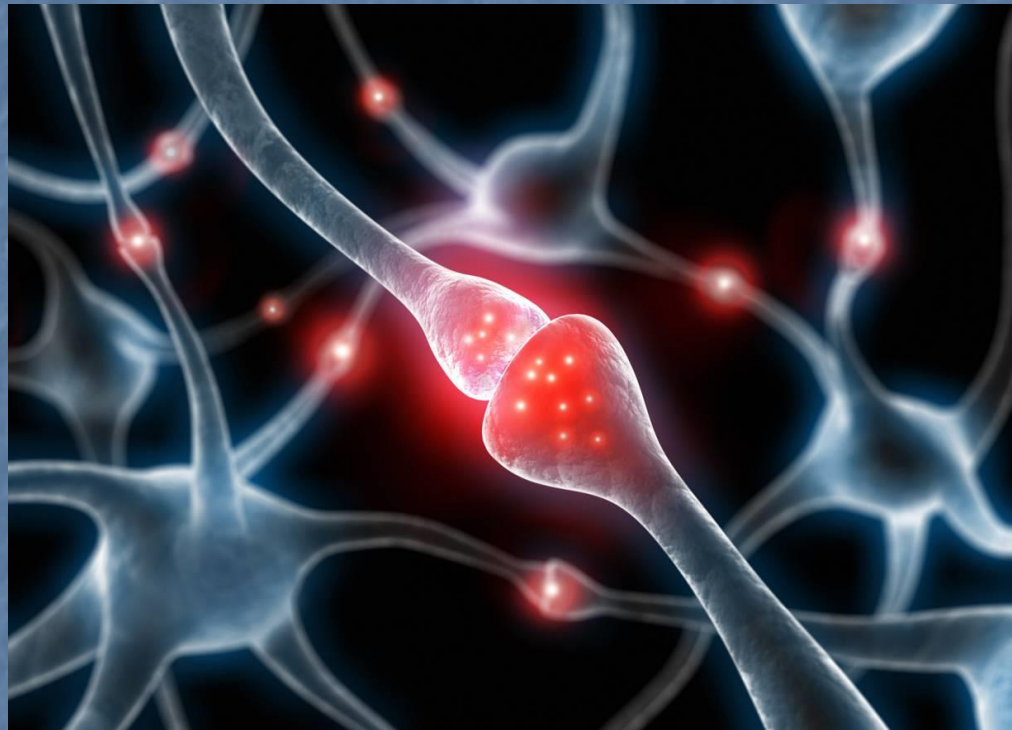


АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ. Часть I.



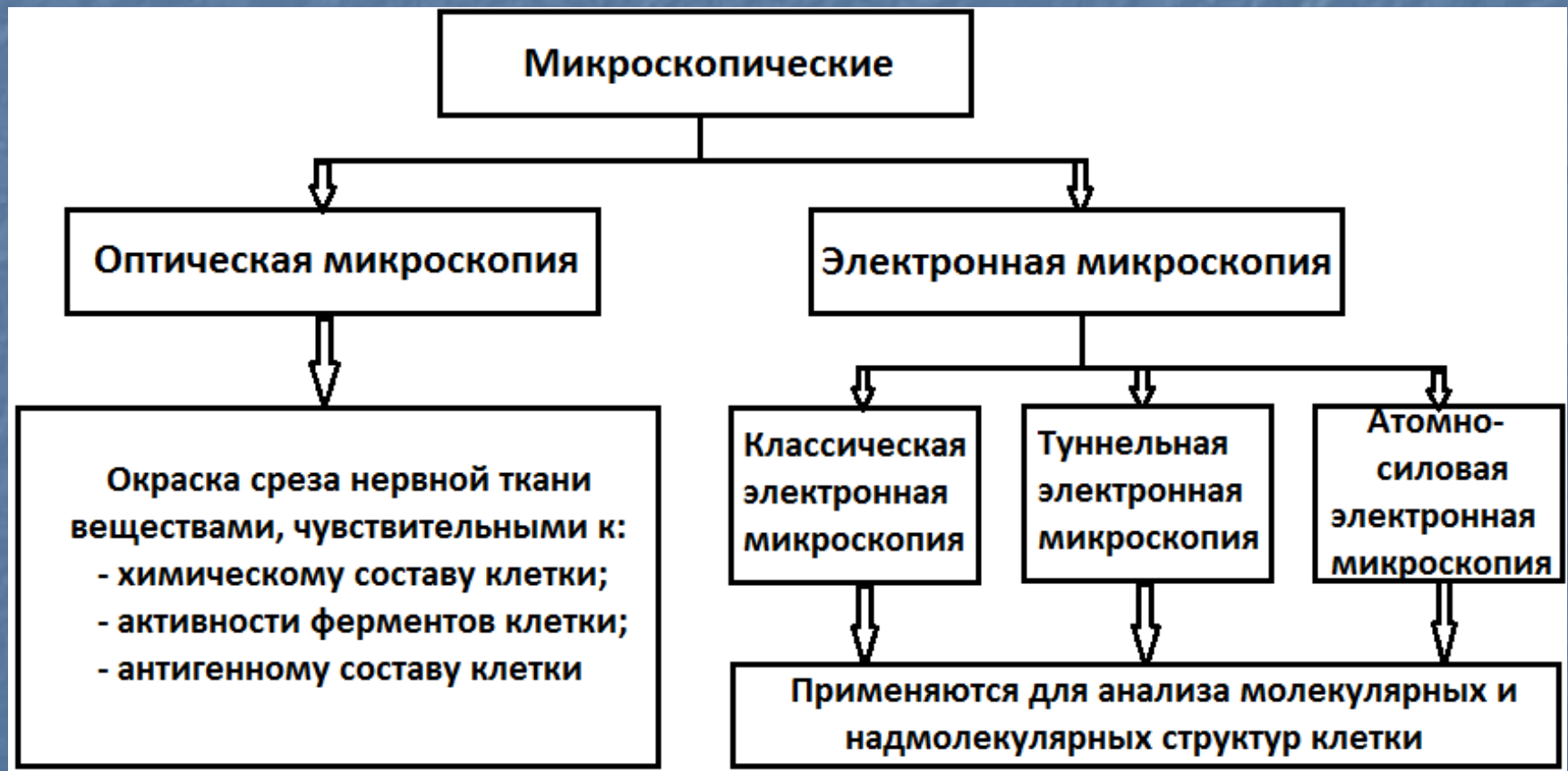
*Национальный исследовательский
Томский государственный университет*

г. Томск, 2015

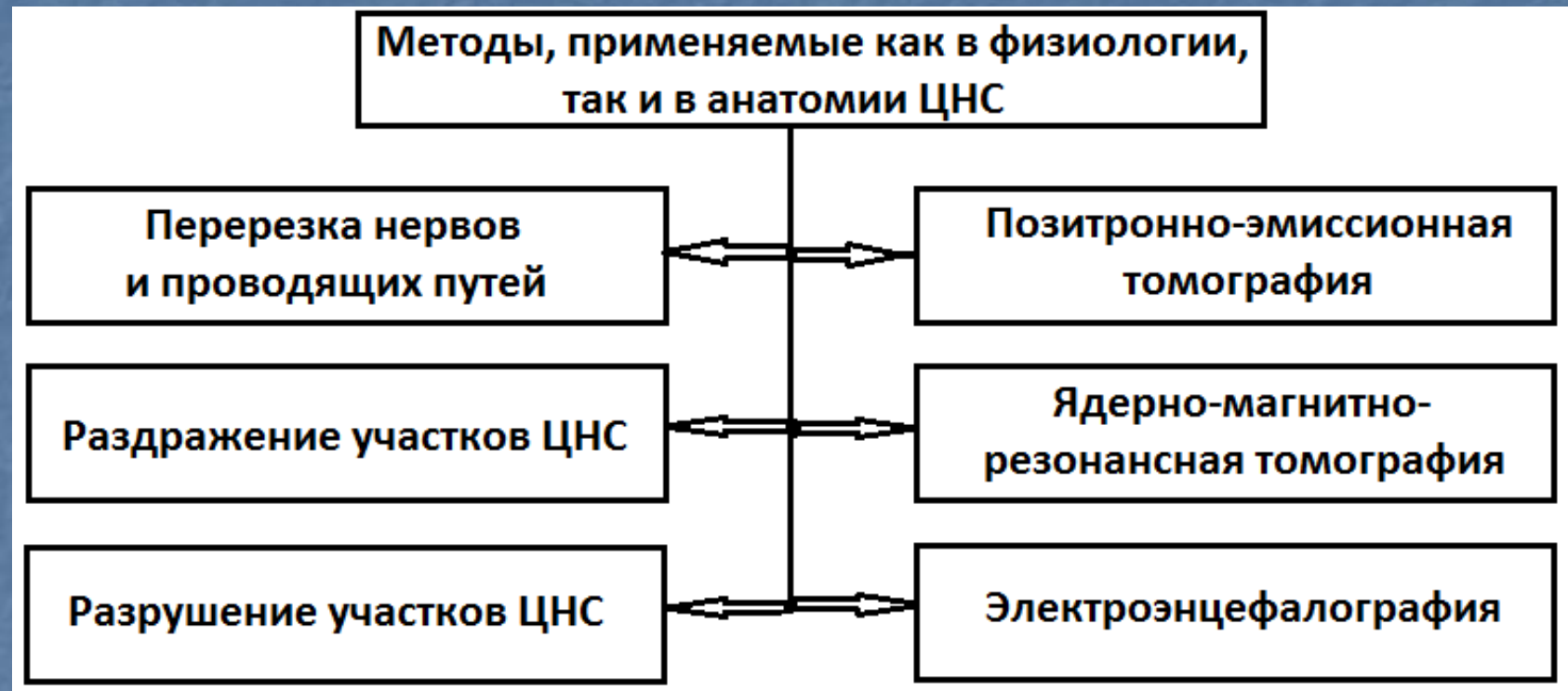
Макроскопические методы исследования нервной системы



Микроскопические методы исследования нервной системы



Общие методы для физиологии и анатомии ЦНС



Общая схема строения ЦНС

В нервной системе выделяют центральную и периферическую нервную систему. Периферическая нервная система представлена корешками спинного мозга, нервными сплетениями, нервными узлами (ганглиями), нервами, периферическими нервными окончаниями.

Центральная нервная система человека состоит из головного и спинного мозга.

Спинной мозг представляет собой трубку с небольшим каналом посередине, окруженную нейронами и их отростками.

Головной мозг является расширением спинного мозга и залегает в полости черепа. Топографической границей со спинным мозгом является плоскость, проходящая через нижний край большого затылочного отверстия.

Средняя масса головного мозга составляет 1400 г с индивидуальными вариациями от 1100 до 2000 г.

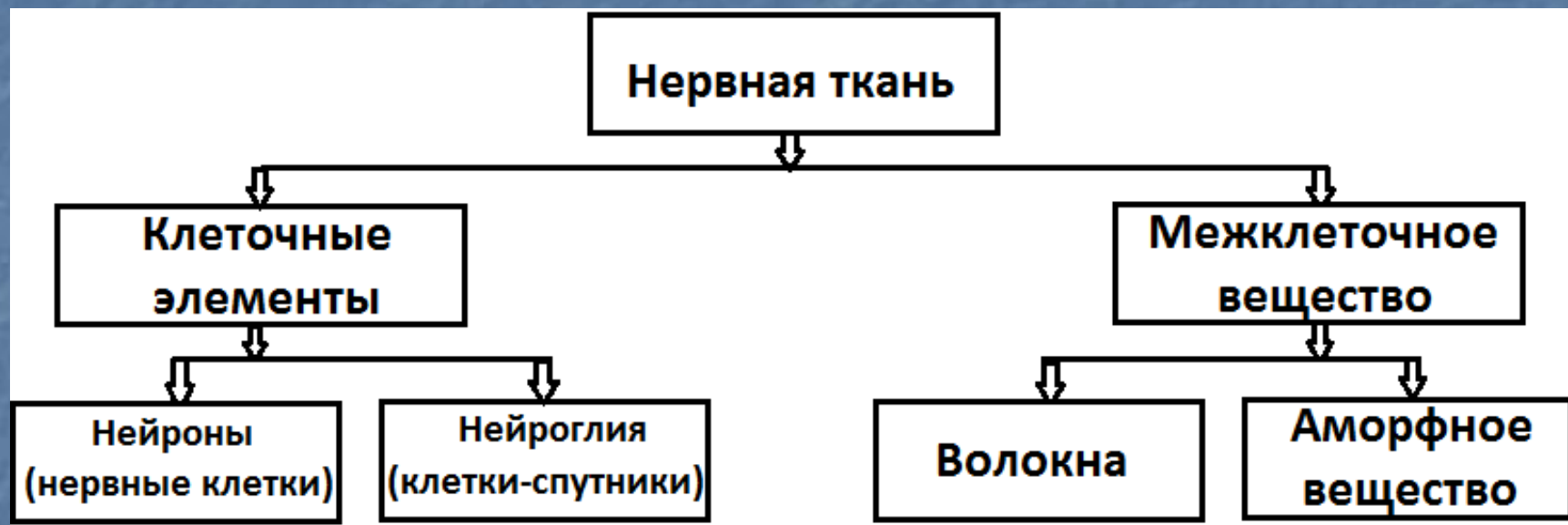
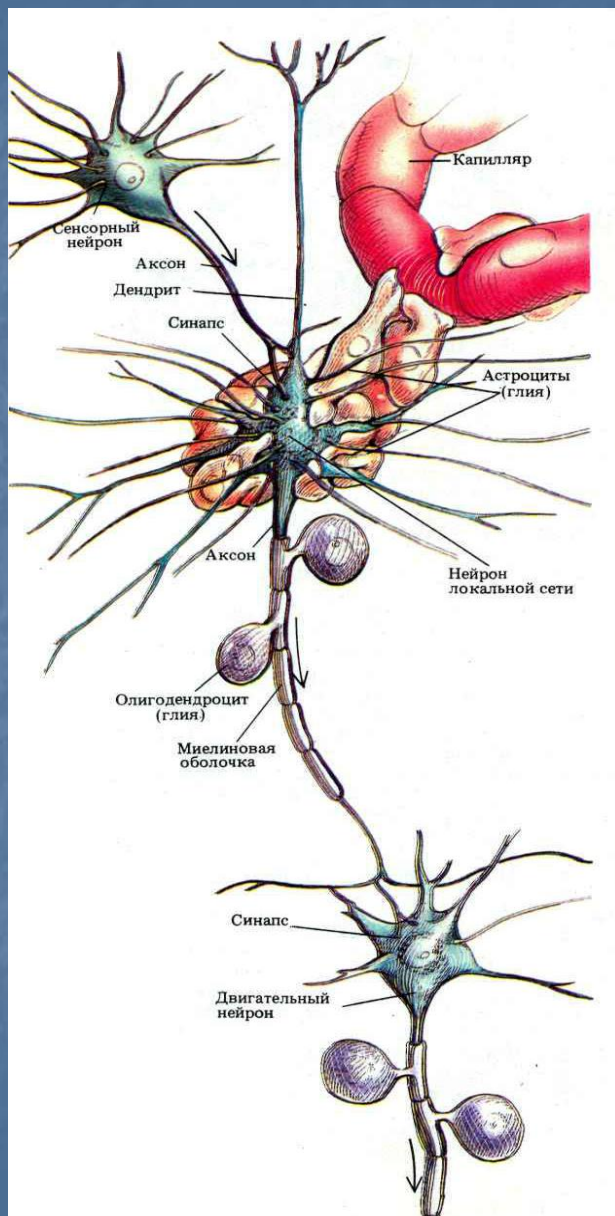


Рис. Схема строения нервной ткани



Нейрон — это сложно устроенная высокоспециализированная клетка с отростками, способная генерировать, воспринимать, трансформировать и передавать электрические сигналы, а также способная образовывать функциональные контакты и обмениваться информацией с другими клетками

Рис. Нервная сеть. Крупный нейрон с множеством дендритов получает информацию через синаптический контакт с другим нейроном.

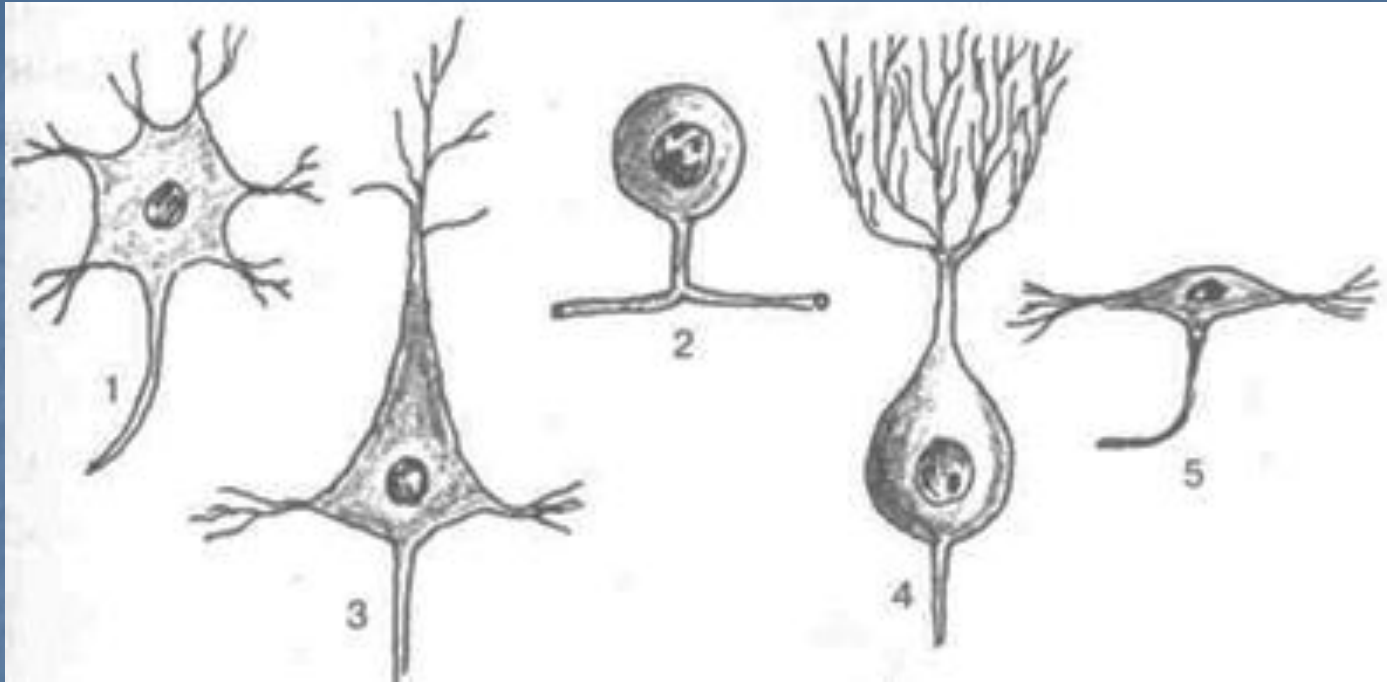


Рис. Классификация нейронов по форме тела:

1 — звездчатые нейроны (мотонейроны спинного мозга);

2 — шаровидные нейроны (чувствительные нейроны спинномозговых узлов);

3 — пирамидные клетки (кора больших полушарий);

4 — грушевидные клетки (клетки Пуркинье мозжечка);

5 — веретенообразные клетки (кора больших полушарий)

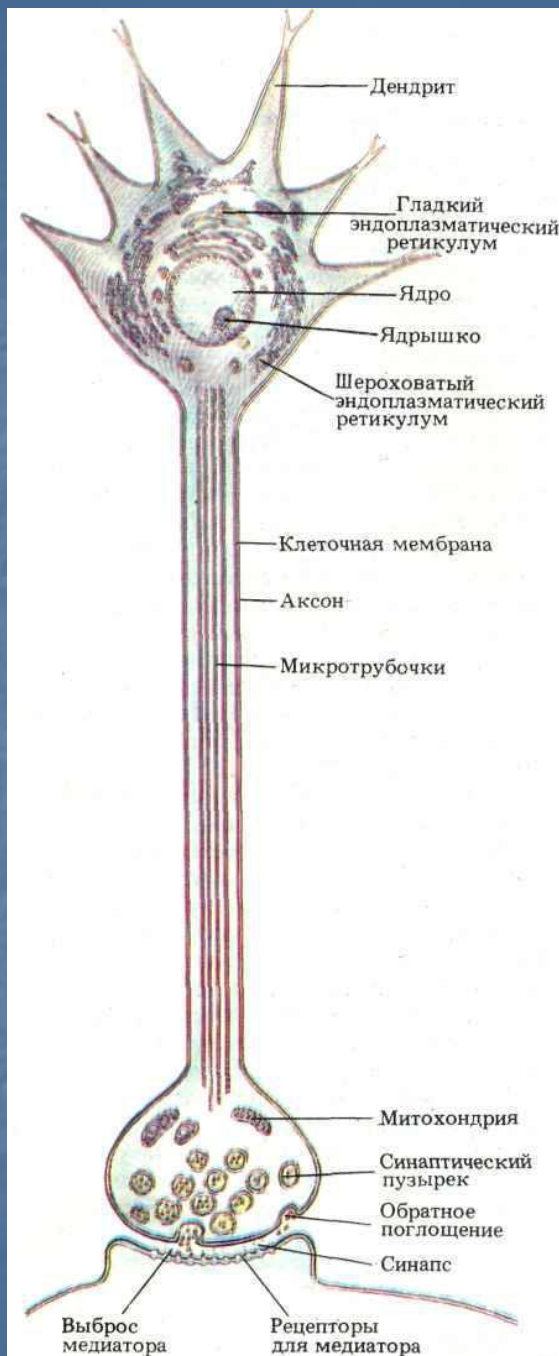


Рис. Внутреннее строение типичного нейрона. Микротрубочки обеспечивают структурную жесткость, а также транспортировку материалов, синтезируемых в теле клетки и предназначенных для использования в окончании аксона (внизу). В этом окончании находятся синаптические пузырьки, содержащие медиатор, а также пузырьки, выполняющие иные функции. На поверхности постсинаптического дендрита показаны предполагаемые места рецепторов для.

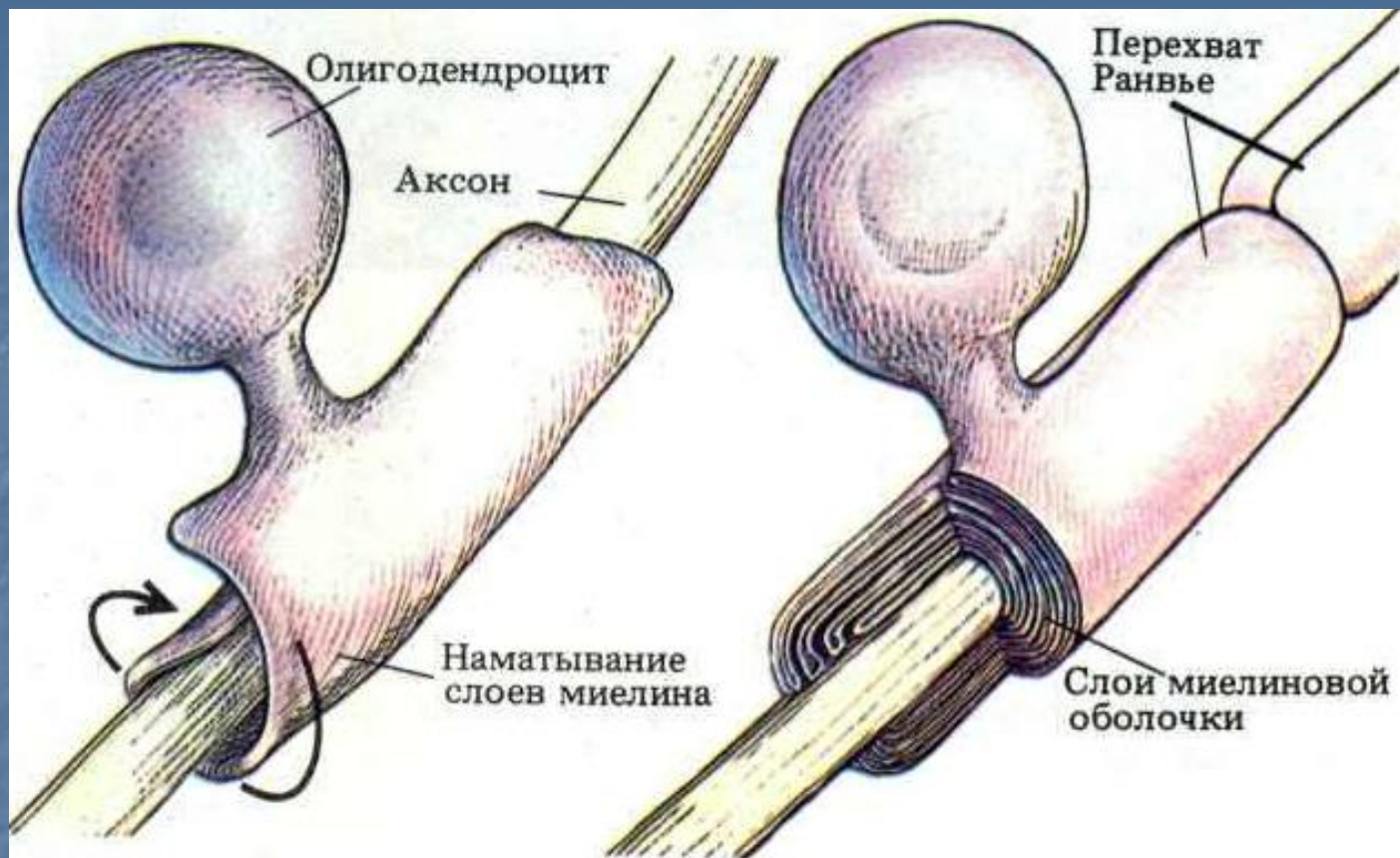


Рис. Слева-многочисленные слои (темное кольцо), окружающие небольшой аксон, расположенный в центре. Справа-олигодендроцит наматывает свою мембрану вокруг аксона, образуя многослойную миелиновую оболочку. В миелинизированном аксоне переход ионов через мембрану происходит только в разрывах между сегментами миелиновой оболочки-перехватах Ранвье.

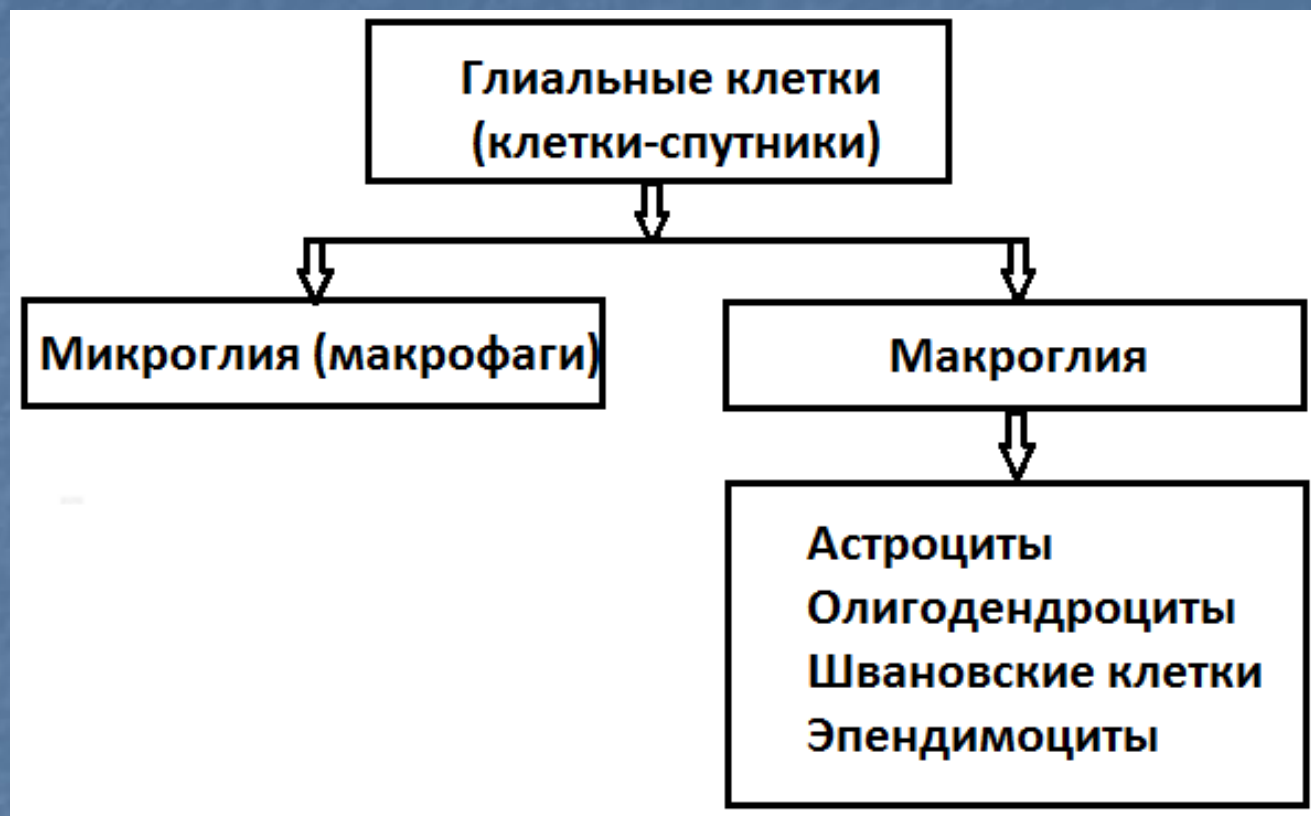
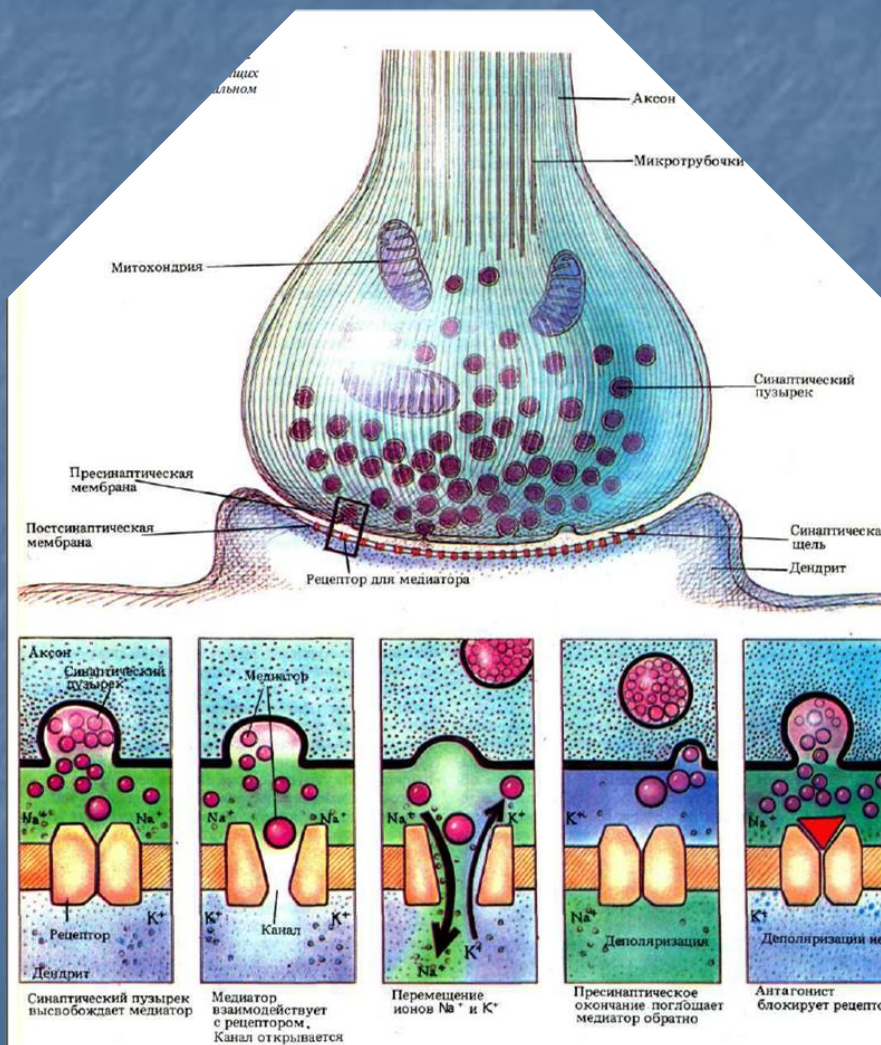


Рис. Разновидности глиальных клеток



Синапсы — области контакта между нейронами — бывают химическими и электрическими. Химический синапс представляет собой не прямой контакт двух клеток: между их мембранами остается узкое пространство — синаптическая щель. Эффекторная клетка (та, от которой идет импульс), возбуждаясь, выделяет в синаптическую щель молекулы нейромедиатора, которые связываются с рецепторами на мембране воспринимающей клетки и вызывают ее ответ.

Рис. Схема выброса медиатора и процессов, происходящих в центральном синапсе.



■ На Рис. изображен самый распространенный вид синапса — аксо-дендритический. (А бывают еще аксо-соматические синапсы, когда аксон подходит к телу воспринимающей клетки, аксо-аксональные, и даже дендро-дендритические).

■ Еще на Рис. видны олигодендроциты — глиальные клетки, которые в центральной нервной системе обматывают аксоны слоями миелина — изолирующей липидной мембраны, что препятствует рассеиванию импульса и ускоряет его проведение. Начало аксона — место, где он отходит от тела клетки — называется «аксонный холмик». Именно там возникает потенциал действия, который потом распространяется дальше по аксону в сторону воспринимающей клетки.

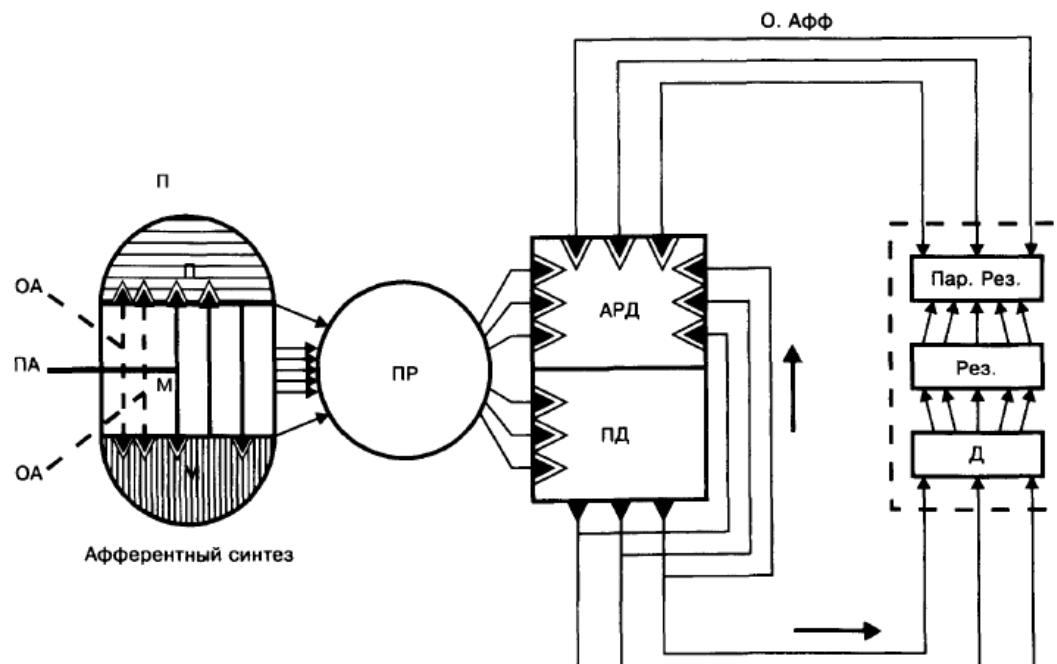
■ Аксон ближе к концу может разделяться на несколько веточек, идущих к разным клеткам. Каждая такая веточка оканчивается аксонной терминалью. В аксонной терминали есть митохондрии, чтобы обеспечивать энергией многочисленные происходящие здесь процессы; почти всегда обнаруживается довольно много везикул — мембранных пузырьков, в которых транспортируются медиаторы и разные другие вещества — например, ферменты. Еще в аксонной терминали есть эндосома — мембранная структура, похожая на аппарат Гольджи. От эндосомы могут отпочковываться везикулы, которые используются для транспорта нейромедиаторов.

■ В электрических синапсах не задействованы нейромедиаторы, а синаптическая щель очень узкая. Цитоплазма двух клеток связана напрямую через специальные белковые каналы — коннексоны. Сигнал в таком синапсе передается путем перехода ионов из одной клетки в другую. Такие синапсы почти не встречаются в нашей нервной системе.



Рис. Классификация синапсов

М — доминирующая мотивация;
 П — память;
 ОА — обстановочная афферентация;
 ПА — пусковая афферентация;
 ПР — принятие решения;
 ПД — программа действия;
 АРД — акцептор результатов действия;
 ЭВ — эфферентные возбуждения;
 Д — действие;
 Рез. — результат;
 Пар. Рез. — параметры результата;
 О. Афф. — обратная афферентация.



(По Анохину)

Рис. Принципиальная схема функциональной системы как основы нейрофизиологической архитектуры

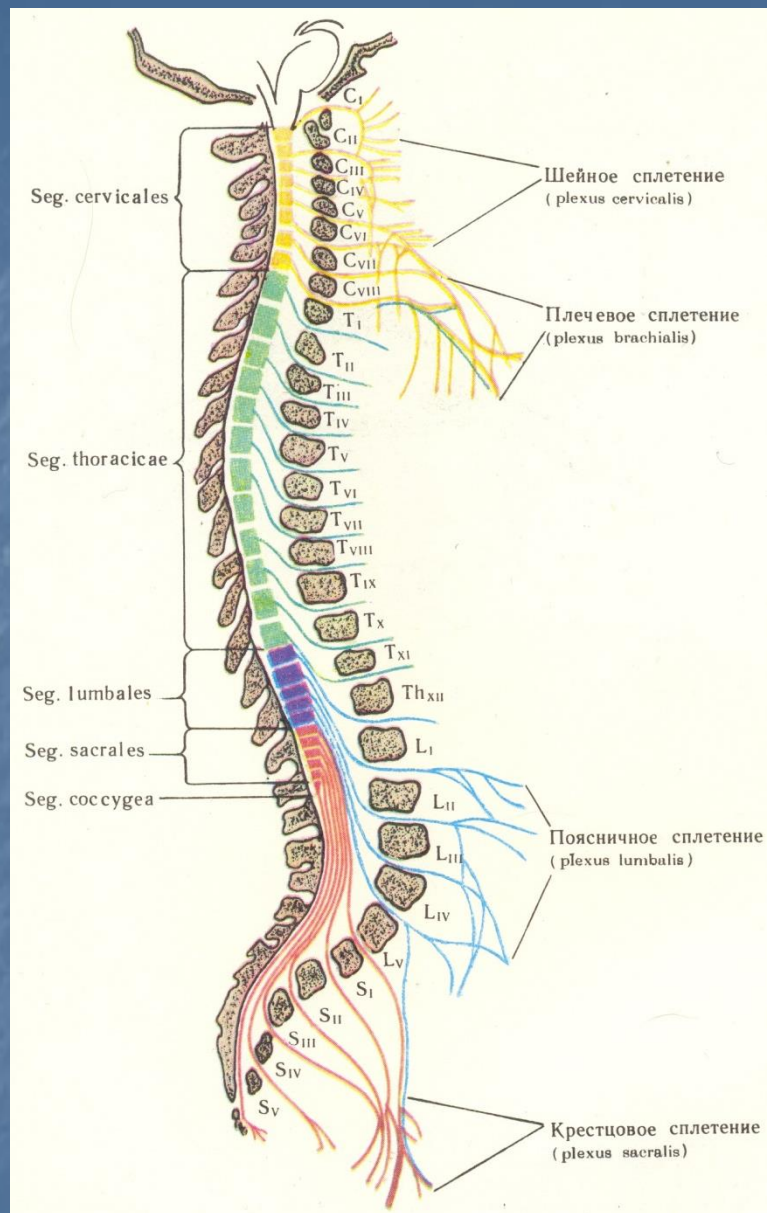
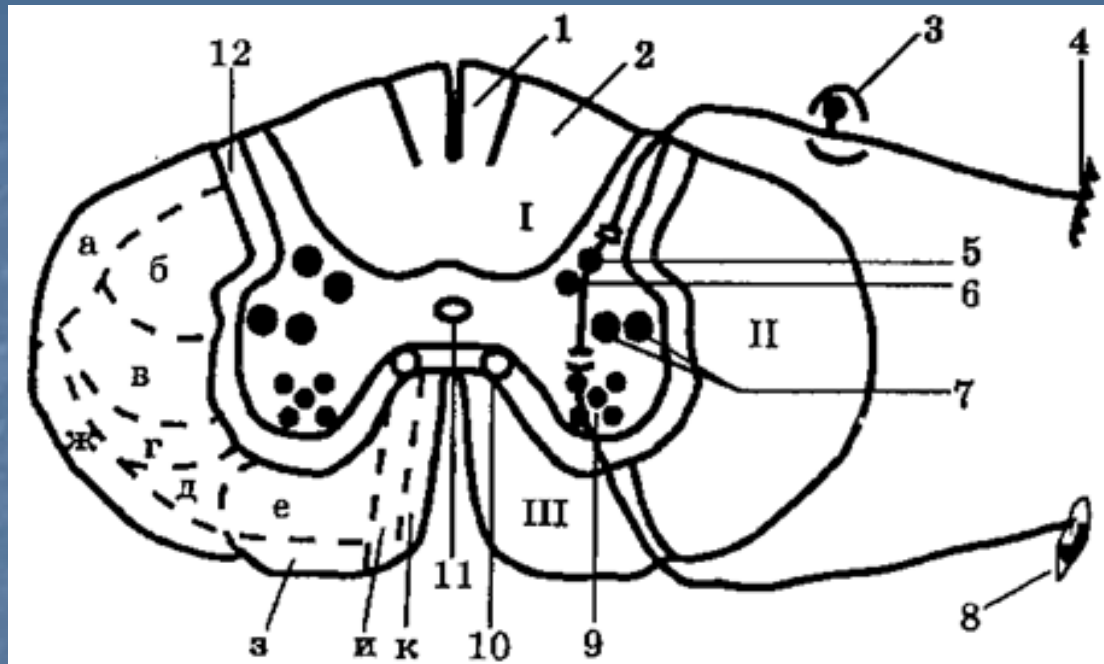


Рис. Соотношение между позвонками и сегментами спинного мозга. Формирование сплетений из корешков спинного мозга.

ПОПЕРЕЧНЫЙ СРЕЗ СПИННОГО МОЗГА



1—задний канатик; II—боковой канатик; III—передний канатик; 1—медиальный восходящий путь (Голле); 2—латеральный восходящий путь пропорциональный чувствительности (Бурдаха); 3—спинальный ганглий; 4—рецептор; 5—7,9—ядра серого вещества; 8—орган исполнитель; 10— ; 11—центральный канал; а—задний спинномозжечковый путь; б—боковой кортикоспинальный путь; в—боковой спиноталамический путь; г—вентральный спиноталамический путь; д—ретикулоспинальный путь; ж—передний спинно-мозжечковый путь; з—вестибулоспинальный путь; и—передний кортикоспинальный путь

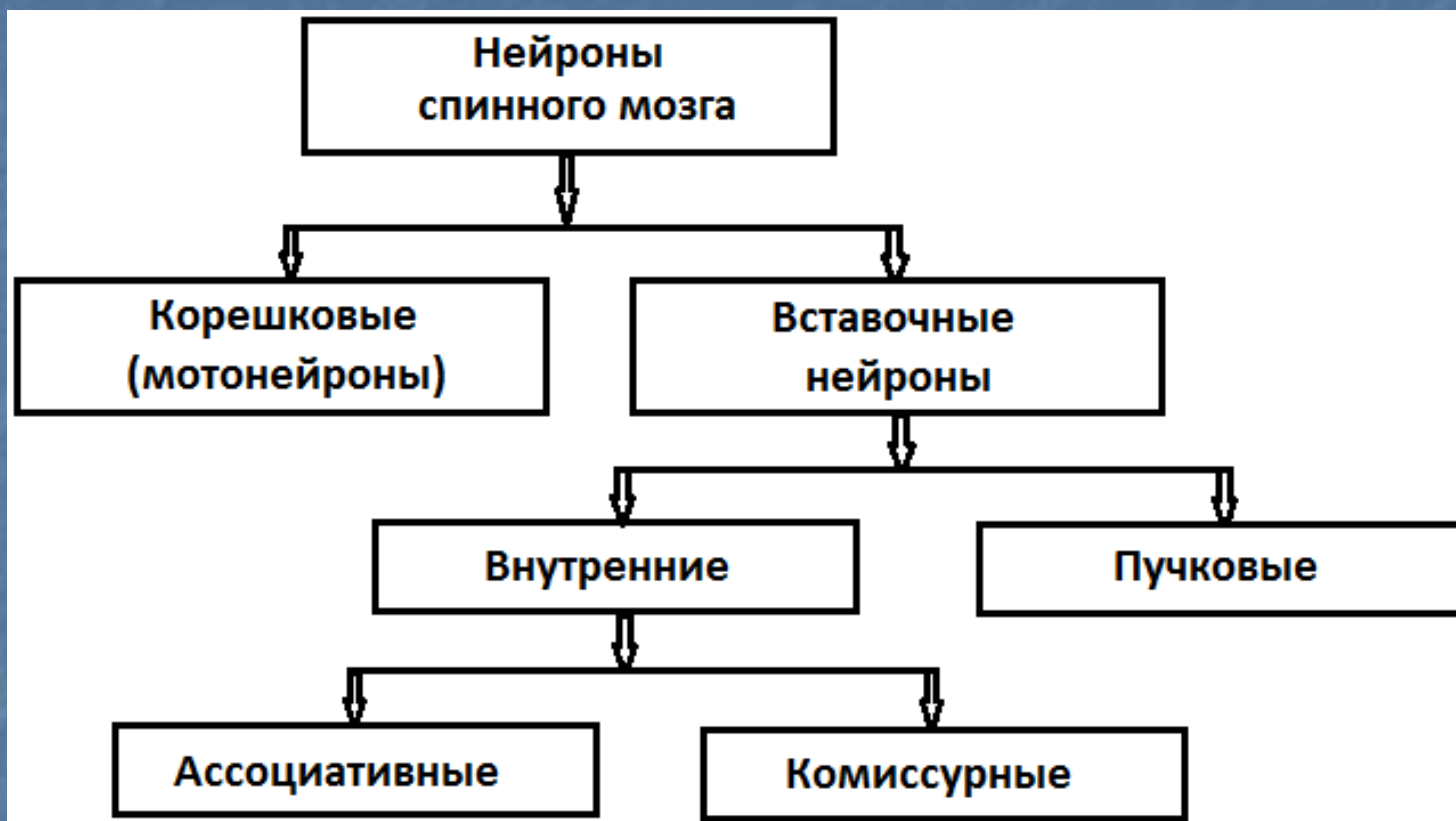


Рис. Разновидности клеток спинного мозга

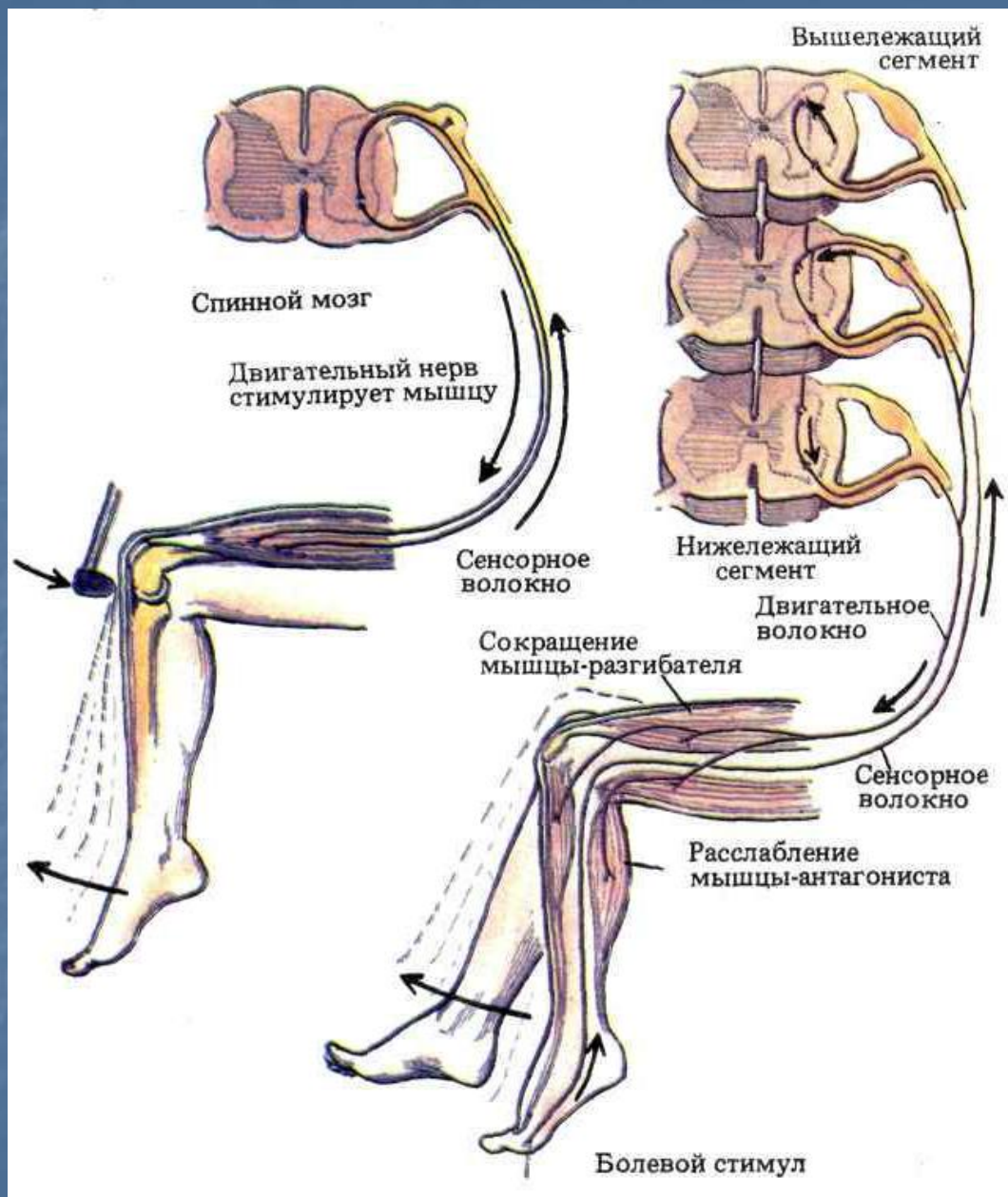


Рис. Когда происходит простое рефлексное действие, рецепторы растяжения мышцы-разгибателя непосредственно вызывают активацию мотонейронов этой мышцы, что ведет к ее сокращению. При перекрестном рефлексном действии внутренние связи данного сегмента спинного мозга позволяют периферическим кожным рецепторам и рецепторам растяжения вызывать координированные мышечные сокращения без участия высших уровней двигательной системы. В зависимости от схемы связей команды, поступающие к мотонейронам, управляют мышцами-антагонистами-сгибателями или разгибателями.

Таблица.

Основные восходящие пути спинного мозга

Название	Каким нейроном начинаются	Куда направляются	Где проходят	Какую информацию несут
Тонкий	Чувствительными клетками спинномозговых ганглиев	В продолговатый мозг, затем в таламус и в сенсорную кору	В задних канатиках СМ	Сознательная мышечная, кожная и тактильная чувствительность
Клиновидный				
Задний спинномозжечковый	Чувствительными клетками спинномозговых ганглиев	В мозжечок	В боковых канатиках СМ	Бессознательные проприоцептивные импульсы
Передний спинномозжечковый	Чувствительными клетками спинномозговых ганглиев			
Спинноталамический	Чувствительными клетками спинномозговых ганглиев	В таламус и в сенсорную кору	В передних и боковых канатиках СМ	Температурные и болевые раздражители

Таблица. Основные нисходящие пути спинного мозга

Название	Каким нейроном начинаются	Куда направляются	Где проходят	Какую информацию несут
Кортикоспинальный	Нейронами моторных зон коры	К мотонейронам спинного мозга	В передних канатиках и боковых канатиках	Сознательные движения
Руброспинальный	Нейронами красных ядер среднего мозга		В боковых канатиках	Бессознательный двигательный путь
Ретикулоспинальный	Нейронами ядер ретикулярной формации		В передних канатиках	Равновесие и координация движений
Тектоспинальный	Нейронами покрышки среднего мозга		В передних канатиках	Обеспечивает рефлекторные защитные движения при зрительных и слуховых раздражителях

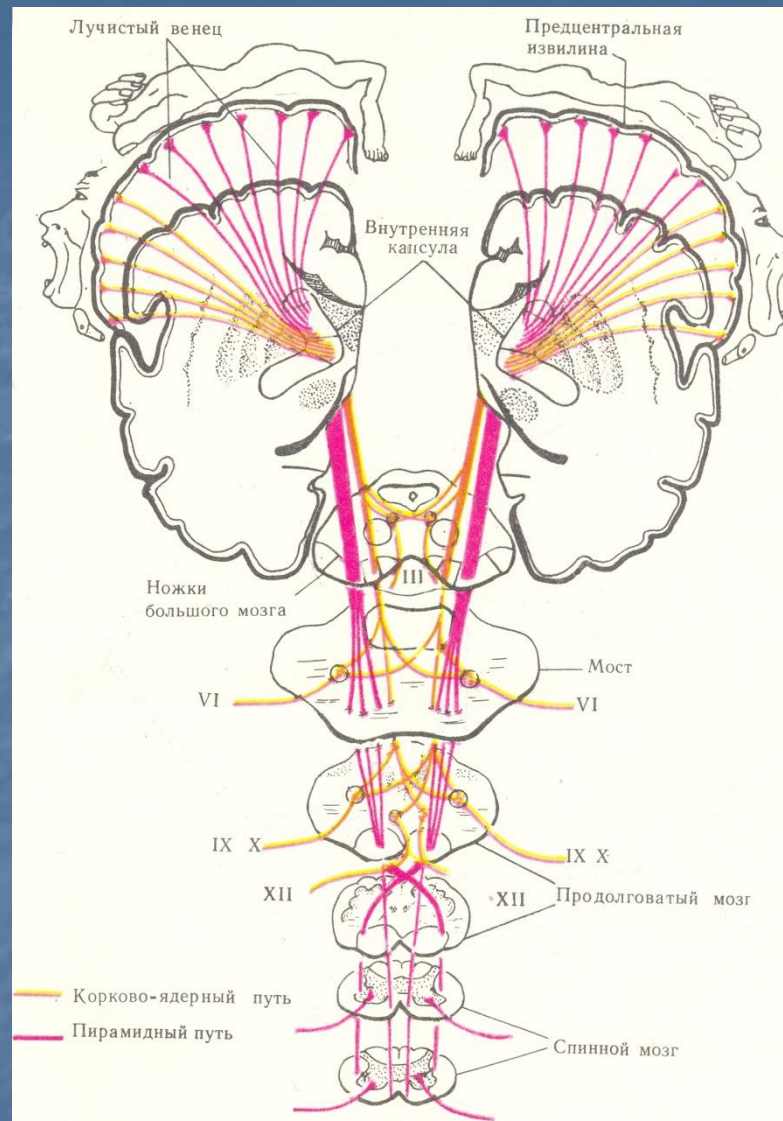


Рис. Корково-спинномозговой (пирамидный) и корково-ядерный двигательный пути.

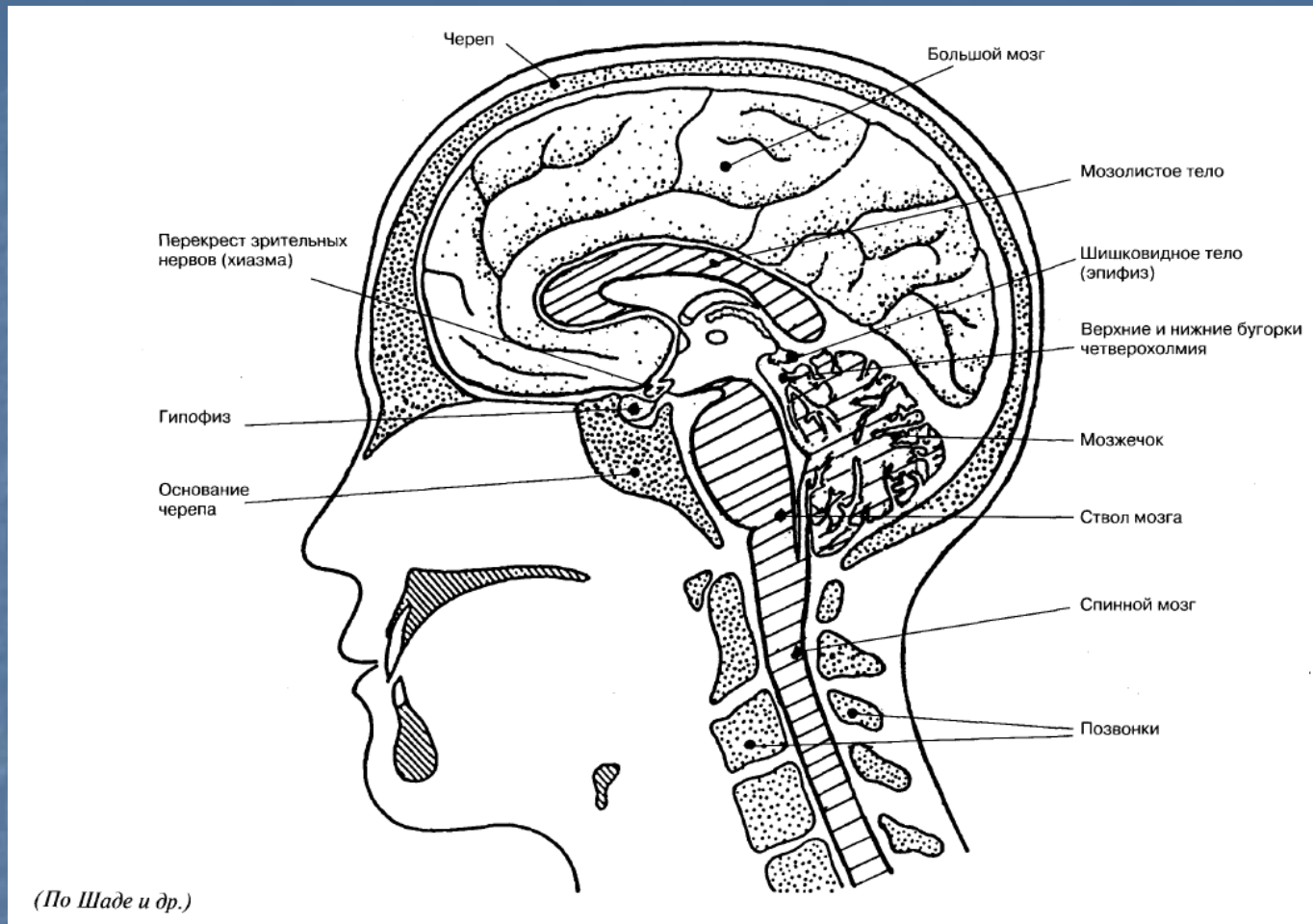
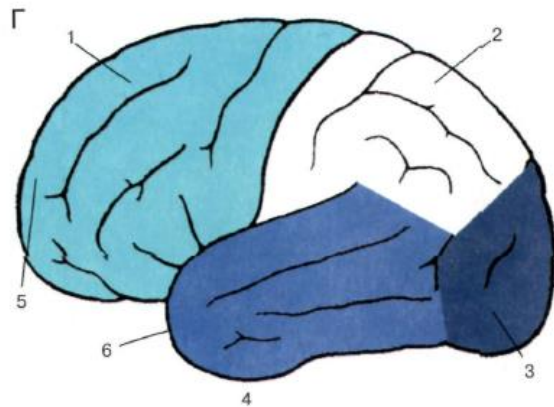
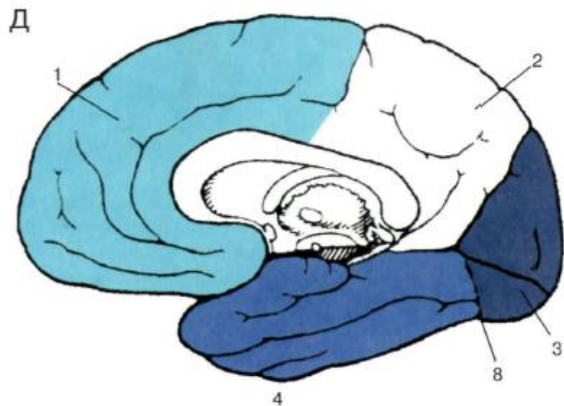


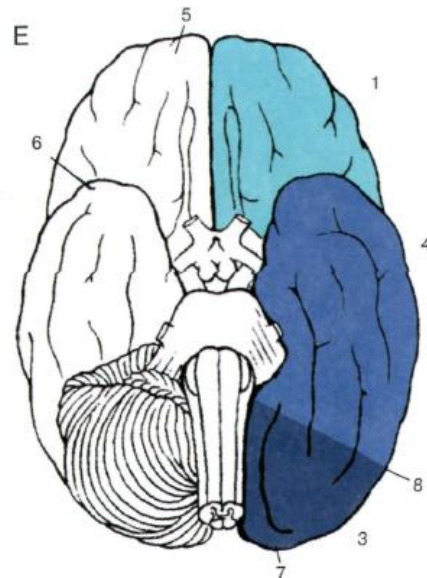
Рис. Среднесагиттальный разрез головы человека



Г. Четыре доли большого мозга (вид со стороны свода левого полушария).



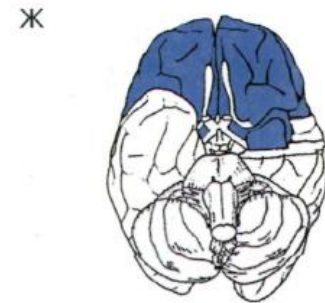
Д. Четыре доли большого мозга (вид с медиальной поверхности левого полушария).



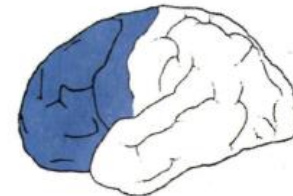
Е. Три доли большого мозга (вид с основания левого полушария после удаления левого мозжечка; орбитальная часть лобной доли часто называется орбитальной долей).

- 1 — лобная доля;
- 2 — теменная доля;
- 3 — затылочная доля;
- 4 — височная доля;
- 5 — лобный полюс;
- 6 — височный полюс;
- 7 — затылочный полюс;
- 8 — предзатылочная вырезка

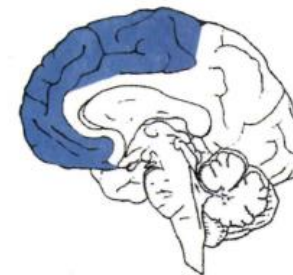
(По Дуусу)



Орбитальная (базальная)



Дорсолатеральная (конвексальная)



Медиальная

Ж. Три области лобных долей мозга.

(По словарю Блеквелла)

Рис. Наиболее принятые анатомические обозначения



Рис. Составные части центральной нервной системы

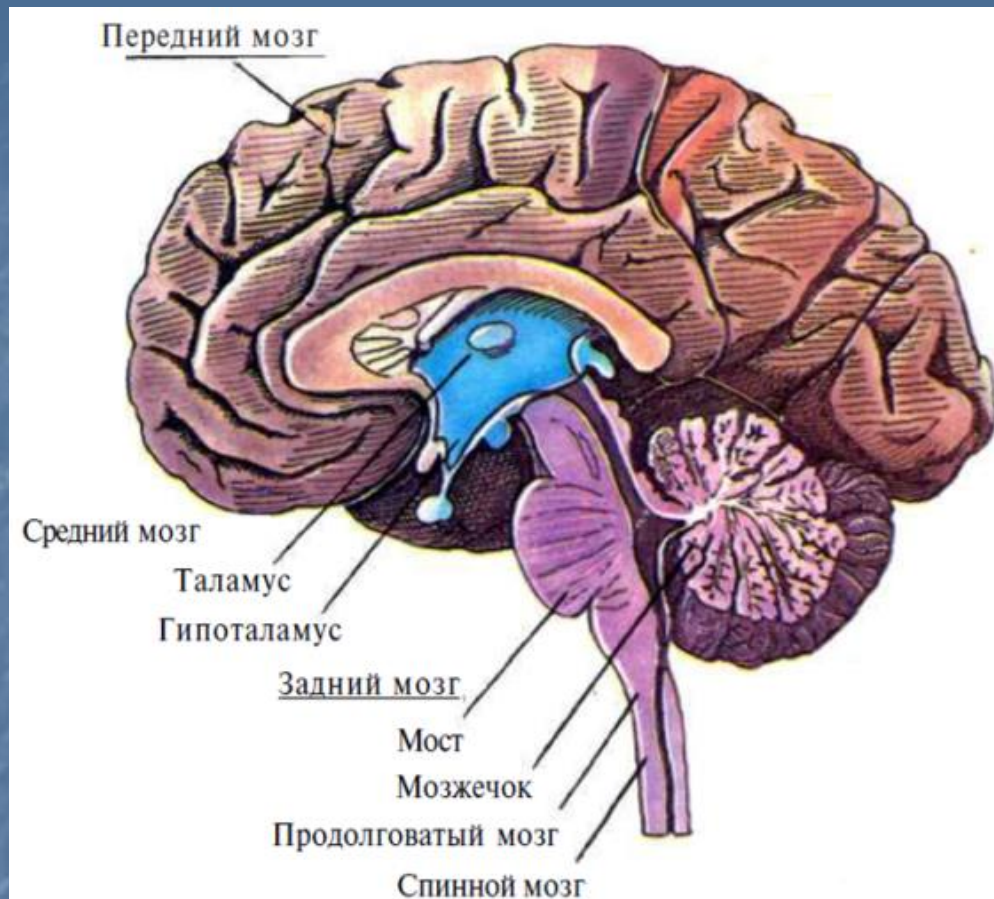


Рис. Отделы головного мозга человека. Вид срединной поверхности правого полушария

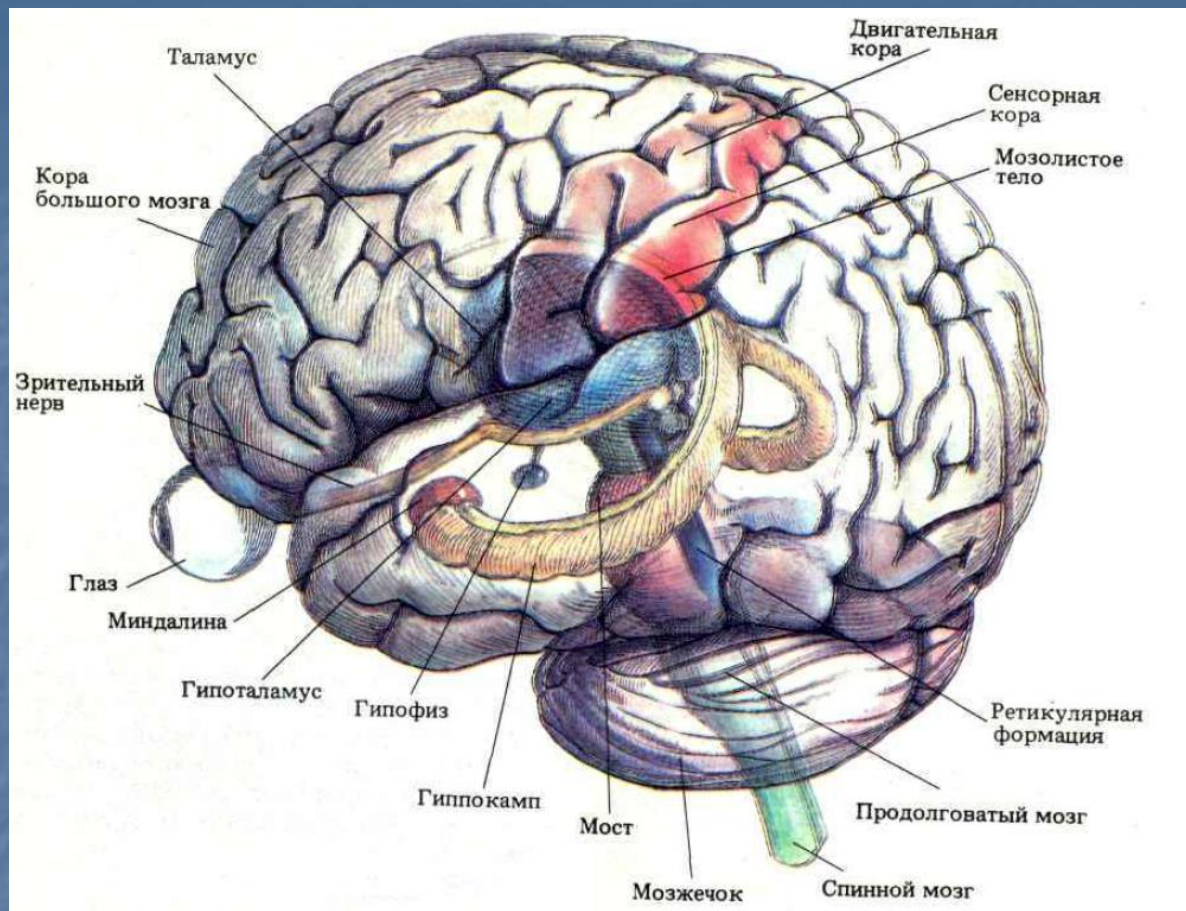


Рис. Нерасчлененный мозг: показаны основные структуры, участвующие в сенсорных процессах и внутренней регуляции, а также структуры лимбической системы и ствола мозга.

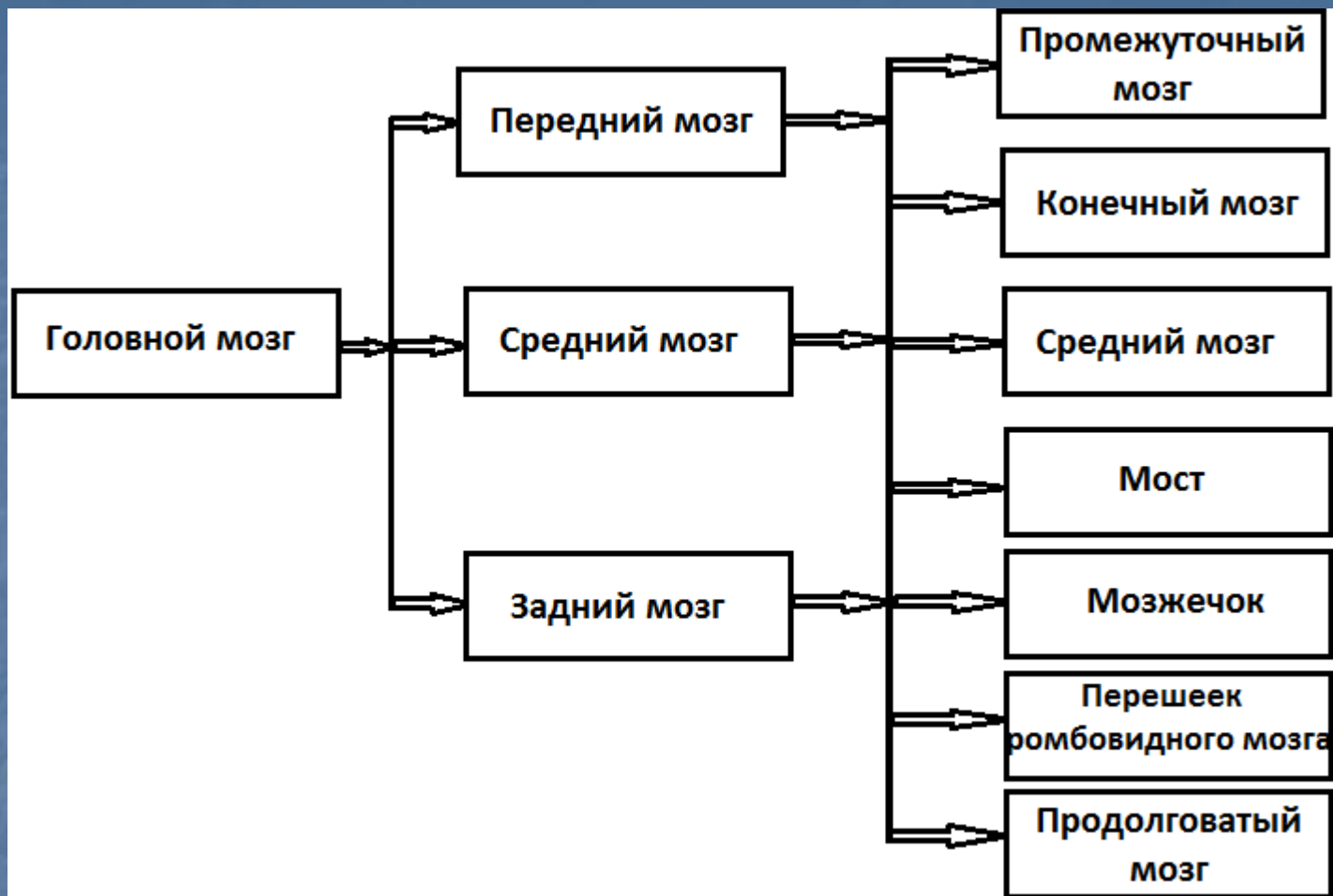


Рис. Онтогенетическая классификация отделов головного мозга



Рис. Схема дифференцировки нервной системы человека

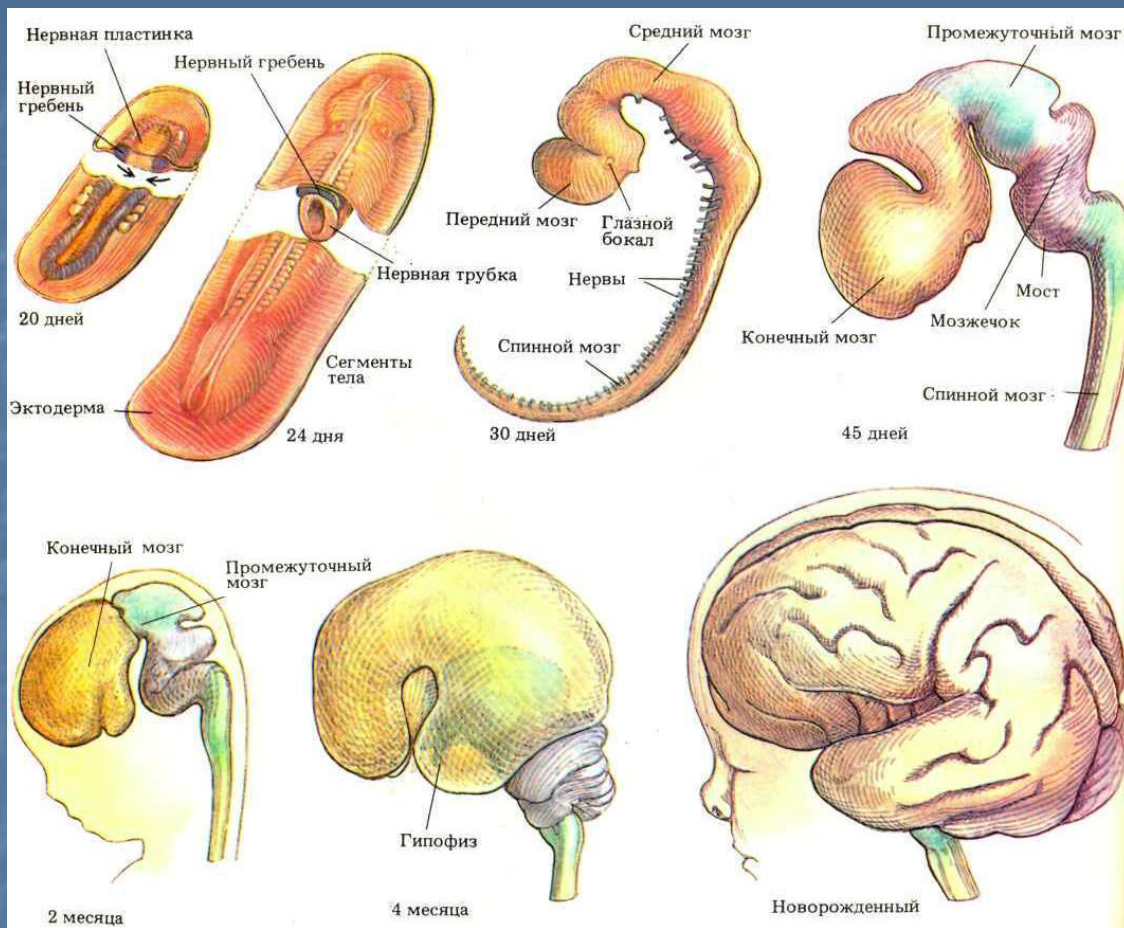


Рис. Стадии развития человеческого мозга. На 30-дневной стадии можно распознать основные отделы мозга, хотя и в зачаточной форме. К двум месяцам достаточно развита и большая часть подкорковых структур. Кора больших полушарий и мозжечок продолжает развиваться на протяжении всего внутриутробного периода и даже после рождения.

СХЕМА РАЗВИТИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В ПРЕНАТАЛЬНЫЙ (ДОРОДОВОЙ) СОГЛАСНО Н.Н. ЗАВАДЕНКО.

Сроки	Развитие ЦНС в преднатальный период
онтогенеза	Стадия эмбриона
2—3 недели	Формирование невральной пластинки
3—4 недели	Закрытие невральной трубки
4 недели	Образование трех мозговых пузырей
5 недели	Образование пяти мозговых пузырей
7 недели	Рост полушарий мозга, начало полиферации нейробластов
2мес.	Рост мозговой коры с гладкой поверхностью
	Стадии плода
2,5 мес.	Утолщение мозговой коры
3 мес.	Начало формирования мозолистого тела и роста глии
4 мес.	Рост долек и борозд в мозжечке
5 мес.	Формирование мозолистого тела, рост первичных борозд и гистологических слоев
6 мес	Дифференциация слоев коры, миелинизация. образование синаптических связей, формирование межполушарной асимметрии и межполовых различий
7 мес.	Появление шести клеточных слоев, борозд, извилин, асимметрии полушарий
8—9 мес.	Быстрое развитие вторичных и третичных борозд и извилин, развитие асимметрии в строении мозга, особенно в области височных долей

СХЕМА ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ В ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД, РАЗРАБОТАННАЯ К. ХАННАФОРД

Возраст	Этапы развития области головного мозга	Функции
От зачатия до 15 мес	Стволовые структуры	Основные потребности выживания — питание, укрытие, защита, безопасность. Сенсорное развитие вестибулярного аппарата, слуха, тактильных ощущений, обоняния, вкуса, зрения
15 мес — 4,5 г	Лимбическая система	Развитие эмоциональной и речевой сферы, воображения, памяти, овладение грубыми моторными навыками
4,5-7 лет	Правое (образное) полушарие	Обработка в мозге целостной картины на основе образов, движения, ритма, эмоций, интуиции, внешней речи, интегрированного мышления
7—9 лет	Левое (логическое) полушарие	Детальная и линейная обработка информации, совершенствование навыков речи, чтения и письма, счета, рисования, танцевальных, восприятия музыки, моторики рук
8 лет	Лобная доля	Совершенствование навыков тонкой моторики, становление внутренней речи, контроль социального поведения. Развитие и координация движений глаз: слежение и фокусирование
9—12 лет	Мозолистое тело и миелинизация	Комплексная обработка информации всем мозгом
12—16 лет	Гормональный всплеск	Формирование знаний о себе, своем теле. Уяснение значимости жизни, появление общественных интересов
16—21 год	Целостная система интеллекта и тела	Планирование будущего, анализ новых идей и возможностей
21 год и далее	Интенсивный скачок в развитии нервной сети лобных долей	Развитие системного мышления, уяснение причинных связей высшего уровня, совершенствование эмоций (альтруизм, любовь, сочувствие) и тонких моторных навыков

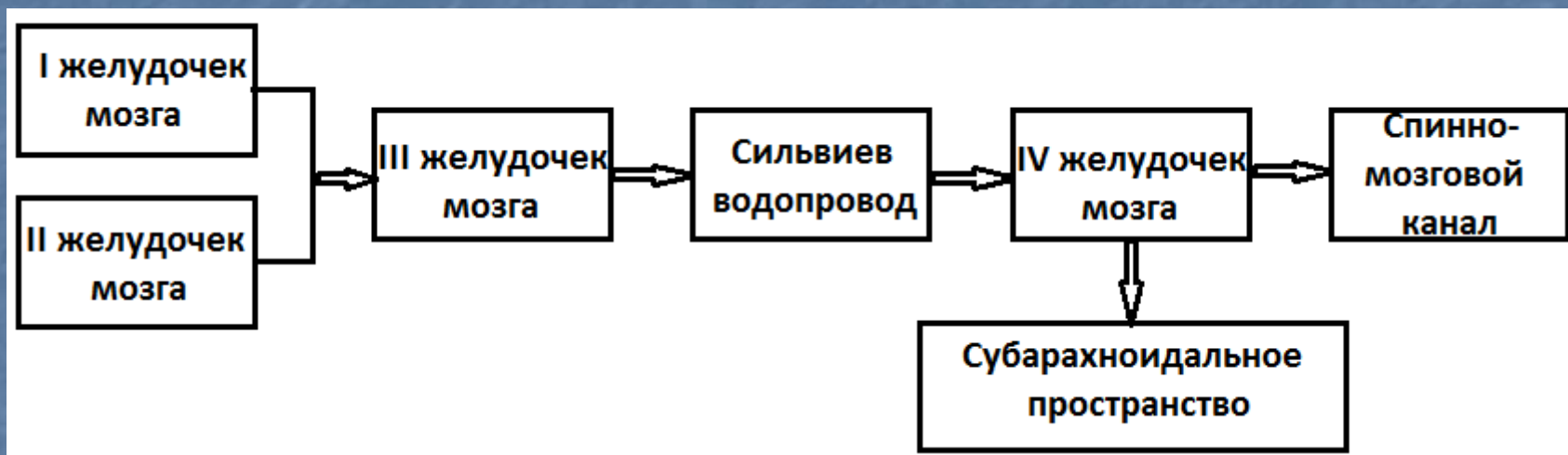


Рис. Схема полостей мозга

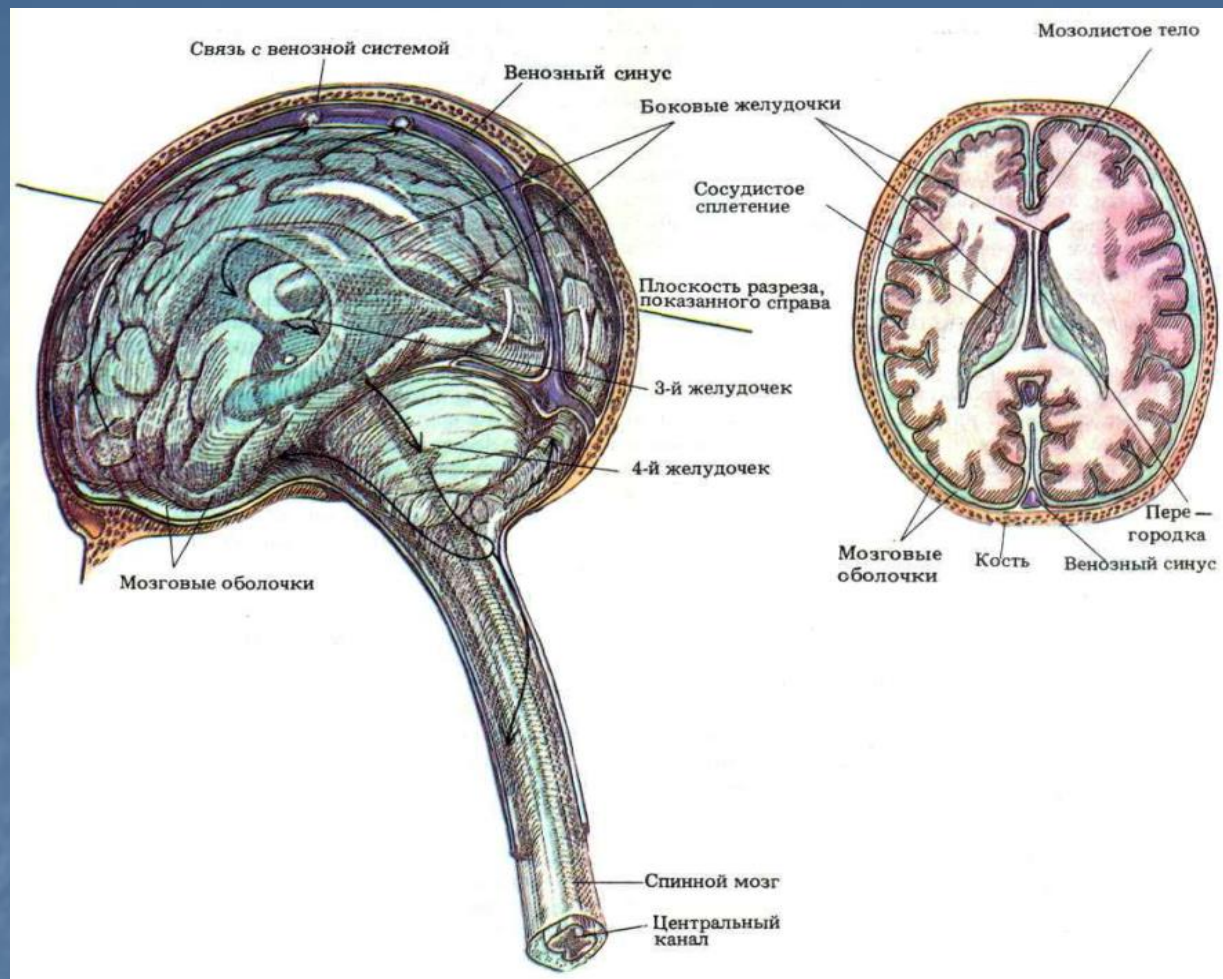
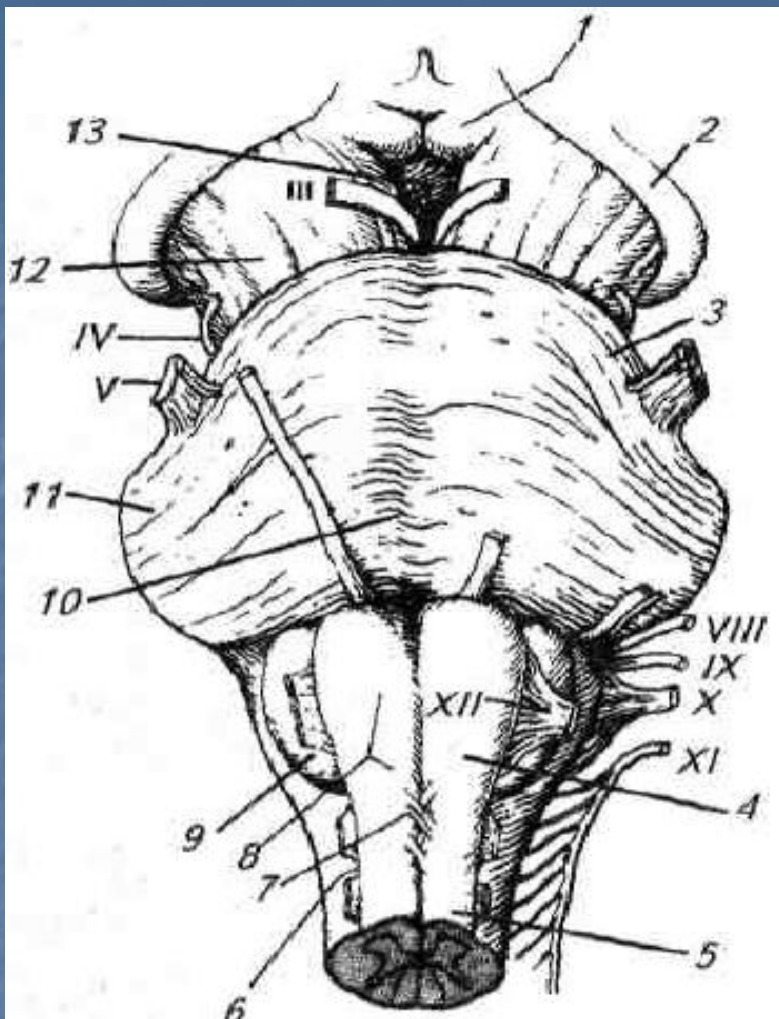


Рис. Мозговые оболочки, система желудочков и циркуляция спинномозговой жидкости. Спинномозговая жидкость, фильтрующаяся из крови через сосудистое сплетение, циркулирует через систему желудочков, вокруг спинного мозга и над поверхностью головного мозга, где поглощается мозговыми оболочками и поступает в вены головы. Таким образом, нервная система оказывается внутри заполненного жидкостью пространства, которое препятствует ее соприкосновению с черепом и позвоночником и предохраняет от ударов.



Ствол мозга представлен продолговатым мозгом, задним мозгом (варолиев мост) и средним мозгом; они видны на срединном разрезе головного мозга (Рис.)

- Рис. Продолговатый мозг, мост и средний мозг (вентральная поверхность, вид снизу): 1 – мамиллярное тело; 2 – зрительный тракт; 3 – мост; 4 – продолговатый мозг; 5 – передняя срединная щель; 6 – переднелатеральная борозда; 7 – перекрест пирамид; 8 – пирамида; 9 – олива; 10 – базальная борозда; 11 – средняя ножка мозжечка; 12 – ножка мозга; 13 – межножковая ямка. Римскими цифрами обозначены черепные нервы .

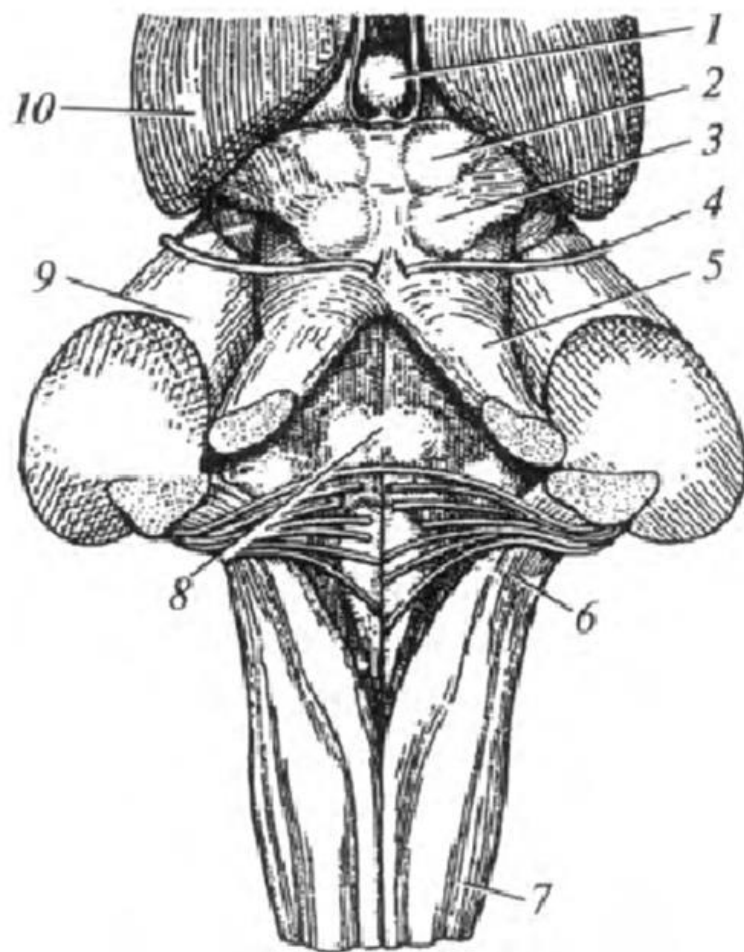
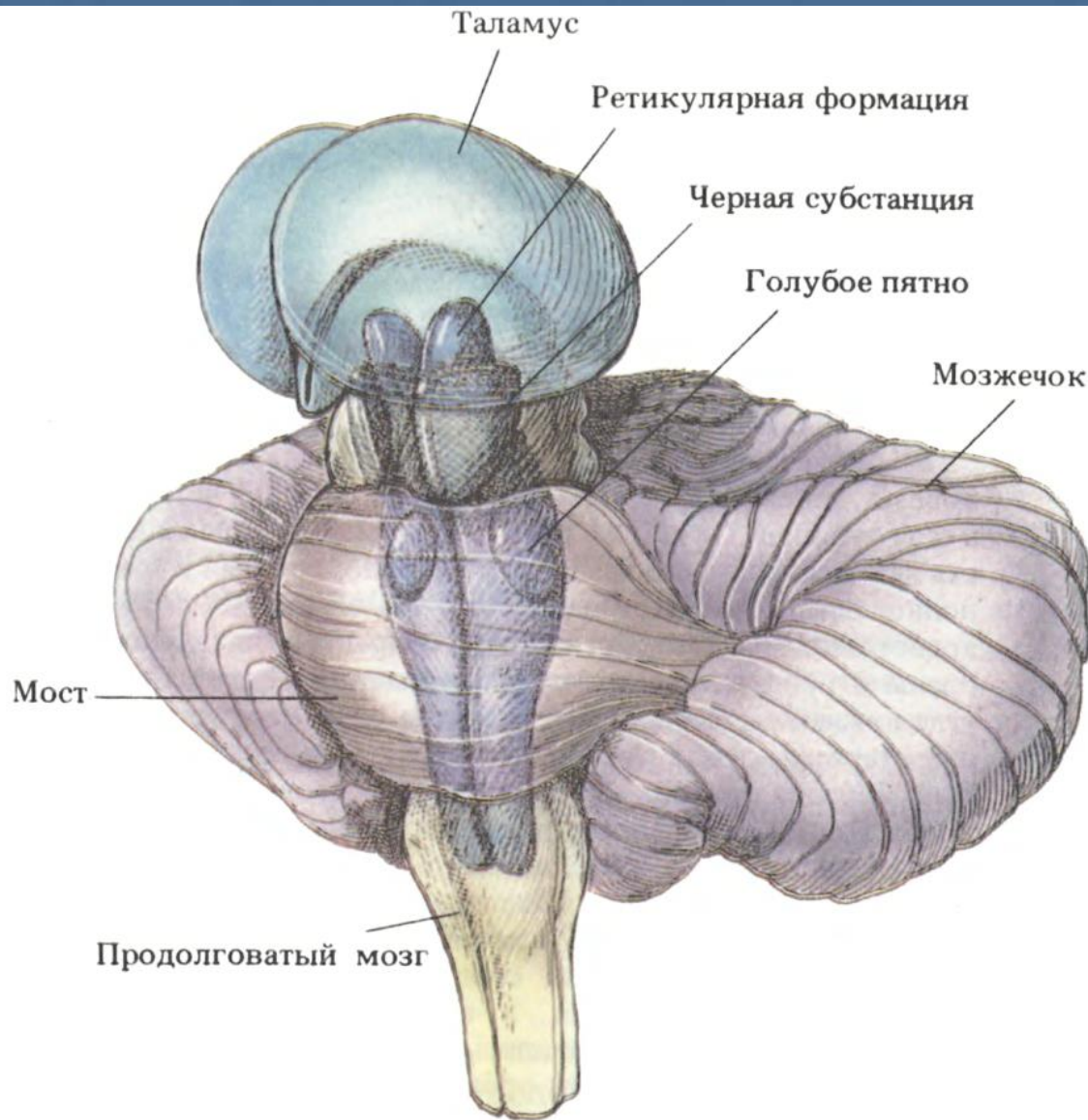


Рис. 14.11. Дорсальная поверхность
ствола головного мозга:

1 — эпифиз (отвернут вверх); 2 — верхний холмик среднего мозга; 3 — нижний холмик среднего мозга; 4 — блоковый нерв; 5 — верхняя ножка мозжечка; 6 — нижняя ножка мозжечка; 7 — продолговатый мозг; 8 — ромбовидная ямка; 9 — средняя ножка мозжечка; 10 — таламус (зрительный бугор)



Продолговатый мозг является непосредственным продолжением спинного мозга и поэтому сохраняет все его морфологические структуры.

В ПМ располагаются:

- жизненно важные центры дыхания, кровообращения и пищеварения, связанные с блуждающим нервом;
- центры рвотного и глотательного рефлексов;
- ядра IX-XII черепно-мозговых нервов;
- восходящие и нисходящие пути.

Рис. Показаны продолговатый мозг, мост и мозжечок.

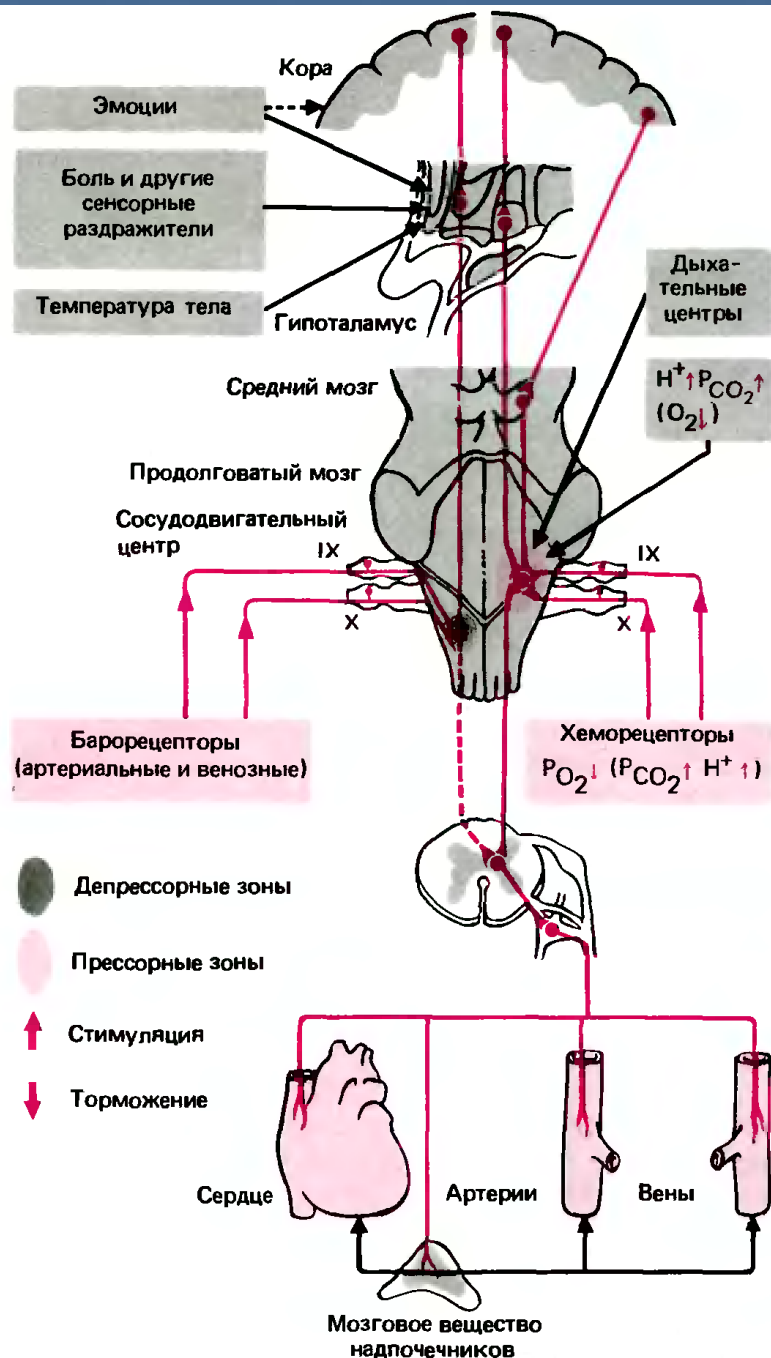


Рис. Схема важнейших «входов» и «выходов» циркуляторных центров продолговатого мозга.

Мост располагается выше продолговатого мозга и выполняет сенсорные, проводниковые, интегративные, рефлекторные функции, принимает участие в регуляции различных сложных двигательных актов, таких, как сосательный рефлекс, жевание, глотание, кашель, чихание, а также в регуляции мышечного тонуса и равновесия тела.

Имеет вид поперечного волокна, вверху /спереди/ граничит со средним мозгом, а внизу /сзади/ – с продолговатым мозгом. Длина 20–30 мм. ширина 20–30 мм. По бокам мост, суживаясь, переходит в средние ножки мозжечка.

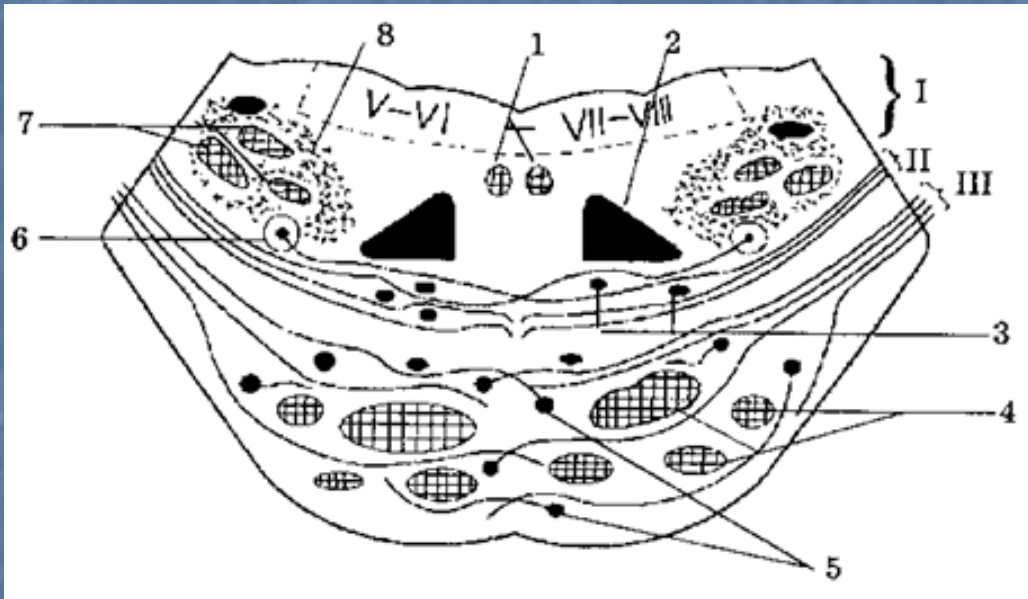
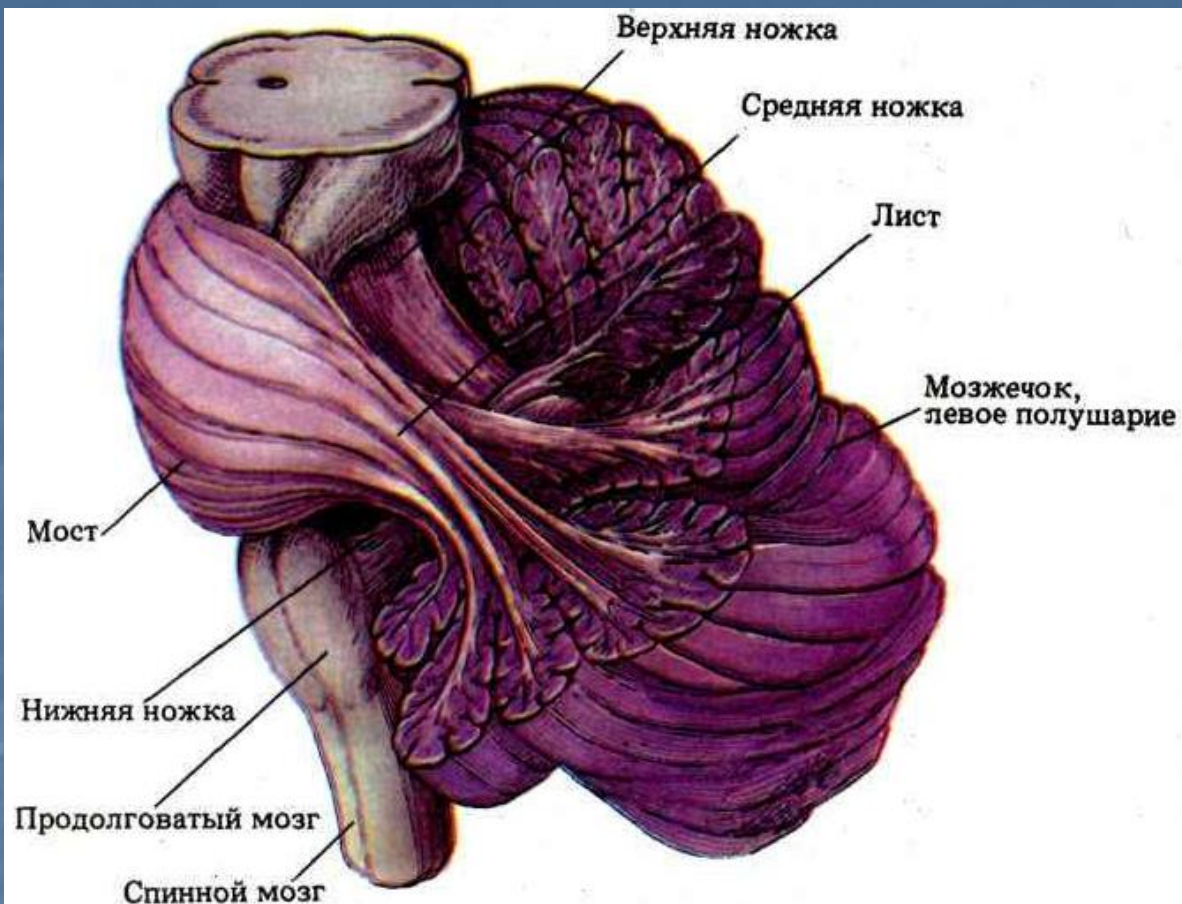


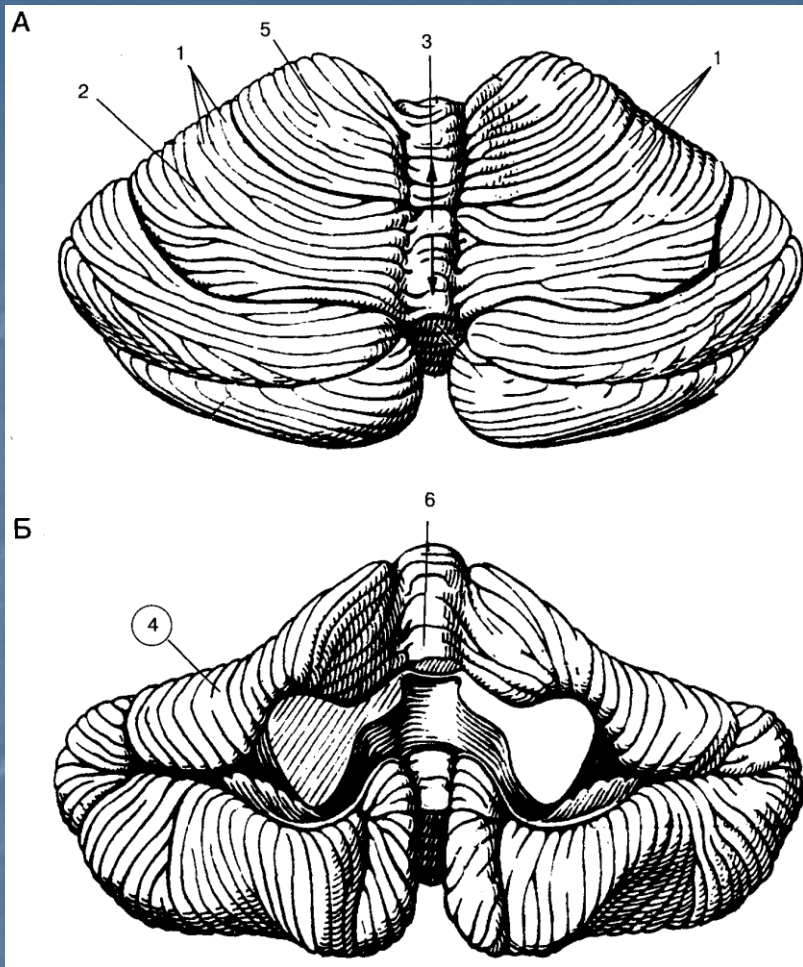
Рис. Мост: I–покрышка моста; II–трапециевидное тело; III–основание моста; 2–медиальная петля; 3–ядра трапециевидного тела; 4–кортикоспинальный путь; 5–ядра моста; 6–верхняя олива; 7–нисходящие экстрапирамидные пути; 8–ретикулярная формация



Мозжечок расположен в заднечерепной ямке, под затылочными долями полушарий большого мозга, покрывая мост и продолговатый мозг.

Максимальная ширина – 11,5 см., длина – 3-4 см. На долю мозжечка приходится около 11% от веса головного мозга. В мозжечке различают: полушария, а между ними – червь мозжечка. Поверхность мозжечка покрыта серым веществом или корой, которая образует извилины, отделенные друг от друга бороздами. В толще мозжечка располагается белое вещество, состоящее из волокон, обеспечивающие внутримозговые связи.

Рис. Срединная поверхность мозжечка (вид слева). Показаны листовидные образования, каждое из которых содержит сильно изрезанную слоистую структуру. В ней имеются зоны, богатые волокнами или же клетками. Каждый лист контролирует активность в пределах определенных групп мышц.



Функции мозжечка:

1. Осуществляет поправку движений на массу и инерцию тела и его частей.
2. Поддержание равновесие благодаря связям с ядрами вестибулярного нерва.
3. Является одним из высших вегетативных центров — регулирует обмен веществ, адаптирует деятельность сосудодвигательного и дыхательного центров к потребностям рабочего организма.

Рис. Мозжечок. А — вид сверху; Б — вид снизу. 1 — листики мозжечка; 2 — щели мозжечка; 3 — червь мозжечка; 4 — полушария мозжечка; 5 — передняя доля мозжечка; 6 — язычок

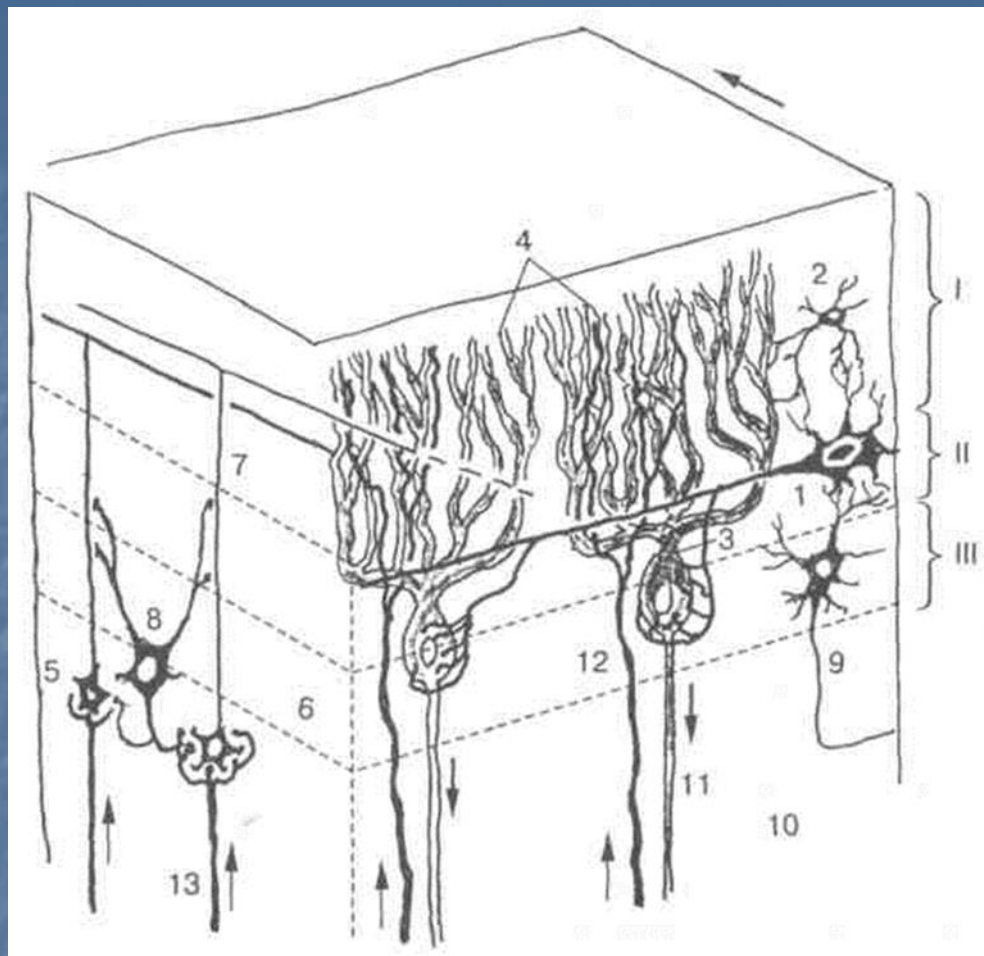


Рис. Клеточное строение мозжечка:

I — молекулярный слой; II — ганглионарный слой; III — зернистый слой;

1 — корзинчатые клетки; 2 — звездчатые клетки; 3 — клетки Пуркинье; 4 — дендриты клеток Пуркинье; 5 — клетки-зерна; 6 — клубочки; 7 — аксоны клеток-зерен; 8 — звездчатые клетки Гольджи; 9 — звездчатые клетки Гольджи с длинными аксонами; 10 — белое вещество; 11 — аксоны клеток Пуркинье; 12 — лазающие волокна; 13 — моховидные волокна

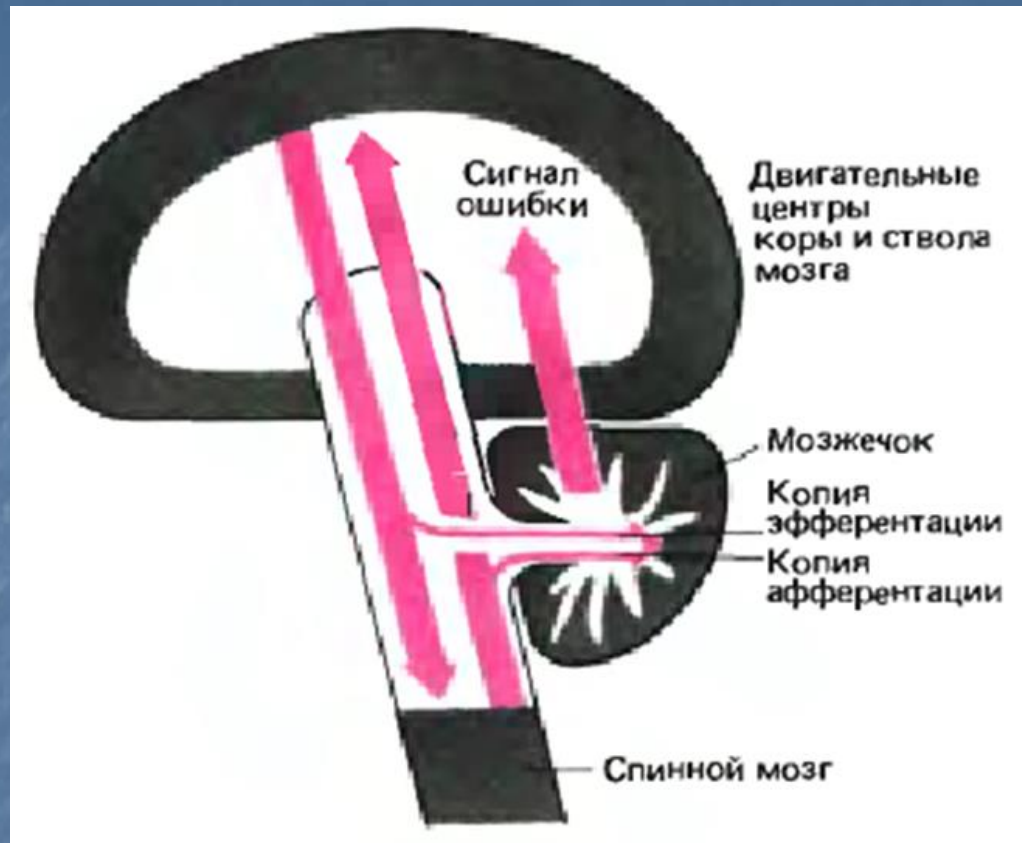


Рис. Упрощенная функциональная схема медиальных структур мозжечка. Через коллатерали они получают копию команд, посылаемых двигательными центрами по нисходящим двигательным путям в спинной мозг (копию эфферентации). С другой стороны, мозжечок получает также копию сенсорной афферентации по коллатералям от восходящих путей. Схема иллюстрирует гипотезу, согласно которой, сопоставляя два входа, он может оценивать отклонение от намеченной точки (ошибку). Сигнал об этом передается в двигательные центры, за счет чего после начала движения происходит непрерывная коррекция двигательной программы.

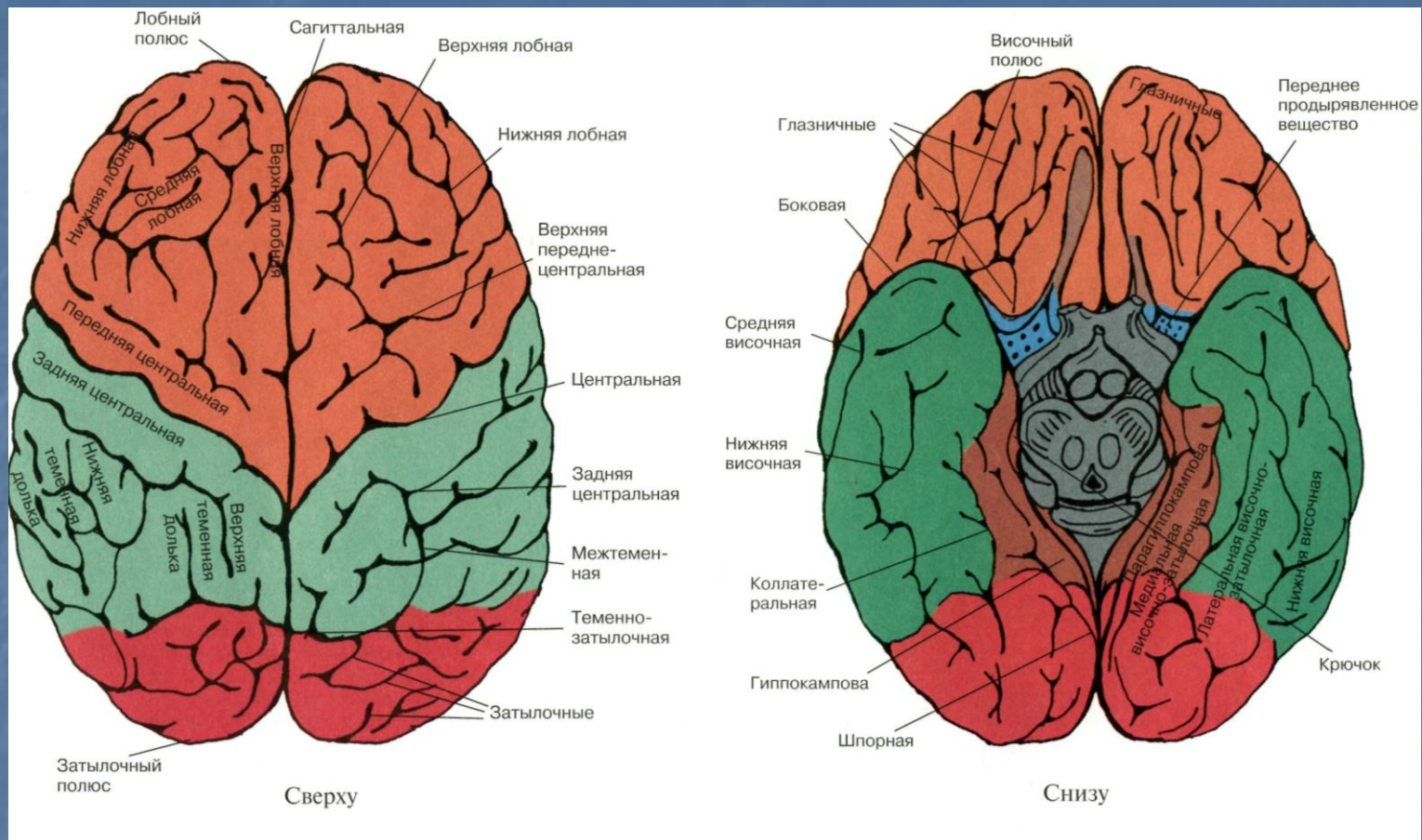


Рис. Большие полушария. На рисунках даны названия извилин, а около рисунков — борозд.