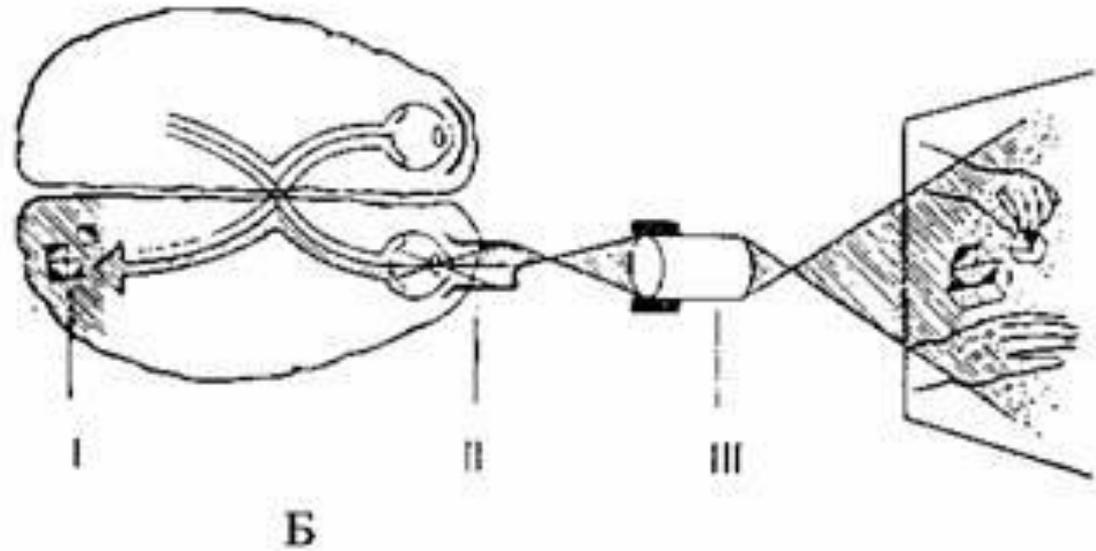
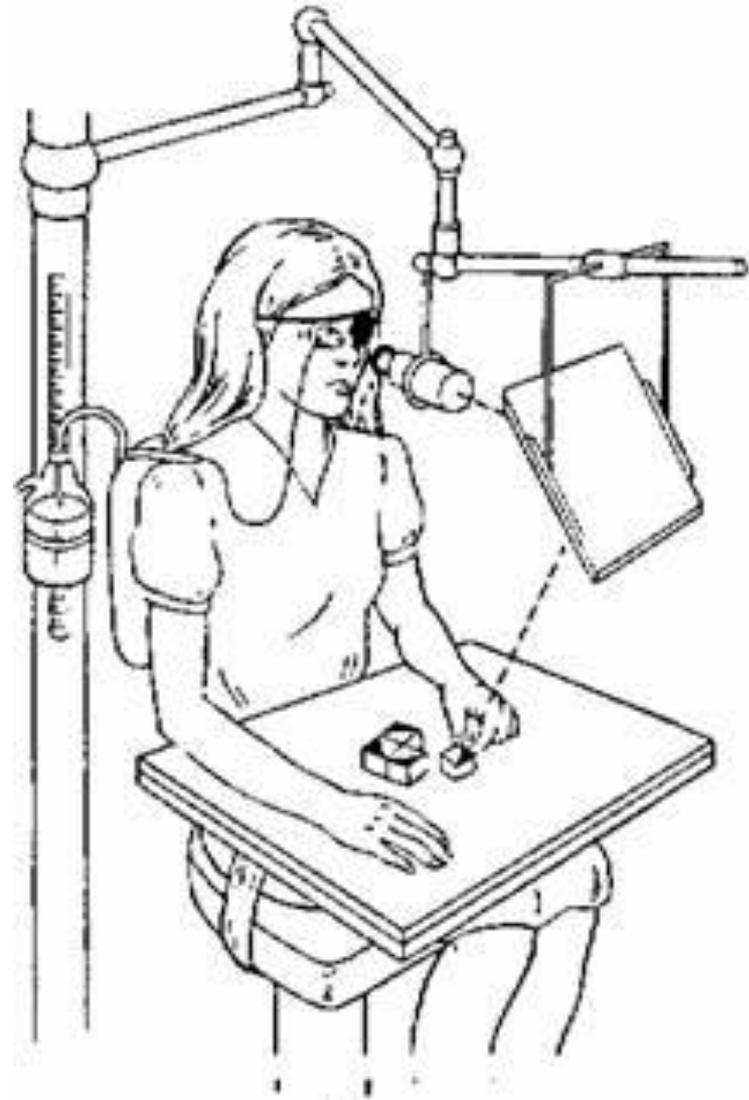
- Клинические методы
- Экспериментальные методы
- Электрофизиологические методы

Клинические методы исследования ФМК мозга.

- Морфологические
- Клинические (пробы Вада,
электросудоржная терапия)

Экспериментальные методы

- **Исследования расщепленного мозга.**
- Методы функционального выключения мозговых структур.
- Методы раздражения мозговых структур.
- **Психофизиологические методы**



З-линза в исследованиях Зайделя. (По Спрингер, Дейч, 1983)

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

Дихотическое прослушивание

У правшей правое ухо имеет преимущество при восприятии речевых сигналов,

а левое ухо доминирует при прослушивании неречевых сигналов.

«Эффект правого уха» выявляется методом дихотического прослушивания и вычисляется по формуле

$$K = \frac{E_p - E_l}{P_u \cdot E_p + E_l} \times 100$$

где $K_{пу}$ – коэффициент правого уха
 E_p – количество воспроизведенных

слов для

P_u правого уха, E_l - количество

воспроизведенных

слов для левого уха

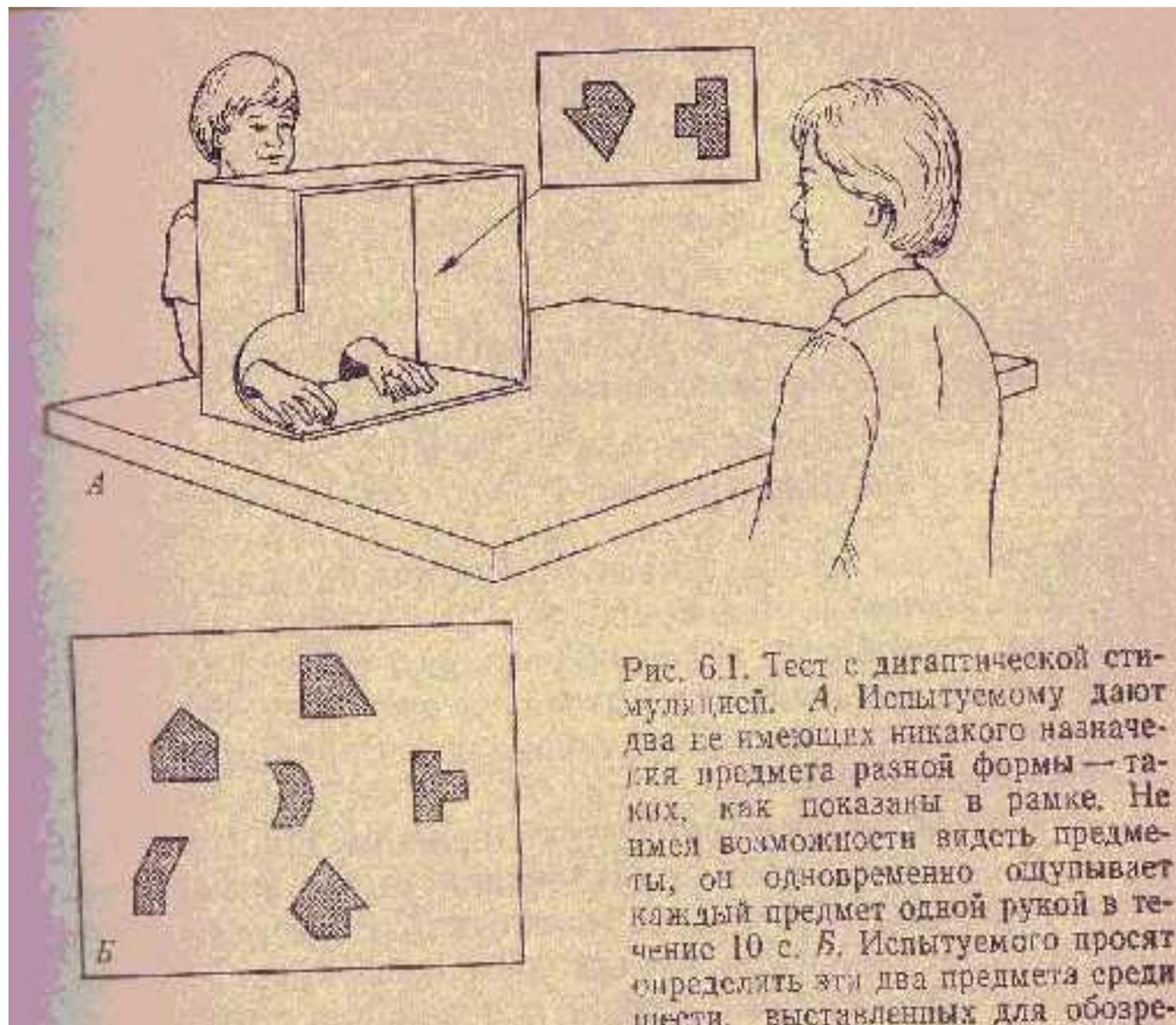


Рис. 6.1. Тест с дидактической стимуляцией. А. Испытуемому дают два не имеющих никакого назначения предмета разной формы — таких, как показаны в рамке. Не имея возможности видеть предметы, он одновременно ощупывает каждый предмет одной рукой в течение 10 с. Б. Испытуемого просят определить эти два предмета среди шести, выставленных для обозре-

Химерные стимулы

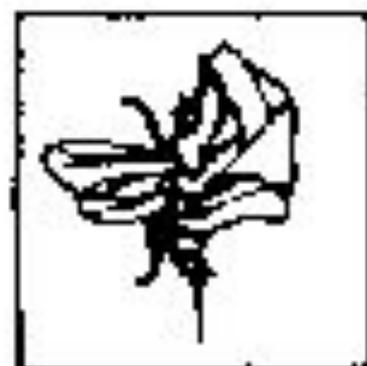
1.



1 2



2 1



3 1

2.



1 3



2 3



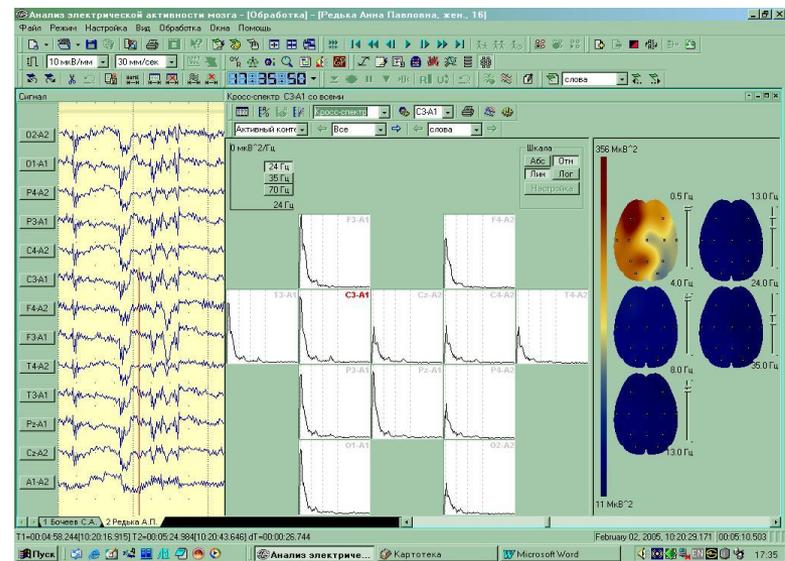
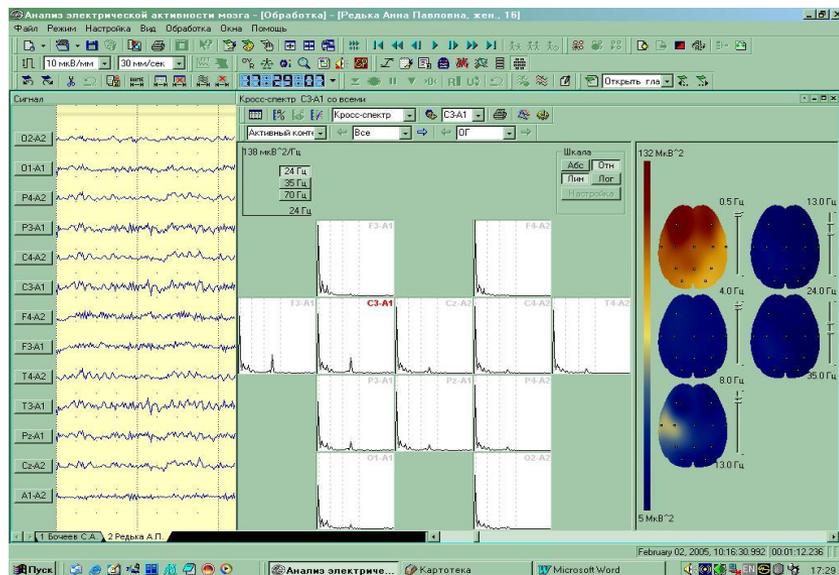
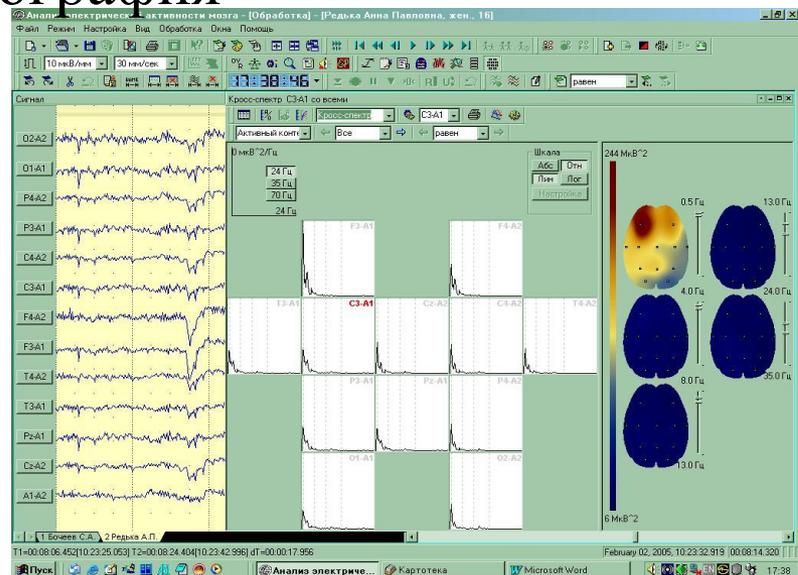
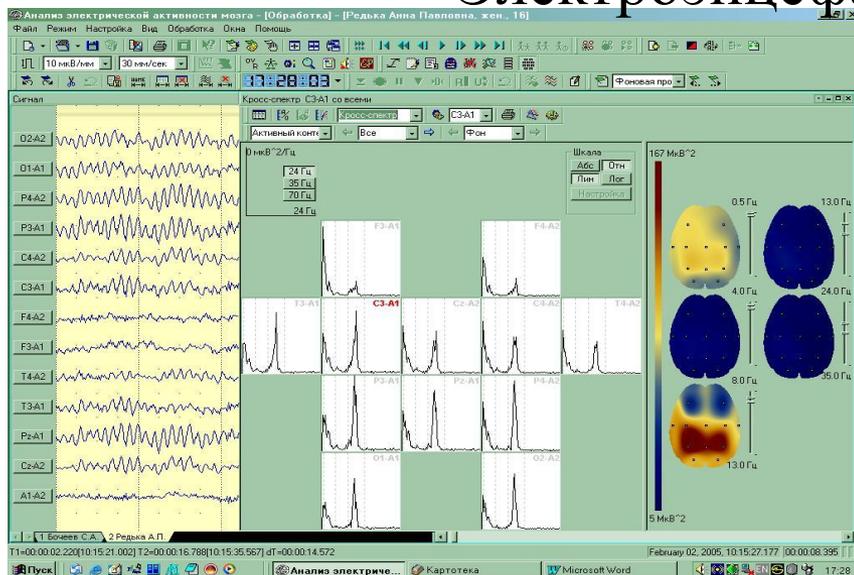
3 2

3.

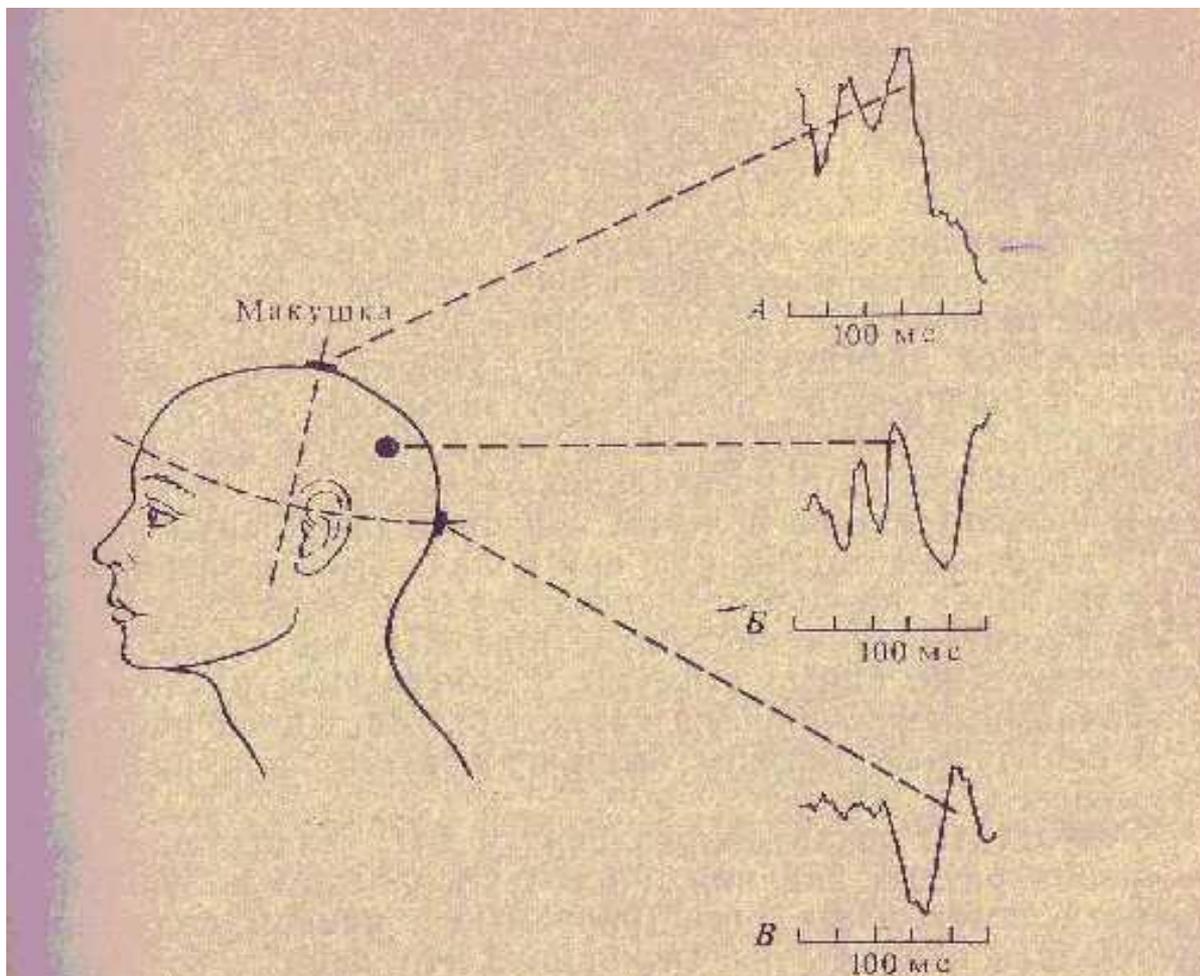


5'

Электроэнцефалография



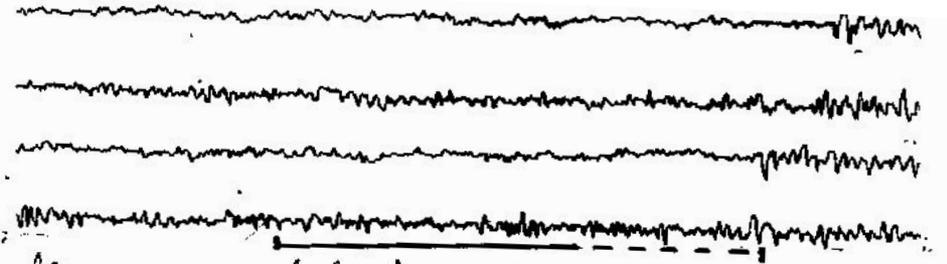
Вызванные потенциалы



4.3. Типичные вызванные потенциалы на слуховое (А), соматосенсорное и зрительное (В) раздражения. Прерывистыми линиями указаны области головы, от которых регистрируются наиболее выраженные пики
Electric Recording Techniques, Part B, Eds. Thompson R. F., Patterson M.

ЭКОГ

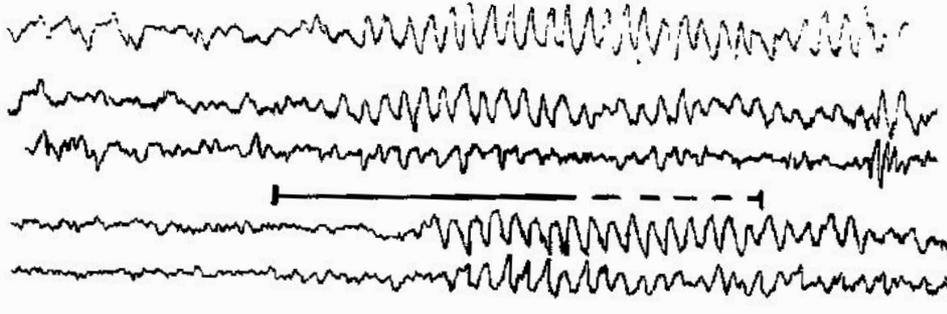
I этап



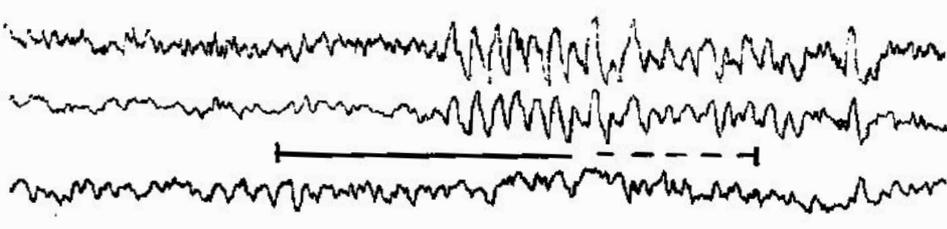
II этап



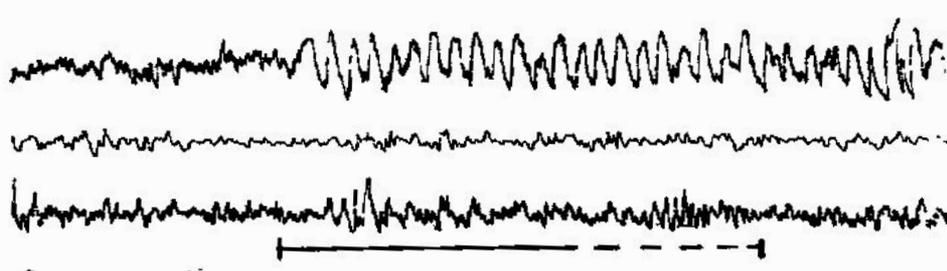
III этап



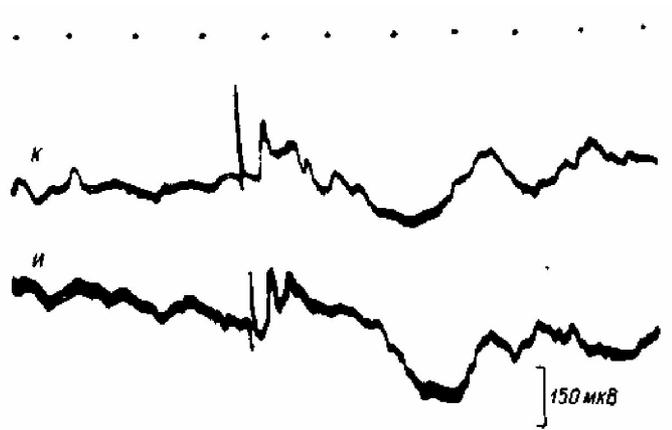
IV этап



V этап

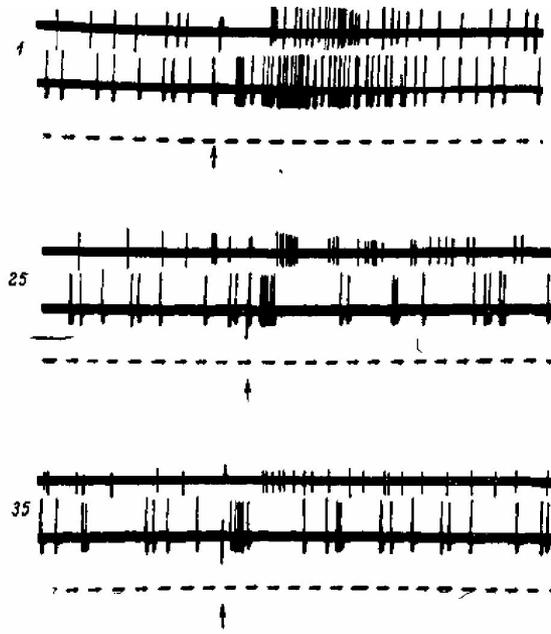


Фокальные ВП



Фокальные вызванные потенциалы симметричных пунктов поля 18 зрительной коры. И — ипси-, К — контралатеральное полушарие относительно стороны подкрепляющего раздражения. Отметка времени — 50 мс. Стрелки — момент предъявления вспышек. Отметка времени — 50 мс.

Импульсная активность нейронов



Импульсная активность пары нейронов симметричных пунктов зрительной коры.

Верхние нейронограммы — из ипсилатерального, нижние — из контралатерального относительно стороны подкрепления полушария. Цифры слева — номера сочетаний. Стрелка — момент предъявления сигнальной вспышки света. Отметка времени — 50 мс.

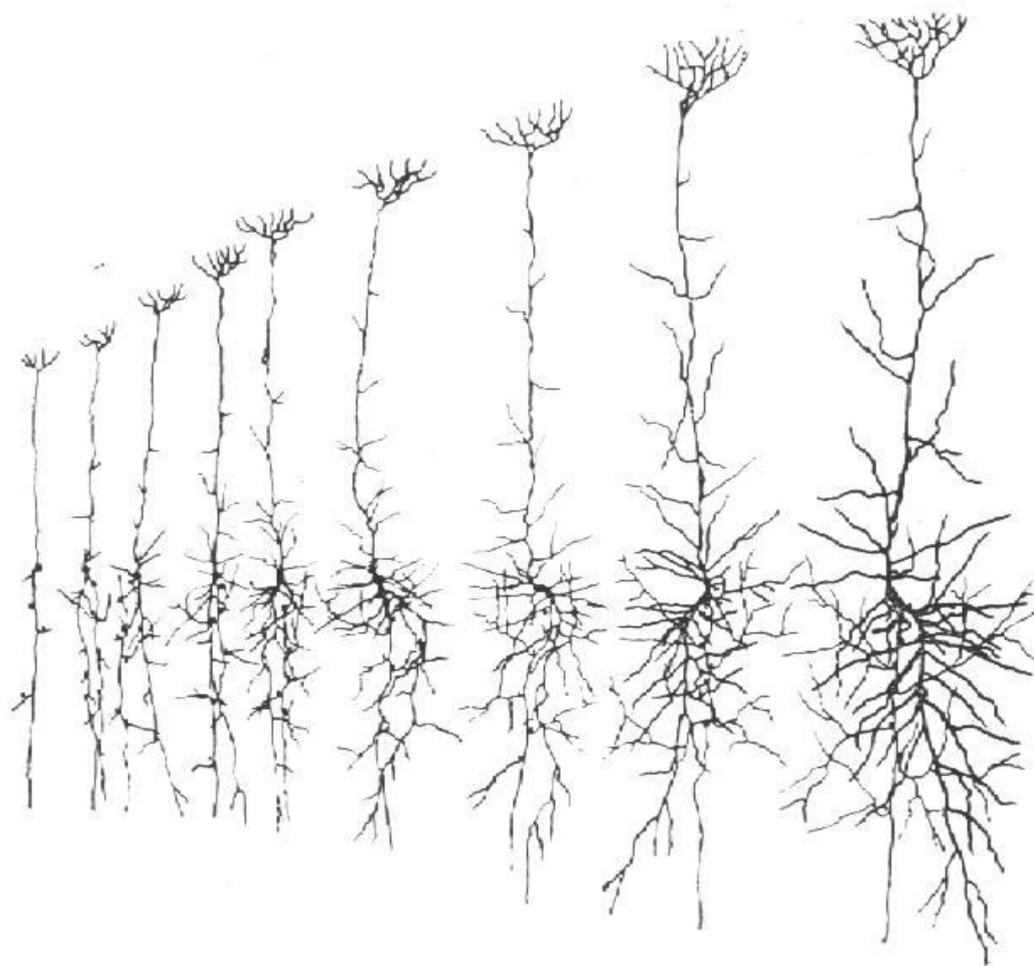
Развитие ФМА мозга в онтогенезе

Этапы формирования ФМА мозга ребенка.

Нейрофизиологические механизмы формирования ФМА мозга в онтогенезе.

Табл. 1. Возрастная периодизация психического развития и формирования ФАП.

Период развития	Младенческий	Ранний детский	Дошкольный	Школьный
Стадии эпигенез По Э.Эриксону	Доверие против закрытости (Ты+)	Автономность Против зависимости (Я+)	Инициатива Против Чувства вины (ОНИ+-)	Трудолюбие против чувства неполноценности (Труд+-)
Стадия развития по Пиаже	Сенсомоторная (Формирование произвольных движений и автоматизированных навыков)	Предоперационная (Развитие символического образного мышления)	Конкретных операций (примат абстрактного мышления)	Формальных операций (формирование индивидуальных мыслительных стратегий)
Формирование юнговских ТФ	Экстра-/интроверсия E/I – (быстрая адаптация, внимание на объект –уединенность, страх)	Рациональность/иррациональность J/P (рефлексивность – импульсивность)	Этика/логика J/T (ЛП) (Формирование социальных установок) □	сенсорика/интуиция S/N (ПП) (Формирование функциональных блоков ВПФ)
Тип полушарной организации	Правополушарный До 2-х лет	Левополушарный 2-3 года	Баланс лево- и правополушарного. Формирование стратегии 3-6 лет	7-14 лет

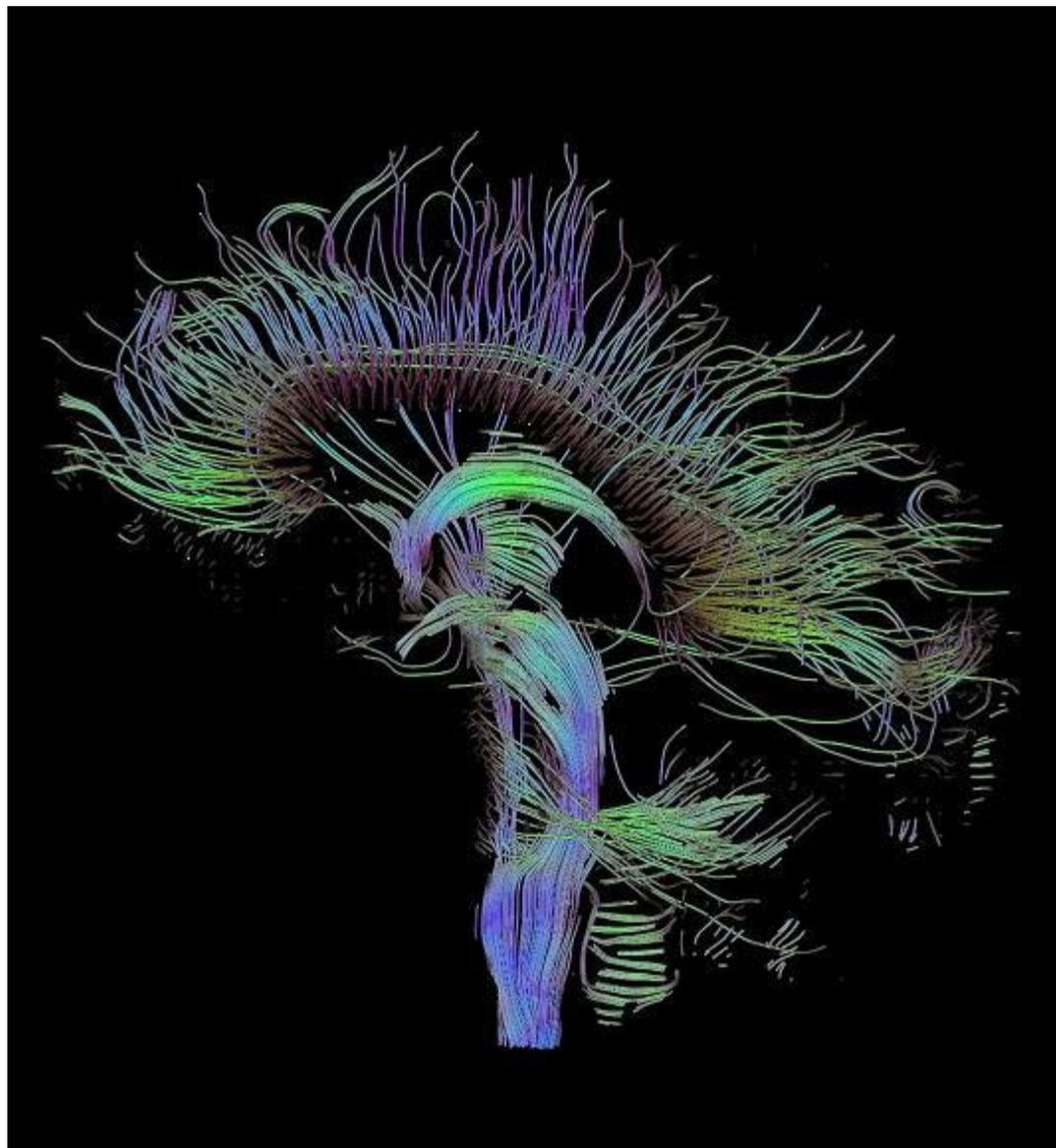


дам его почти столько и у взрослого. Изменения РНК, описанные в ядрах мозжечка морской наблюдаются также в

Рис. 27. Развитие веретенообразной клетки в онтогенезе человека.

Две последние зарисовки показывают разницу в строении этих клеток у ребенка в возрасте двух лет и у взрослого.

Диффузионно-тензорная МР томография



методика магнитно-резонансной томографии, позволяющая оценить диффузию молекул воды вдоль миелиновой оболочки аксонов нервных клеток

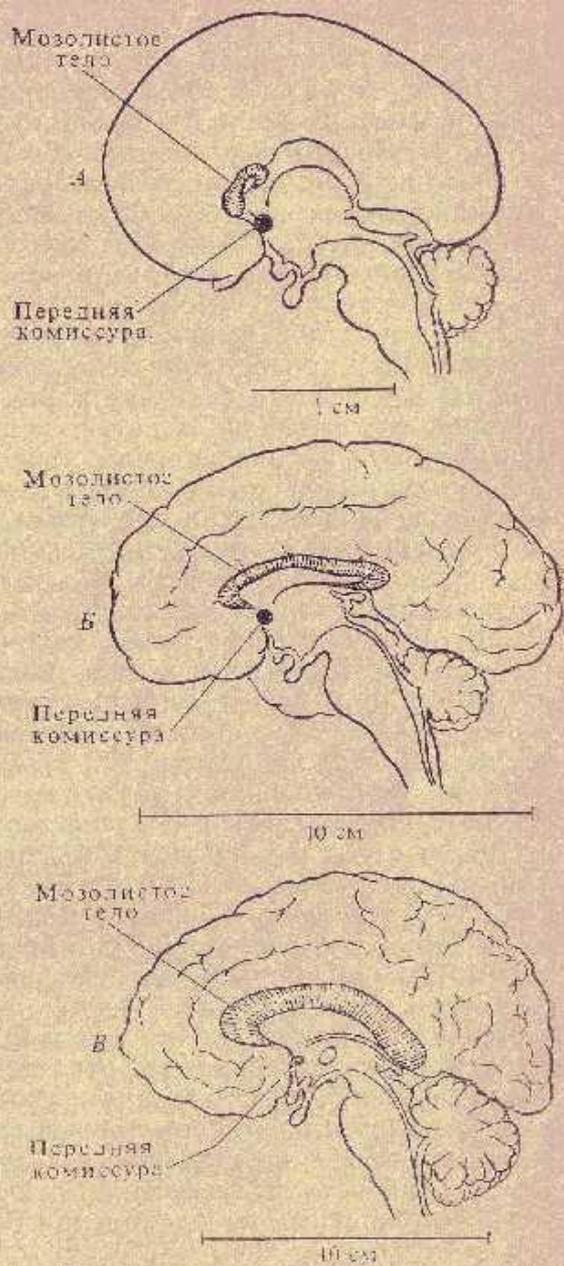
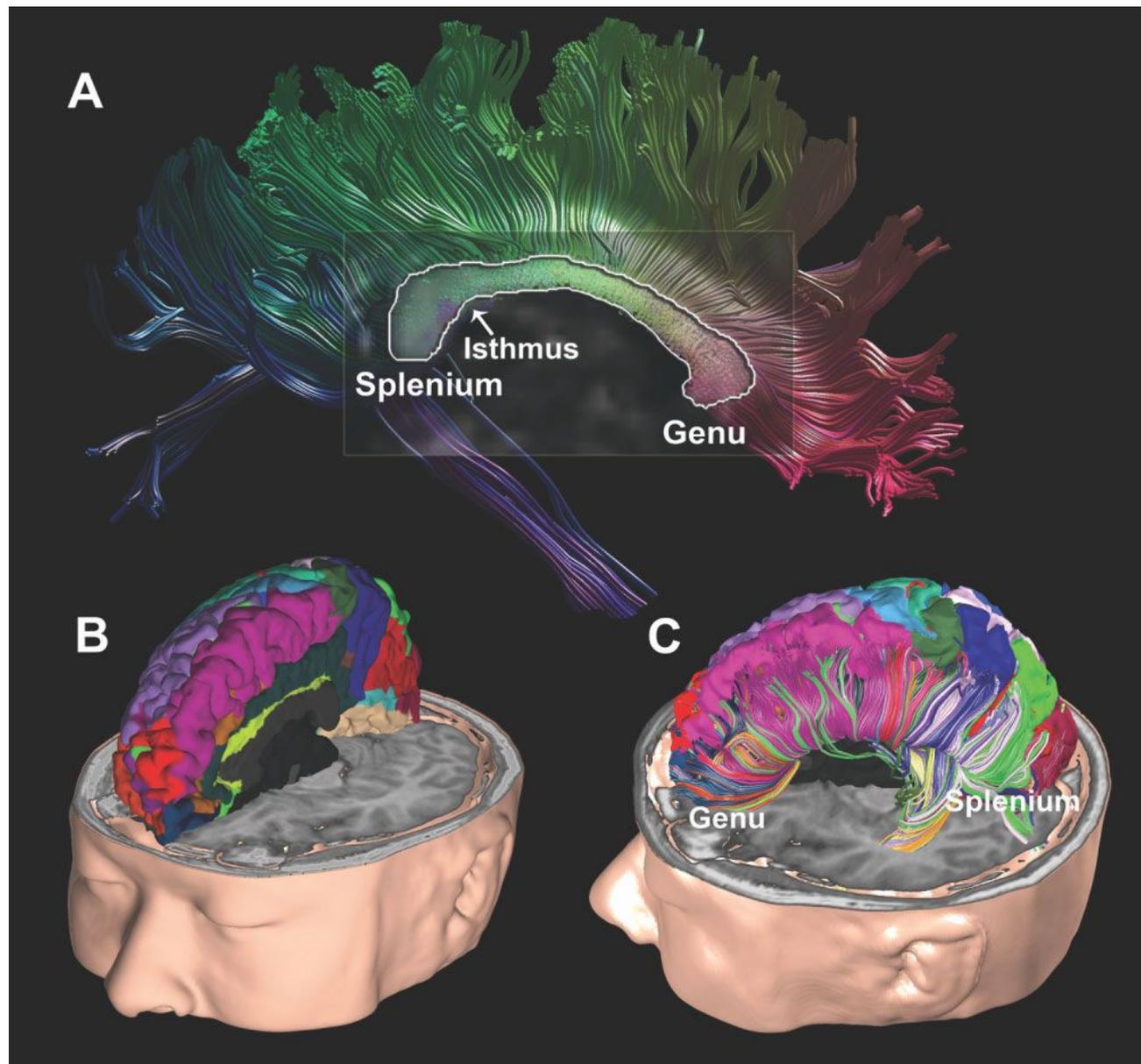
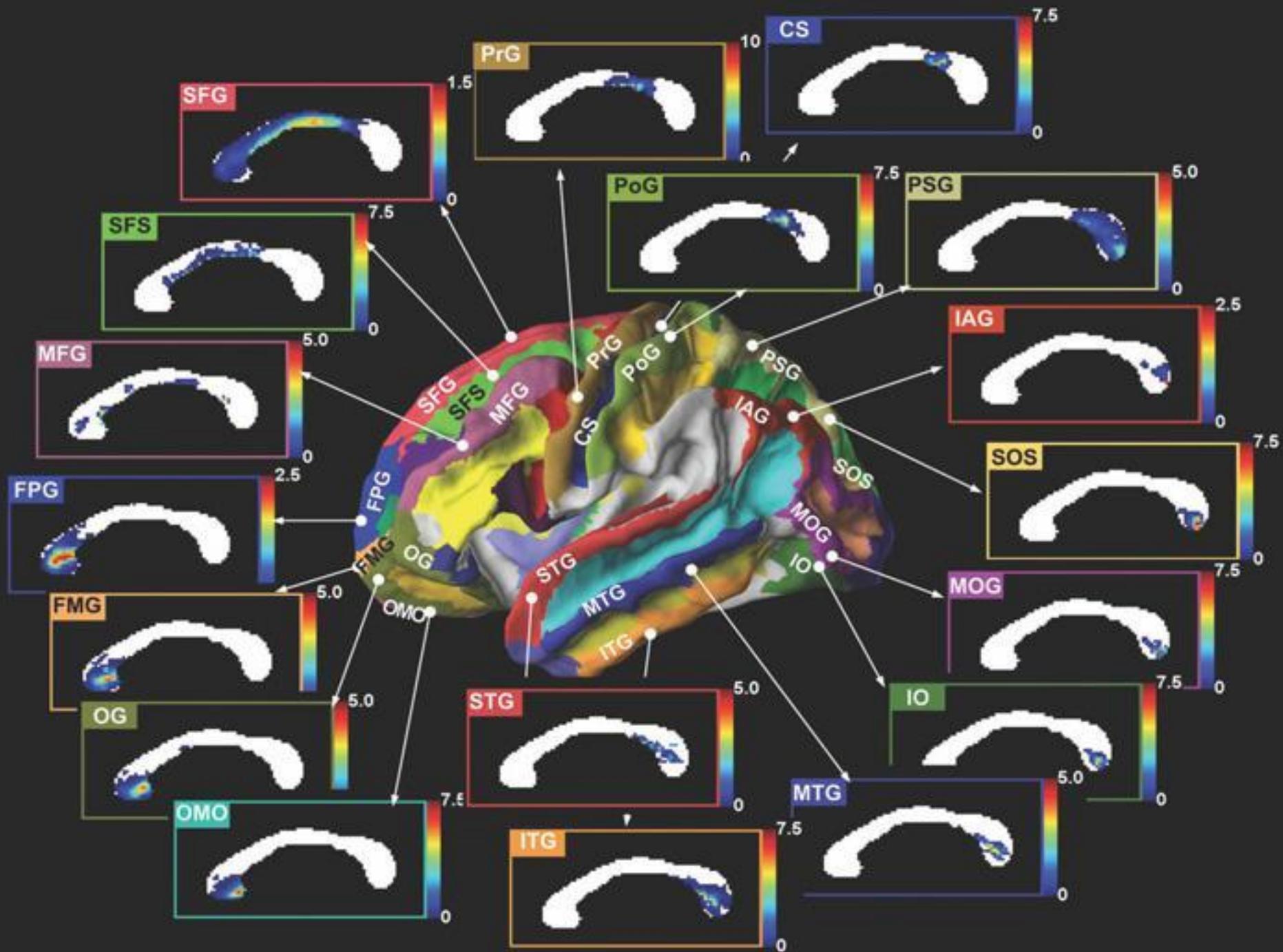
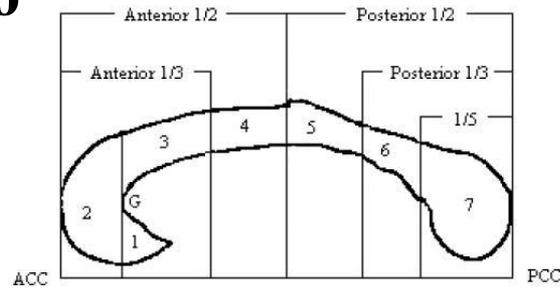


Рис. 7.1. Мозолистое тело и передняя комиссура на трех стадиях развития человека. А. Эмбриональная стадия (16 недель). Б. При рождении (40 недель). В. Взрослый индивидуум [15].

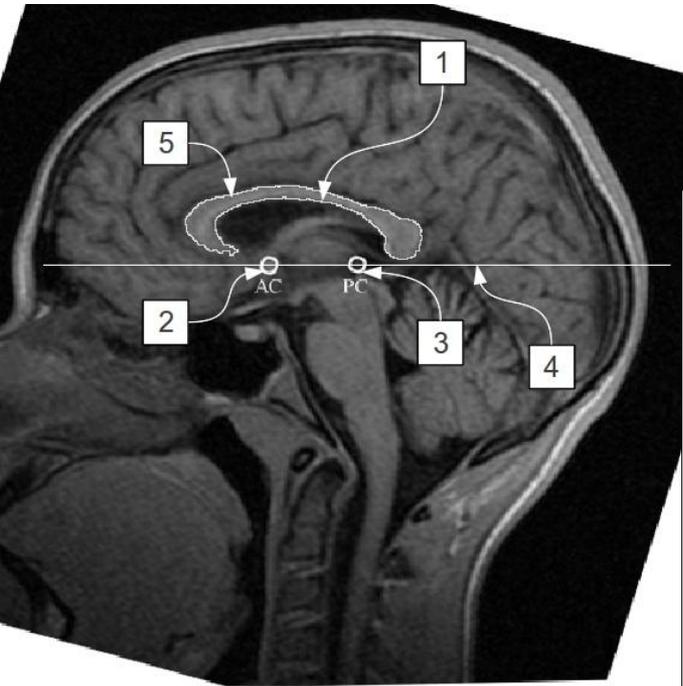




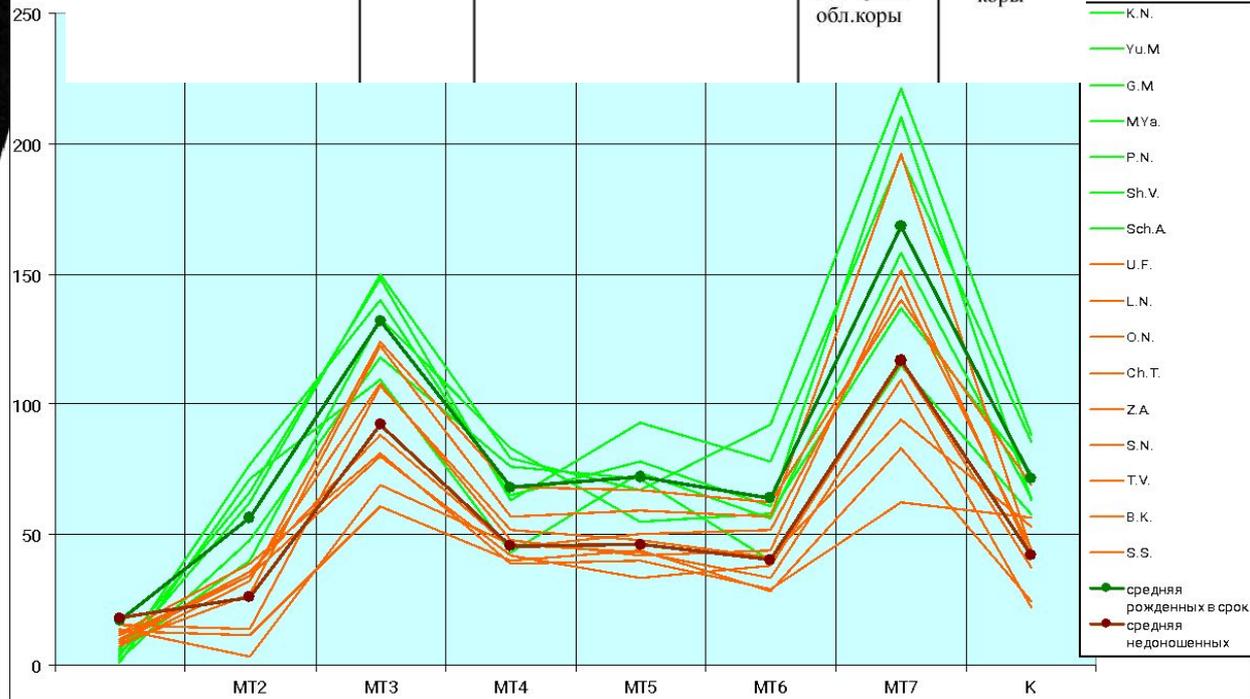
МРТ-морфометрия мозолистого тела у доношенных и недоношенных младенцев

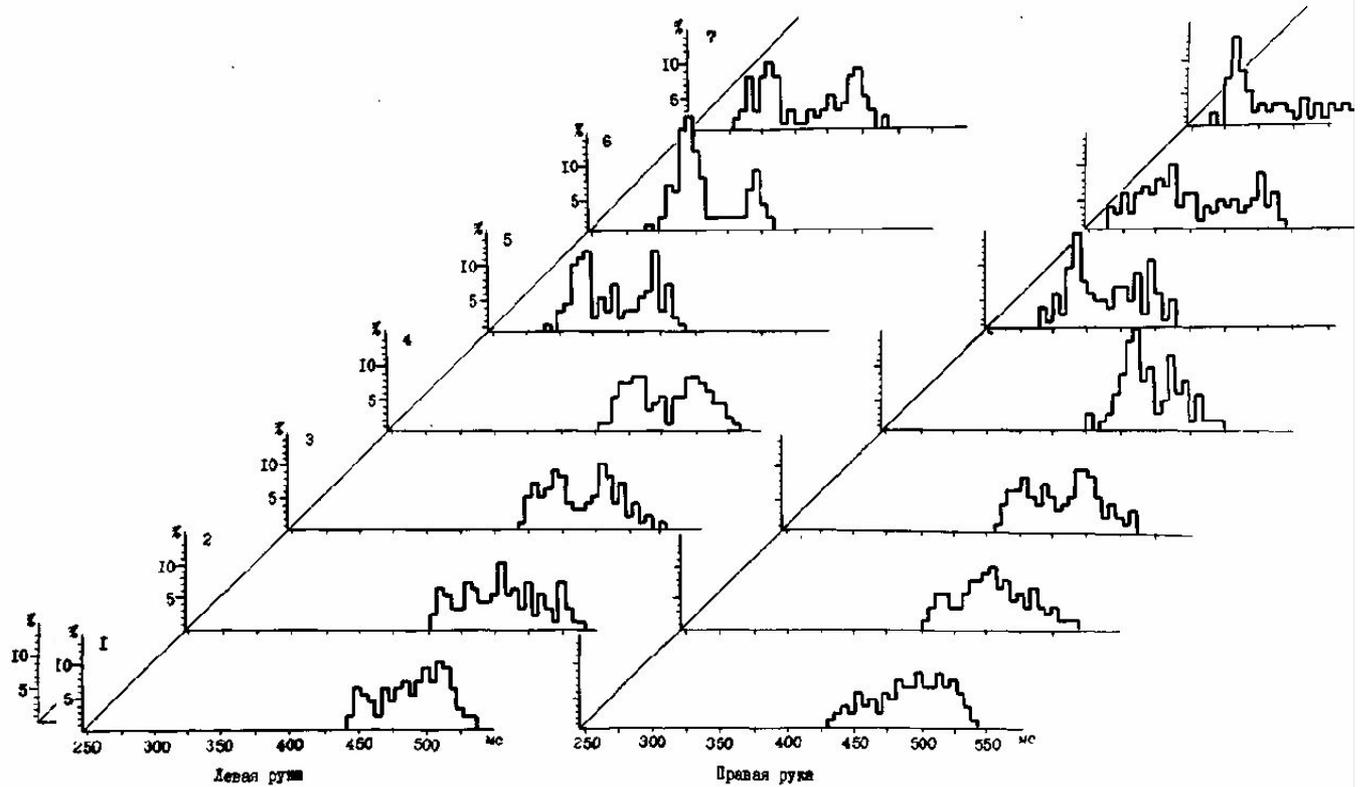


Schematic of CC division based on Witelson (1989)



Клюв (Rostrum)	Колено (Genu)	Тело (Body)			Перешеек (isthmus)	Валик (splenium)
		Ростральное (rostral body)	Среднее (mid-body)			
			Переднее (anterior mid-body)	Заднее (posterior mid-body)		
CC 1	CC 2	CC 3	CC 4	CC 5	CC 6	CC 7
Префронтальная дорзальная и вентральная области коры		Префронт. дорз. обл. коры	Премоторная и добавочная области коры		Первичная моторная и соматосенсорная обл. коры	Височная и затылочная области коры





Нормированные гистограммы распределения ЛП зрительно-моторных реакций испытуемых в возрасте 1 – 4 года, 2 – 5 лет, 3 – 6 лет, 4 – 7 лет, 5 – 15 лет, 6 – 18-20 лет, 7 – 21-30 лет.

Профиль ФМА мозга

Профиль ФМА мозга отражает индивидуальное распределение моторных сенсорных и психических асимметрий.

Выделяют правый, левый и смешанный профили ФМА мозга.

Связь профиля ФМА мозга и высших психических функций

Профиль ФМА мозга

- Под индивидуальным профилем асимметрии понимается присущее только каждому данному субъекту сочетание моторных, сенсорных, психических асимметрий (Брагина Н. Н., Доброхотова Т.А., 1977).
- Выделяют **правый, смешанный и левый профили ФМА** мозга. **Правый профиль** включает характерные для большинства людей правые асимметрии рук, ног, зрения и слуха и преобладание левых частей органов осязания, обоняния, вкуса. Такой профиль ФМА мозга обозначается как **односторонний правый (ППП)** и означает максимальную выраженность асимметрии полушарий. Если ведущие правая рука и правый глаз сочетаются с левой асимметрией уха или ноги, то такой профиль обозначается как **парциальный правый** и обозначается **ППлП**.

Профиль ФМА мозга

Профиль функциональной межполушарной асимметрии является динамичным и определяется как внешними, так и наследуемыми факторами. Испытуемые с парциальной асимметрией мозга оказываются более устойчивыми к утомлению, их способность правильно реагировать на сигналы не изменяется при длительных нагрузках.

У женщин правый профиль асимметрии выявлялся в 2 раза чаще, чем у мужчин: 25 и 51,7%, а смешанный - чаще у мужчин (75%), чем у женщин (48,3%). Среди здоровых лиц чаще встречаются два профиля асимметрии: правый и смешанный; полный левый профиль асимметрии - очень редкий среди здоровых лиц, чаще характерен для больных с патологией мозга.

Профиль ФМА мозга

Динамические характеристики интеллектуальной деятельности коррелируют с профилем функциональной межполушарной асимметрии. Испытуемые с доминированием левого полушария по всем показателям обнаруживают более высокую способность к произвольной регуляции интеллектуальной деятельности, чем испытуемые с доминированием правого полушария и амбидекстры.

Испытуемые, характеризующиеся признаками доминирования **правого полушария** обнаруживают более **совершенную вегетативную регуляцию** при интеллектуальной деятельности, чем лица с признаками преобладания функций левого полушария.

Профиль ФМА мозга

Существует тенденция: низкий уровень тревожности, большая эмоциональная стабильность и более высокий уровень экстраверсии коррелируют с правшеством.

Наиболее низкие показатели интеллекта и внимания характерны для унилатеральных групп - правшей и левшей и, соответственно, более высокие - в остальных группах, т.е, интеллектуальность коррелирует с парциальностью и смешанным типами доминирования полушарий мозга.

Профиль ФМА мозга

- Наличие у правши левого ведущего глаза позволяет отнести его к **смешанному профилю ФМА** мозга. Этот латеральный фенотип имеет множество вариантов: ПлПл – равномерный, ПлПП – неравномерный. Часто к смешанному профилю относят все варианты латеральных фенотипов, содержащие амбидектральные признаки.
- **Левый профиль ФМА** обозначается как – ллл, и включает ведущую левую руку, глаз, ухо и ногу. В европейской популяции этот профиль встречается редко, а на востоке чаще и означает максимальную межполушарную симметрию при ведущей роли правого полушария мозга.

ФМА мозга и адаптация.

Роль левого и правого полушарий в процессах адаптации

Особенности функциональной межполушарной асимметрии мозга у представителей различных культур

ФМА мозга и адаптация.

Полушария головного мозга играют неодинаковую **роль в адаптации** человека к различным условиям обитания и физическим нагрузкам. Показана **ведущая роль левого полушария** мозга в процессах **социальной адаптации** и **правого** – в процессах физической адаптации к воздействиям внешней среды (Аршавский, Ротенберг, 1988, Леутин, 2004).

ФМА мозга и адаптация.

Адаптация – это совокупность реакций живой системы, поддерживающих ее функциональную устойчивость при изменении условий обитания.

Структура адаптационных перестроек организма человека включает индивидуальный (онтогенетический), популяционный и антропогенетический уровни.

ФМА мозга и адаптация.

Успешность адаптации на **популяционном уровне** в значительной мере определяется **типом межполушарного реагирования** (В.В. Аршавский, 1988).

В азиатском регионе адаптированное ядро популяции создается за счет отбора **правополушарных индивидов** (так называемый **«синестральный сдвиг»** - увеличение доли лиц с **леволатеральным** типом профиля ФМА мозга).

Экспедиционные исследования в г. Элиста 2004-2005 г.г.





Психотип «западного» человека (западный техницизм)

- вербально-логический (левополушарный) тип мышления
- высокая подвижность нервных процессов, способность к переработке больших объемов информации
- преобладание разума над чувствами
- деятельность, общительность
- склонность к лидерству, оптимизм

Психотип «восточного» человека (восточный мистицизм)

- образный правополушарный тип мышления
- преобладание чувств над разумом
- интуитивное восприятие действительности
- конформность, пессимизм
- пассивность, консерватизм
- созерцательность,
- культура основана на догматах и внушениях

Два полушария – два способа
ПОЗНАНИЯ

Левое полушарие Правое полушарие

Вербальные Невербальные, зрительно-пространственные

Последовательные Одновременные

Временные Пространственные

Дискретные Непрерывные

Рациональные Интуитивные

Западный техницизм Восточный мистицизм

ДИХОТОМИИ

Левое полушарие Правое полушарие

- Рассудок Интуиция
- Интеллектуальный Чувственный
- Абстрактный Конкретный
- Аналитический Холистический
- Управляемый Свободный
- Будущее Прошлое
- Объективный Субъективный
- Дедуктивный Индуктивный
- Последовательный Одновременный
-

Чтобы решать сложные
проблемы в изменяющихся
обстоятельствах, необходима
активность обоих полушарий
мозга: путь в будущее лежит
через мозолистое тело

Карл Саган