

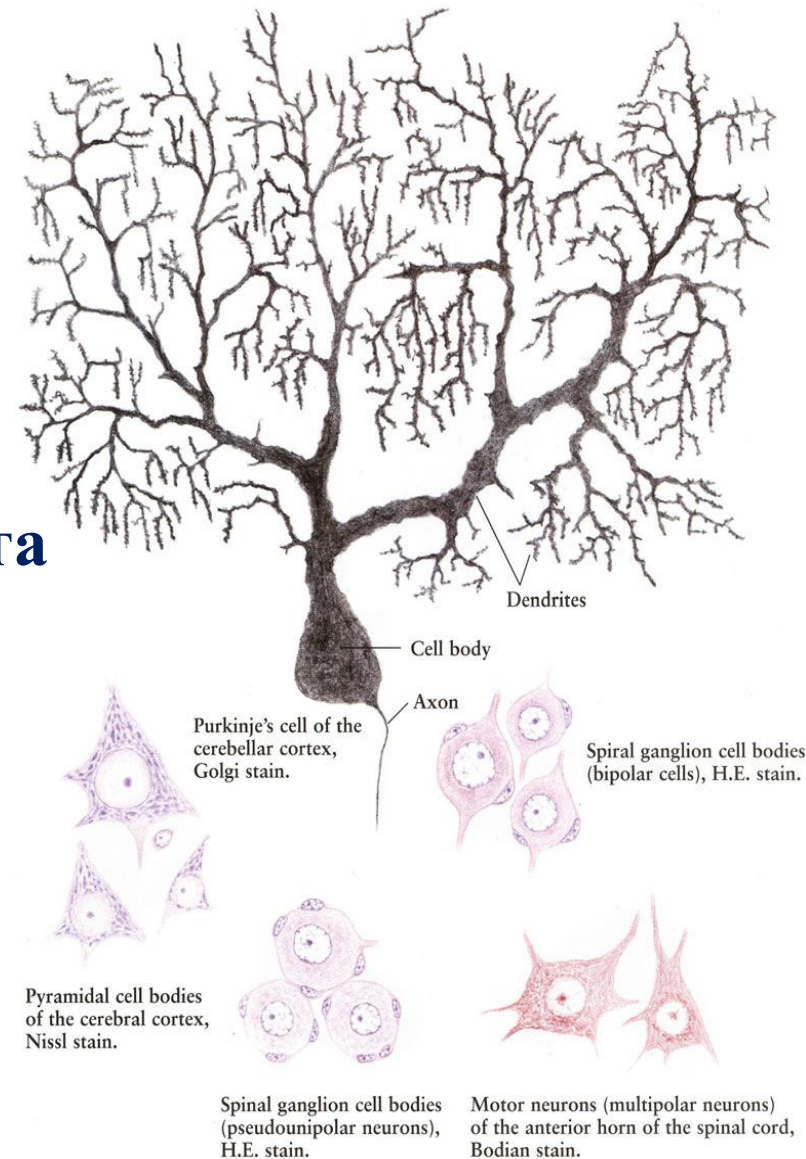
ГБОУ ВО НГМУ Росздрава

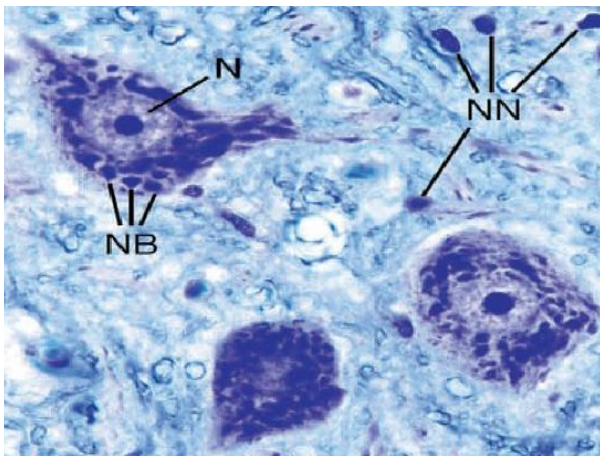
Лекция № 6
Нервная ткань.
Органы нервной системы

Нервная ткань

1. Нервная ткань и ее функции.
2. Эмбриональный гистогенез.
3. Нейроны. Классификация.
4. Ультраструктура нейрона.
5. Синапс – основной тип контакта в нервной ткани.
6. Характеристика глии.

В результате эволюции нейроны у человека постнатально не делятся. Их тела «погрузились» подальше от поверхности тела, оставив многочисленные отростки (нервные окончания), что позволяет анализировать окружающий мир и реагировать на его изменения.





Нервная ткань

Клетки

- Нейроциты (нейроны)
- Глиоциты

Функции нейронов:

1. Восприятие раздражения
2. Генерация нервного импульса
3. Передача и проведение возбуждения

- Прием, обработка информации из внешней и внутренней среды, сравнение ее с накопленным опытом и/или с заранее определенными (рефлекторными) реакциями
- Выбор и организация соответствующего ответного действия
- Обеспечение мыслительной деятельности

Межклеточный матрикс 10 – 20%

- Отсутствие фибрилл
- Протеогликаны (гиалуроновая к-та)
- Гликопротеины
- Тканевая жидкость (ионы)

Соединит. ткань – только периваскулярно!

Ее функции – у глиоцитов:

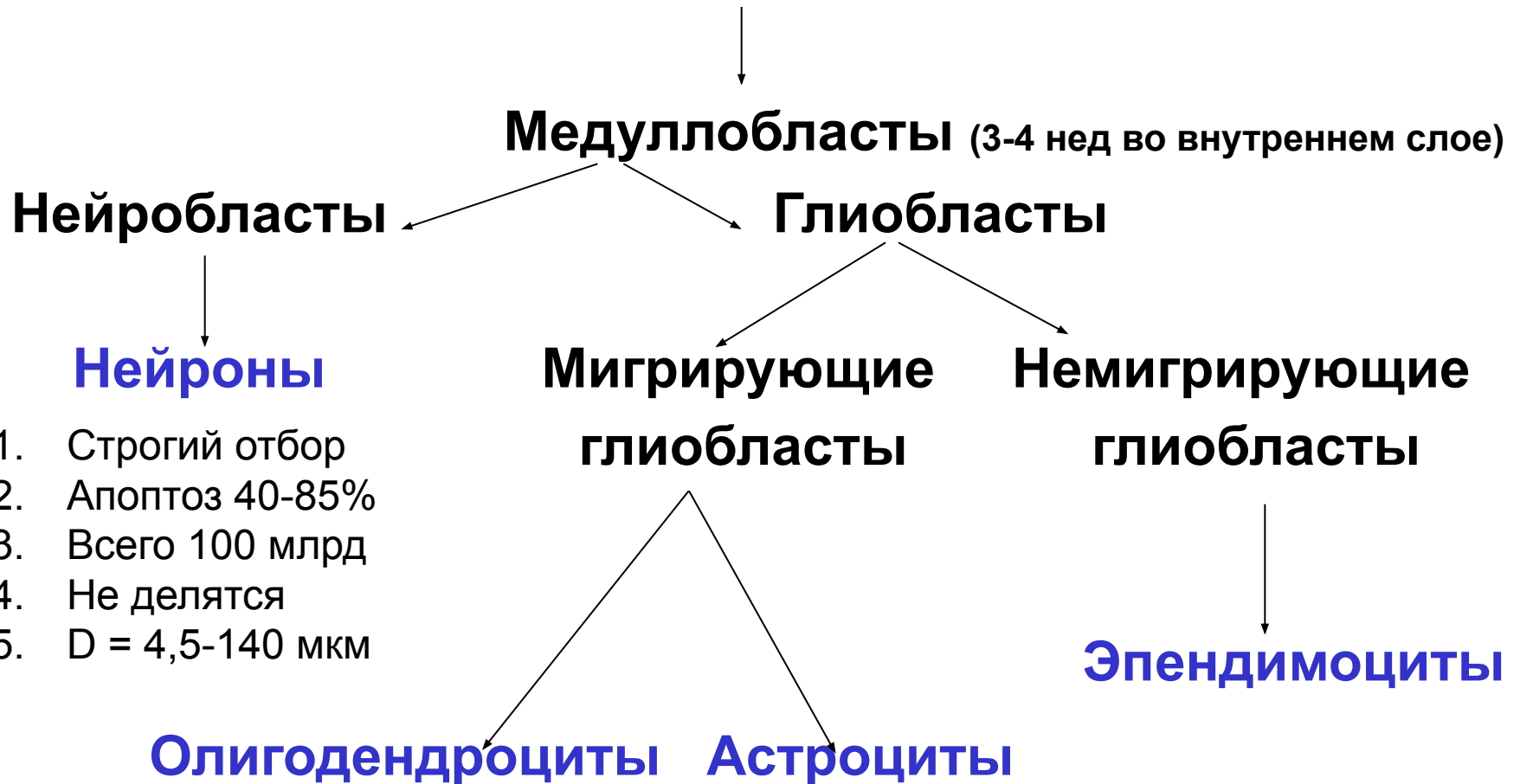
1. Трофическая
2. Барьерная и защитная
3. Опорная
4. Секреторная

Эмбриональный гистогенез

Нейруляция (обособление нейрального зачатка)
на 22-й день:

1. **Нервная трубка** – нейроны и глия органов ЦНС и ПНС (головной и спинной мозг, сетчатка глаза).
2. **Ганглиозная пластинка** (нервный гребешок) – нейроны и глия спинальных и вегетативных ганглиев, пигментные клетки.
3. **Нейральные плагоды** – нейроны черепно-мозговых ганглиев, нервные элементы органов слуха и равновесия.
4. **Мезенхима** – микроглия = макрофаги НС (клетки системы мононуклеарных фагоцитов).

Нервная трубка



Эмбриональный гистогенез

Миграция нейробластов на этапе развития нервной трубки :

Серое вещество возникает из ее средних слоев, поэтому **в спинном мозге (Б)** (и в продолговатом и среднем мозге) **серое вещество окружено белым веществом**



Миграция нейробластов на этапе развития нервной трубки :

Однако **в мозжечке (В)** и **в коре больших полушарий (Г)** нейробласты мигрируют в верхние слои нервной трубки, поэтому **серое вещество локализуется над белым веществом**

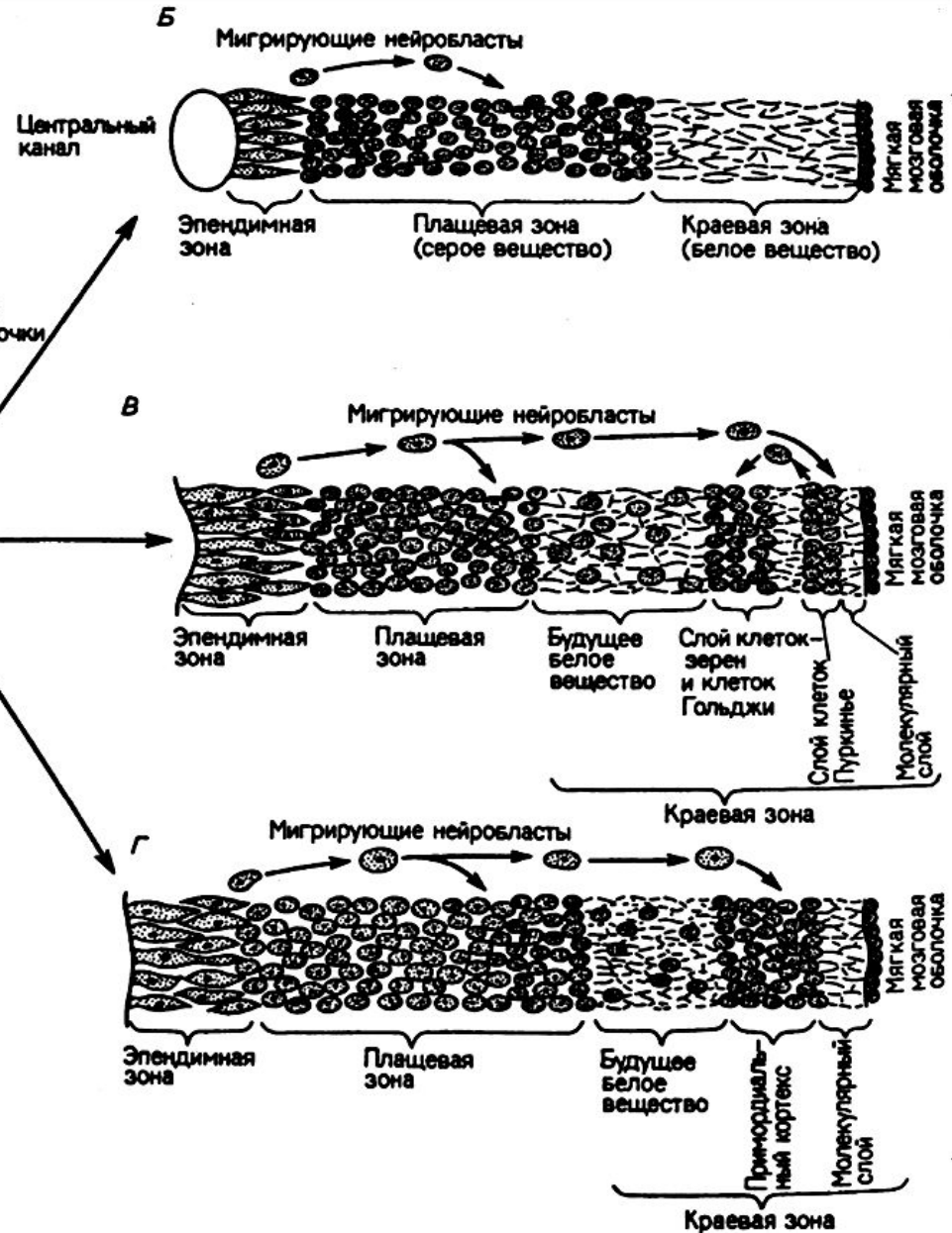
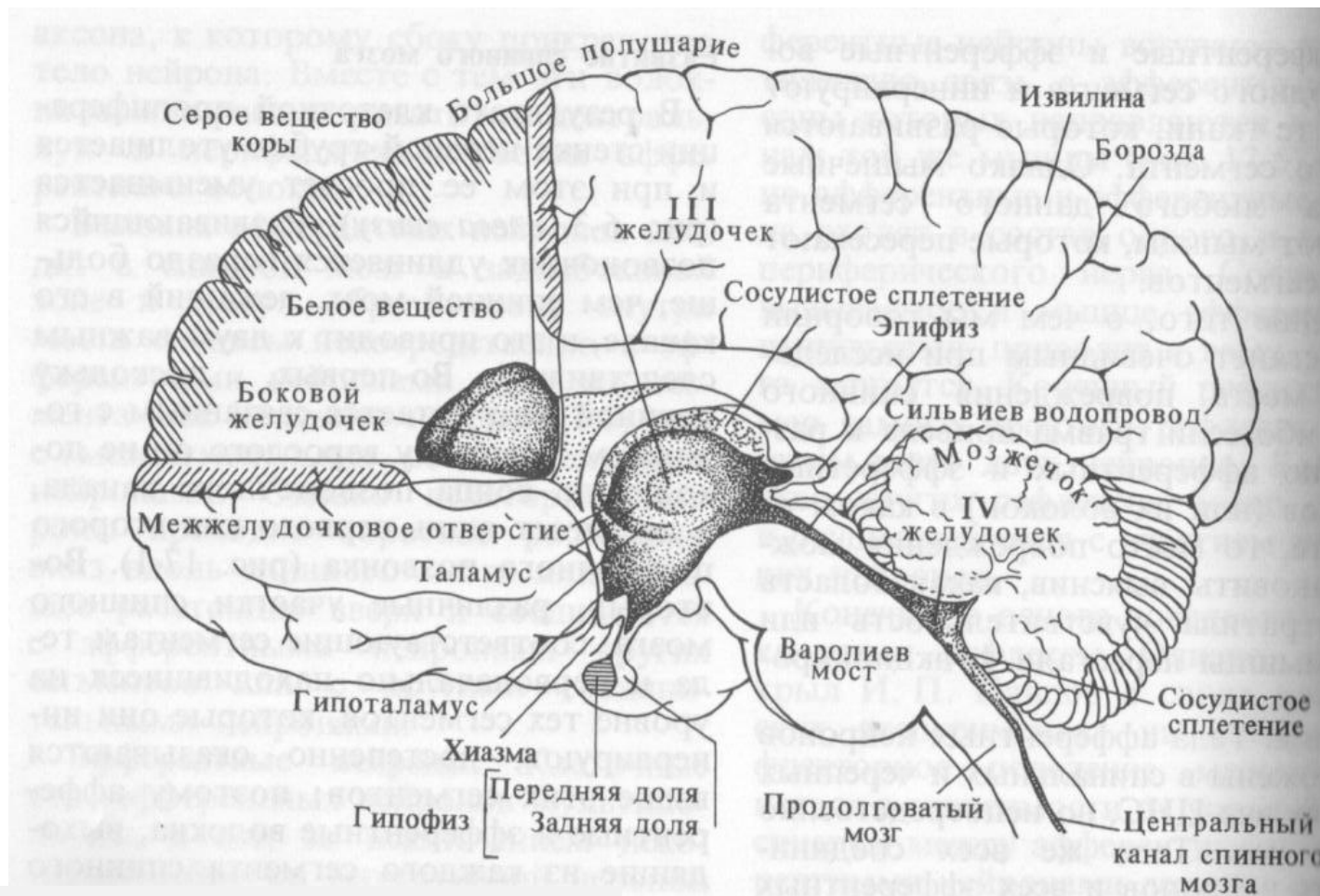


Схема головного мозга

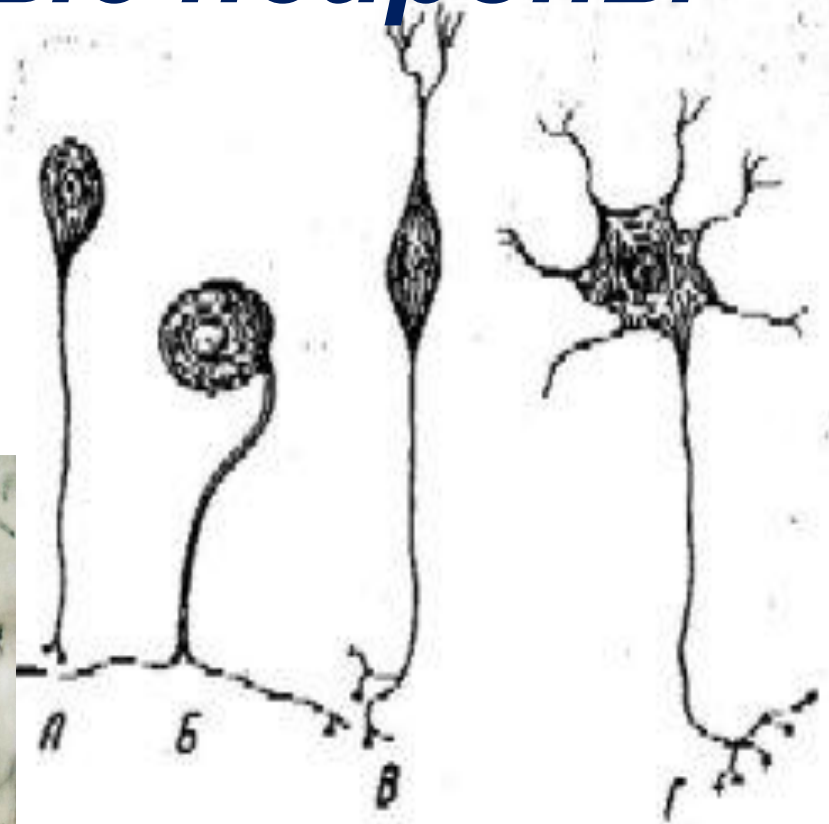
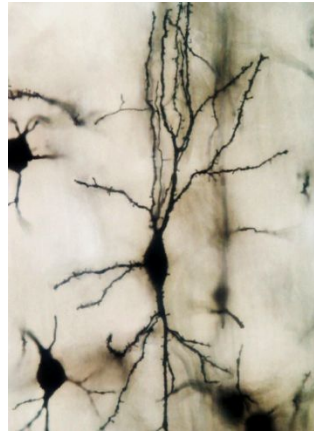


Заштрихованы полости, которые были просветом нервной трубки

Проводниковые нейроны

Морфологическая классификация:

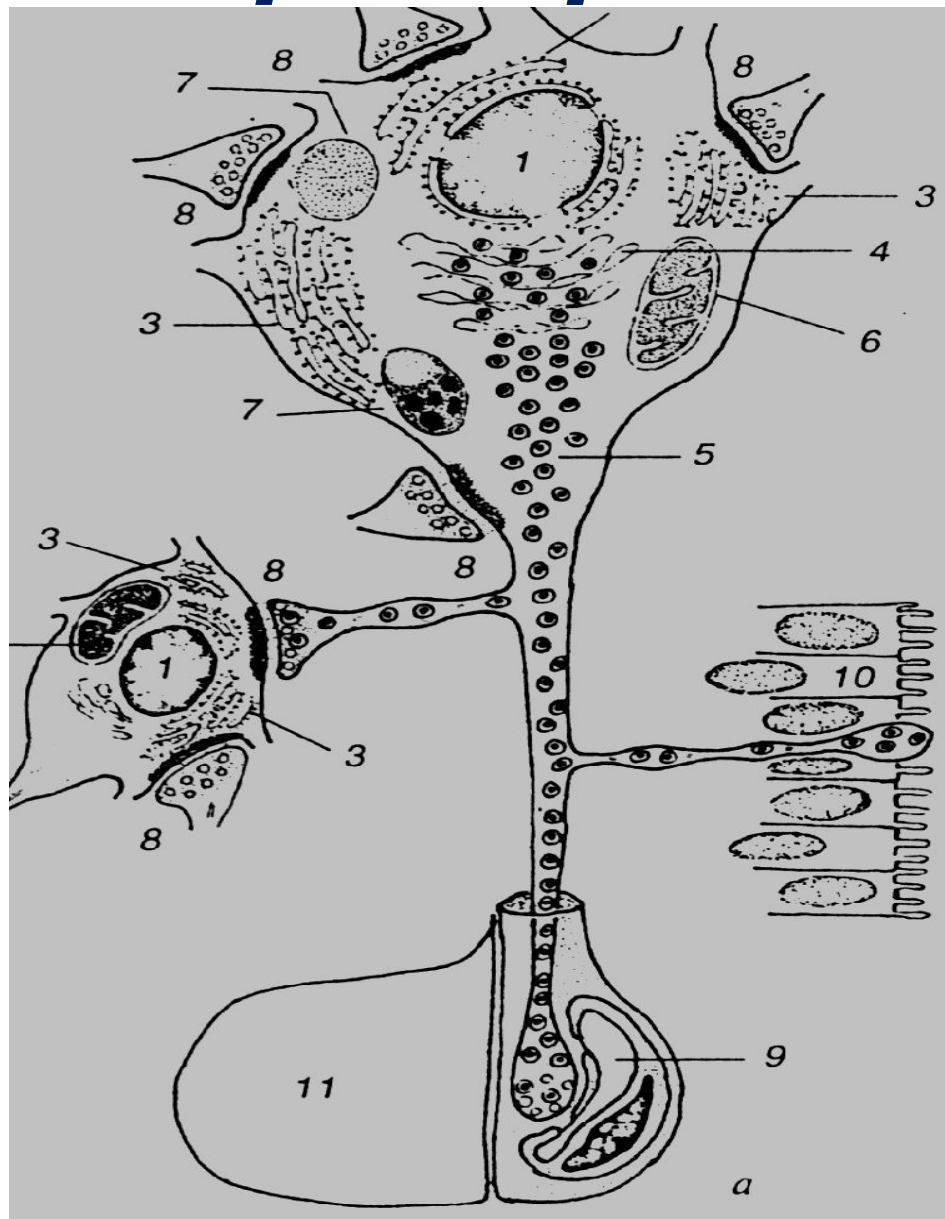
- Униполярные (в эмбриогенезе)
- Псевдоуниполярные,
- Биполярные,
- Мультиполярные (большинство)



Функциональная классификация:

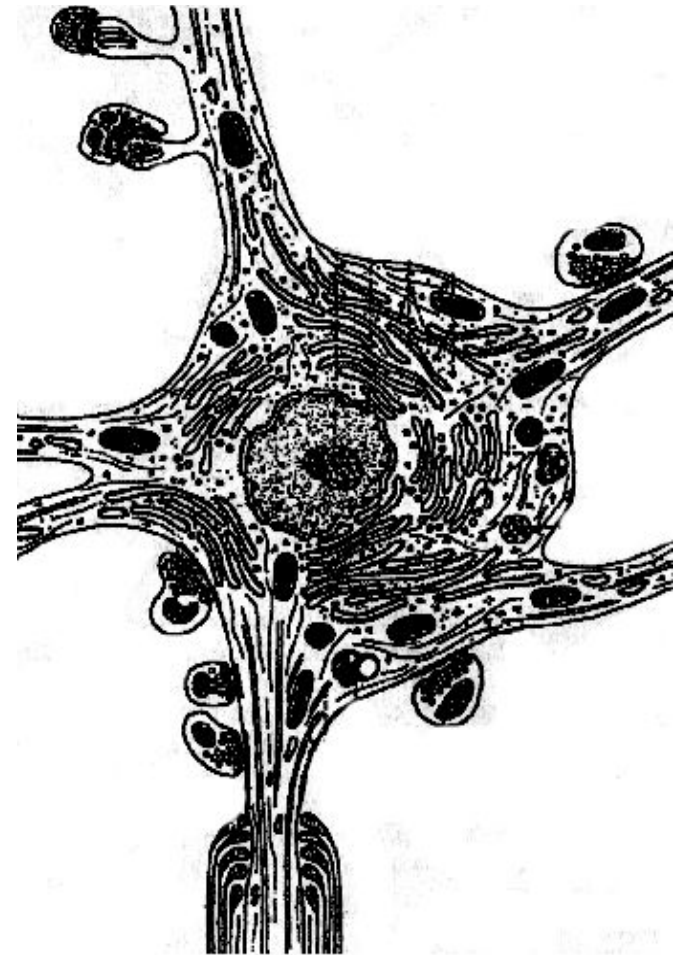
- Чувствительные (афферентные, рецепторные)
- Вставочные (ассоциативные)
- Двигательные (эфферентные, эффекторные)

Нейросекреторный нейрон



Ультраструктура нейрона: ядро и перикарион (сома)

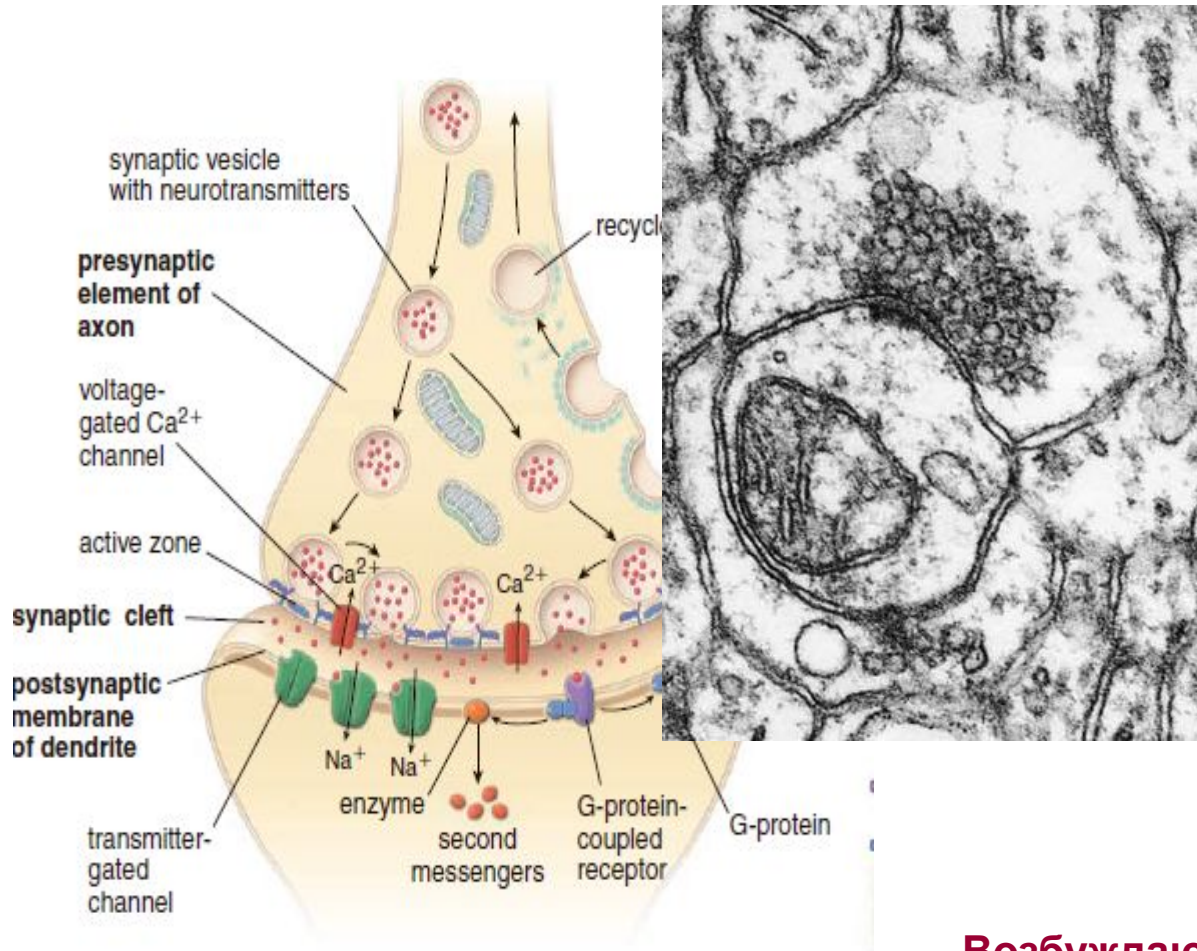
- d от 4 до 140 мкм
- Ядро эухромное с очень крупным ядрышком («совиный глаз»)
- Ядра часто тетраплоидны
- Тельца Ниссля = тигроид – скопления биосинтетических органелл, в.т.ч. множество рибосом и полисом
- Нейрофиламенты d 10 нм
- Нейротрубочки d 20-25 нм
- Аппарат Гольджи
- Лизосомы
- Пигменты (в т.ч. липофусцин)



Ультраструктура нейрона: аксон и дендриты

- **Длина от 1 мм до неск. десятков мм**
- **d от 1 до 20 мкм**
- **Аксонный холмик**
- **Коллатерали**
- **Одиночные митохондрии**
- **Нейрофиламенты**
- **Не должно быть органелл биосинтеза!**
- **Множество дендритов**
- **Гораздо короче аксонов**
- **Имеются «шипики»**
- **Одиночные митохондрии**
- **В крупных дендритах могут быть рибосомы и ЭПС (как в перикарионе)**

Ультраструктура химического синапса



1. Нервный импульс
2. Деполяризация пресинаптической мембраны
3. Повышение ее проницаемости для Ca^{2+}
4. Активация синаптических везикул, содержащих медиаторы (ацетилхолин, норадреналин, серотонин и др.)
5. Слияние везикул с плазмолеммой
6. Активация рецепторов на постсинаптической мембране

Преобразование электрического сигнала в химический и снова в электрический

Возбуждающий синапс: возрастает проницаемость для ионов Na^+ (снижение потенциала покоя)

Тормозной синапс: возрастает проницаемость для ионов Cl^-

Макроглия

1. Олигодендроглия:

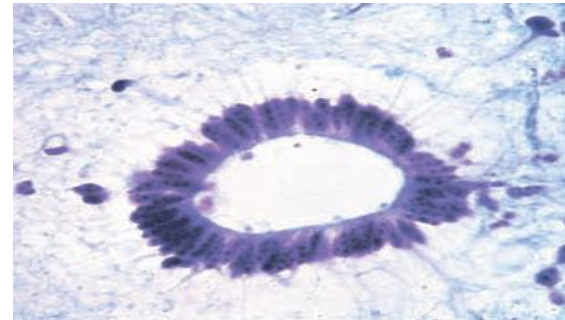
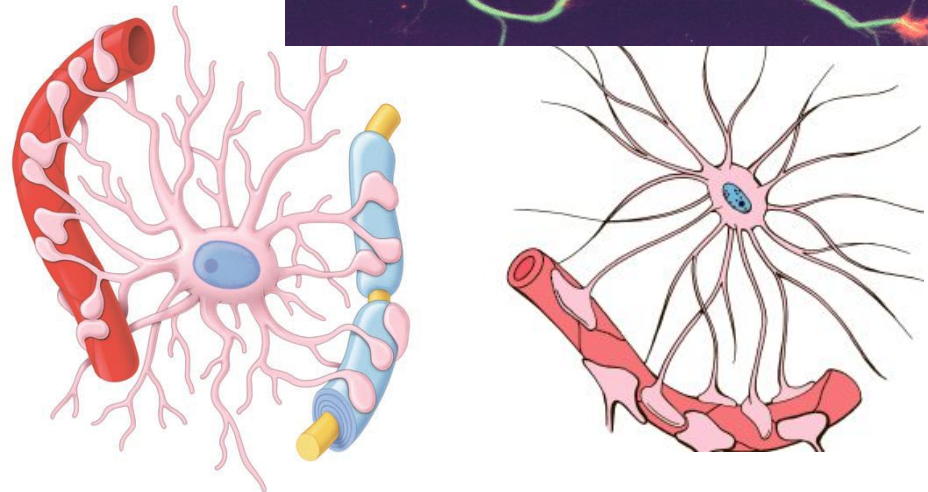
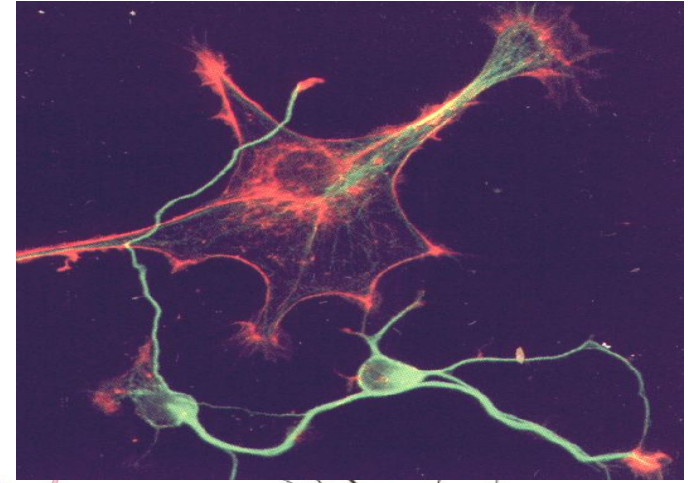
- Клетки-сателлиты окружают тела нейронов
- Олигодендроциты (в ЦНС) и шванновские клетки (кроме ЦНС) образуют миелиновые оболочки нервных волокон.

2. Астроглия:

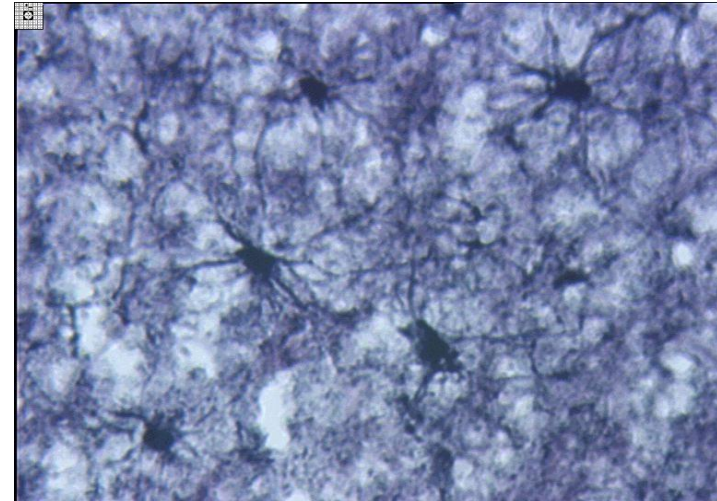
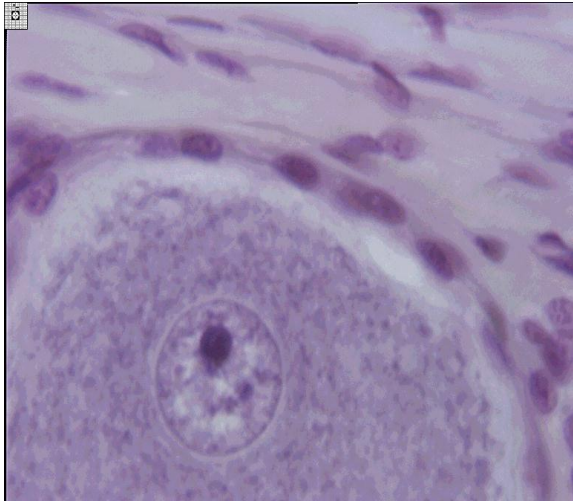
- Протоплазматические астроциты находятся, в основном, в сером веществе мозга, выполняют трофическую и барьерную функции.
- Волокнистые астроциты находятся, в основном, в белом веществе мозга. Содержат больше кислого фибриллярного белка (ИГХ)

3. Эпендимная глия -

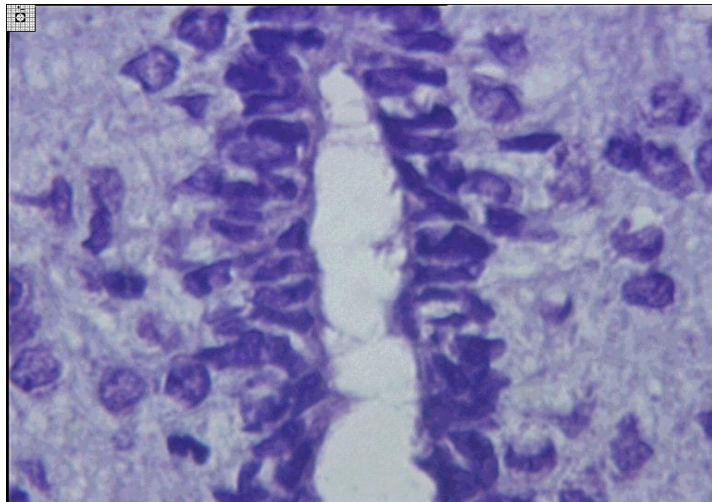
клетки, выстилающие спинномозговой канал и желудочки мозга.



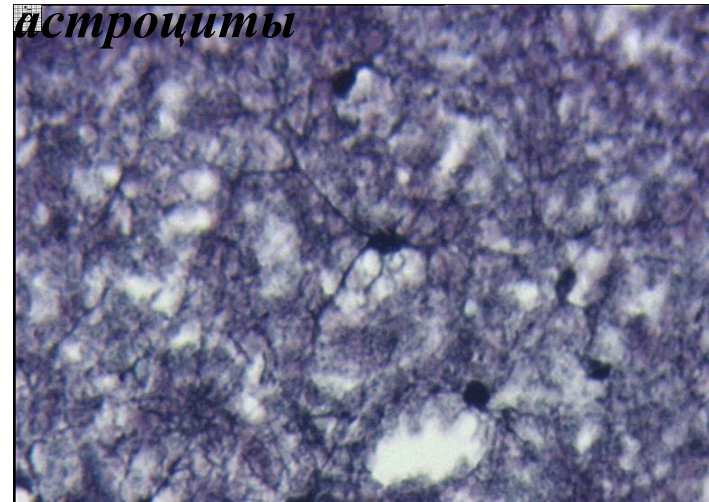
Типы макроглии



Клетки-сателлиты и Олигодендроглиоцит Протоплазматические

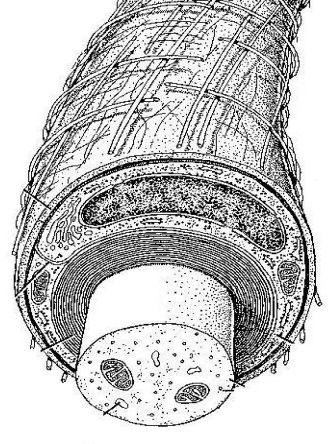
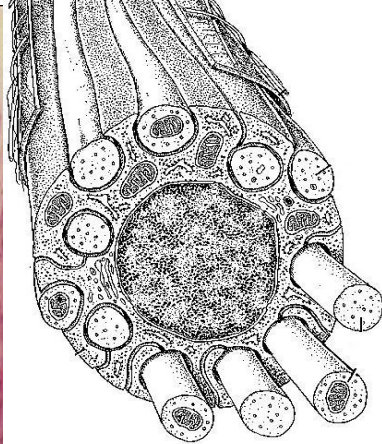


Эпендимоциты



Волокнистые астроциты

Типы нервных волокон



Безмиелиновое нервное волокно

Окр. Г. + Э.

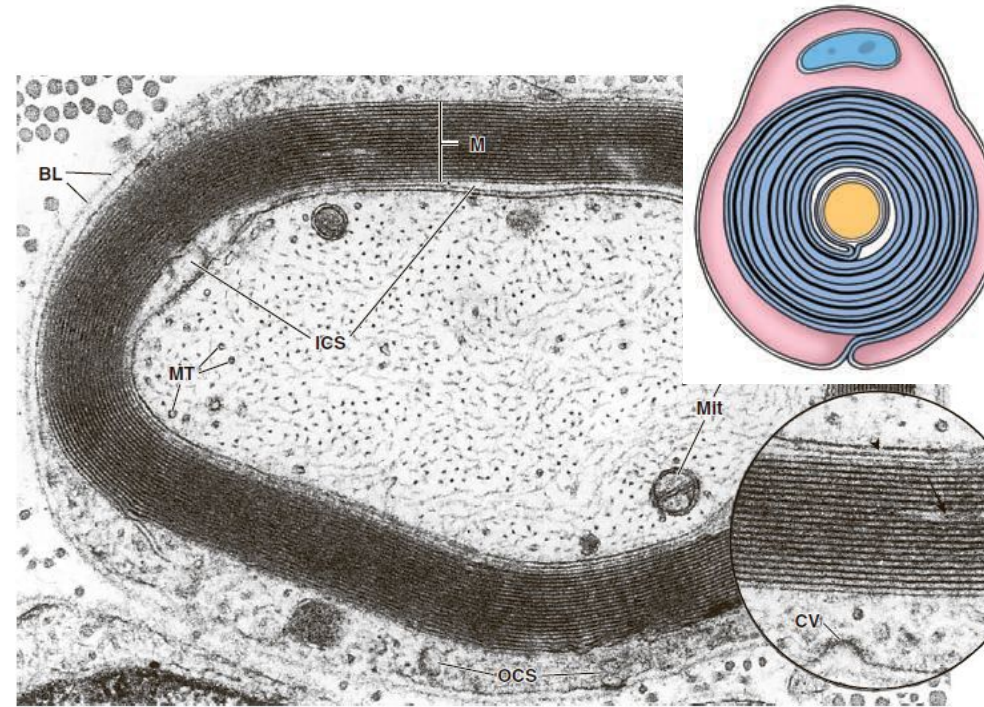
- 1. В вегетативной системе*
- 2. Низкая скорость проведения нервного импульса*
- 3. Базальная мембрана*

Миелиновое нервное волокно

Импрегнация осмиевой кислотой

- 1. В составе ЦНС и ПНС*
- 2. Высокая скорость проведения нервного импульса*
- 3. Базальная мембрана*

Типы нервных волокон



Электроннограммы

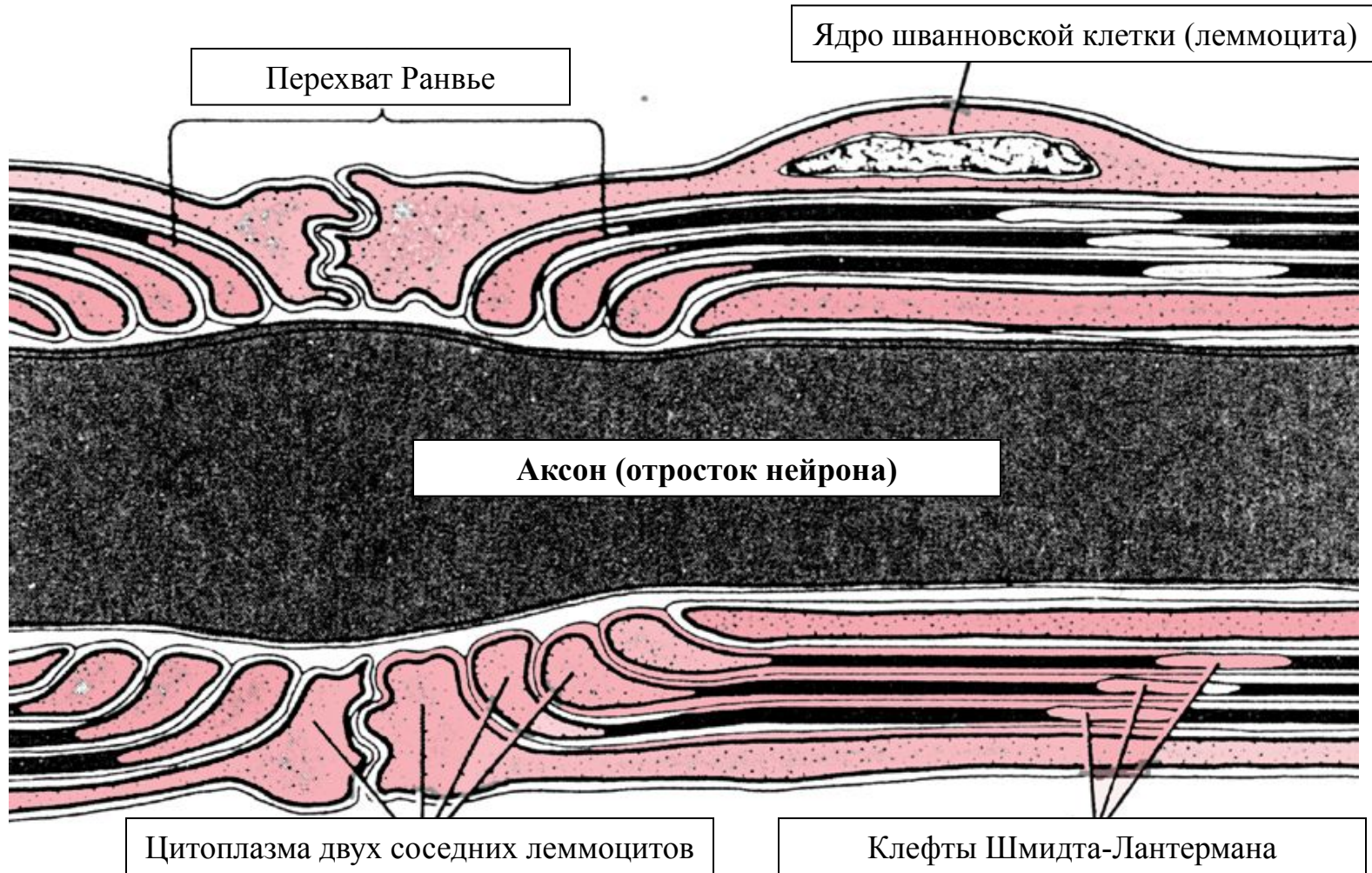
Безмиелиновое нервное волокно

В вегетативной системе
Низкая скорость проведения
нервного импульса
Базальная мембрана

Миелиновое нервное волокно

В составе ЦНС и ПНС
Высокая скорость проведения
нервного импульса
Базальная мембрана

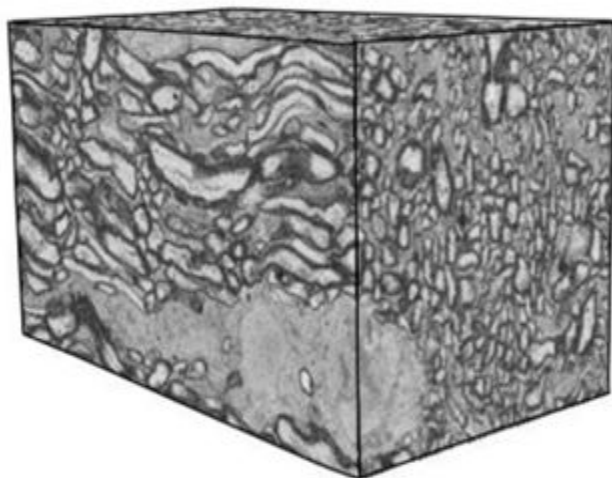
Передача нервного импульса по миелиновому волокну – сальтаторная (скачкообразная)



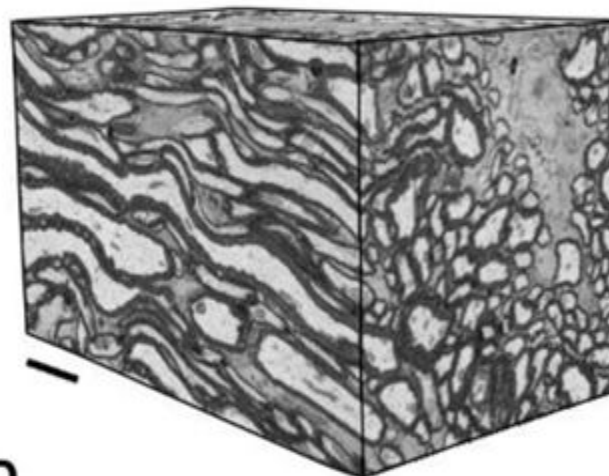
Зрительный нерв в постнатальном онтогенезе:

*уменьшение количества миелиновых аксонов
и одновременно увеличение их объема*

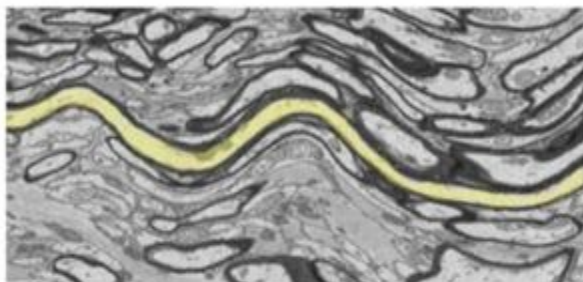
A



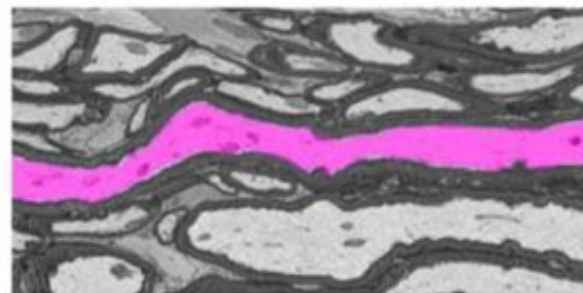
B



C



D

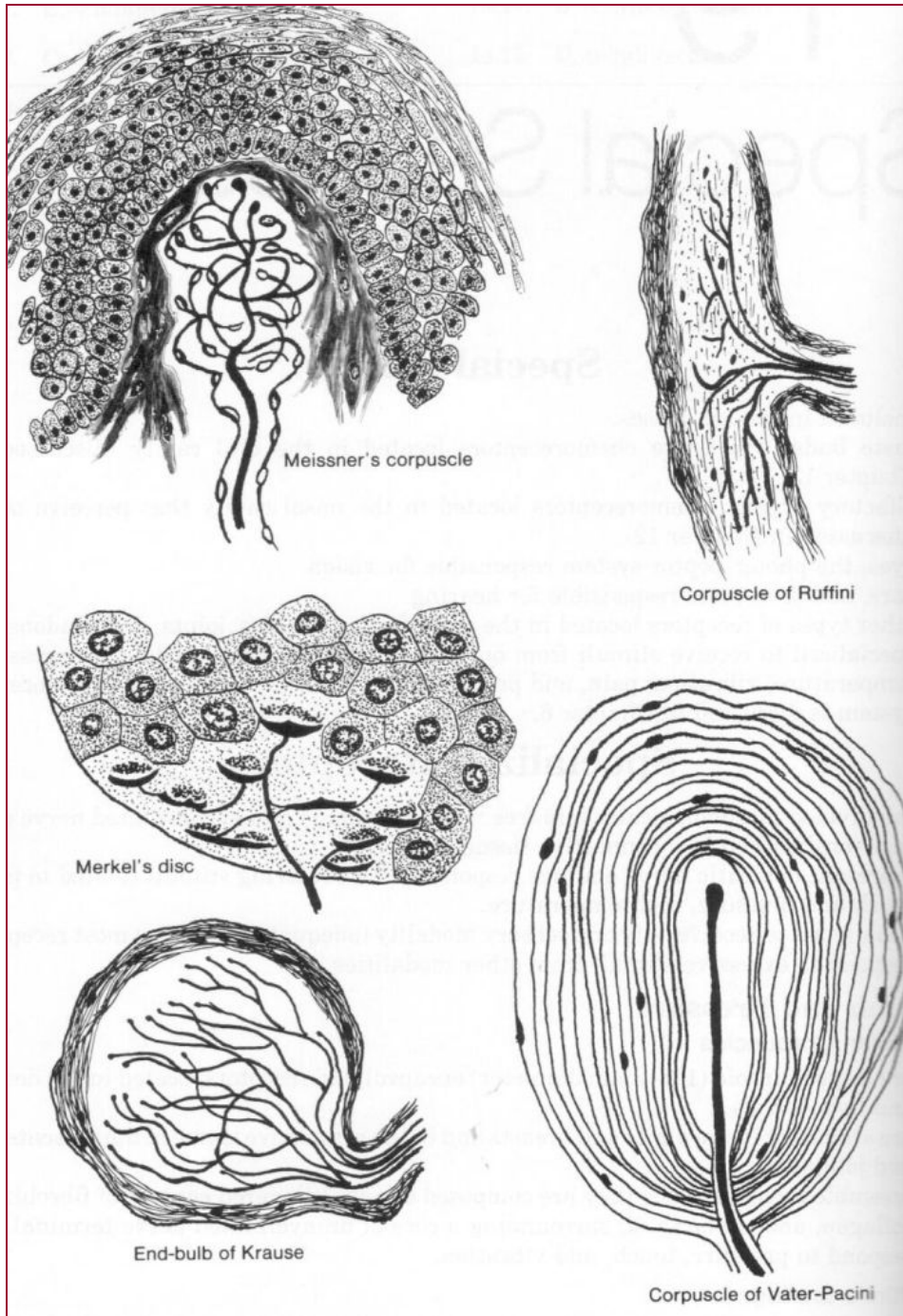


A, C - у ребенка в возрасте 1 мес;

B, D - в возрасте 12 мес

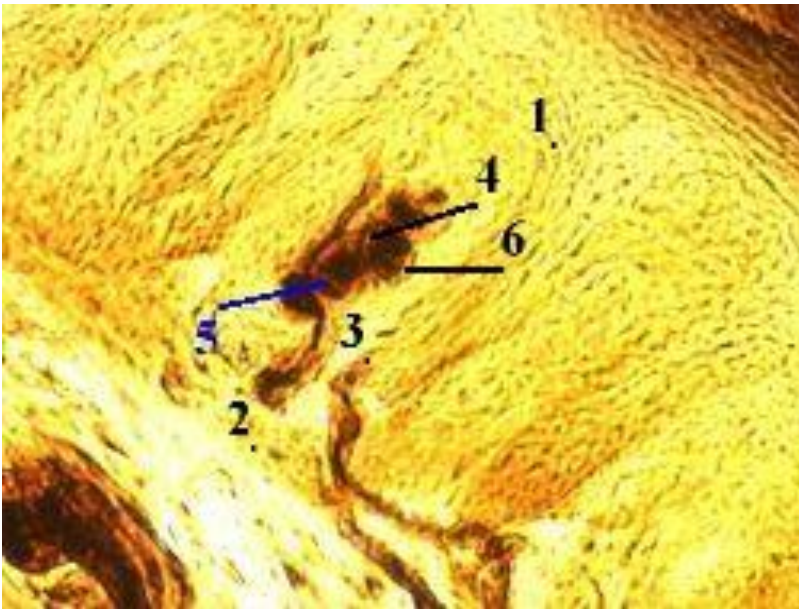
Нервные окончания

- 1. Рецепторные**
(чувствительные, афферентные)
 - Окончания, образующие **межнейронные синапсы**
 - Эффекторные**
нервные окончания
 - Аксвазальные синапсы**
1. Окончания дендритов чувствительных нервов.
 2. Межнейронные синапсы:
 - аксодендритические
 - аксосоматические
 - аксоаксональные
 3. Аксоны эффекторных нейронов. (часть нейроэффекторных синапсов).
 4. Окончания аксонов нейросекреторных нейронов на капиллярах.

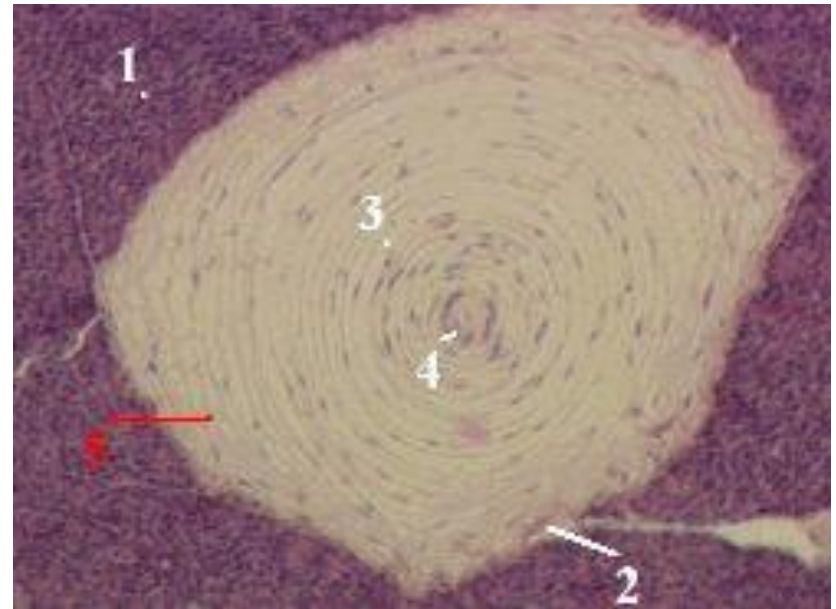


**Инкапсулированные нервные окончания
(Krause W.J. et al., 1985)**

Несвободные инкапсулированные нервные окончания



Осязательное тельце кожи
Импрегнация азотнокислым
серебром



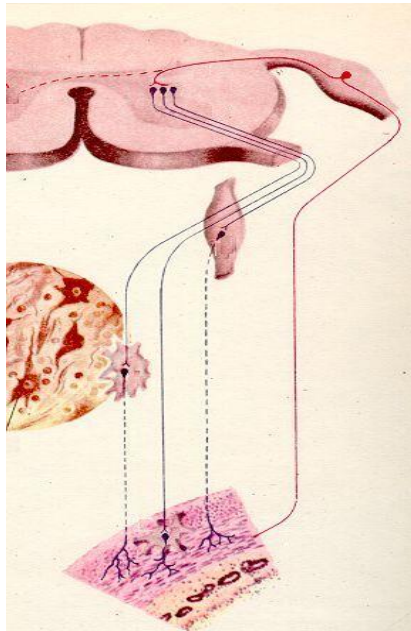
**Пластинчатое тельце
в поджелудочной железе**
Окраска гематоксилином и эозином

Органы нервной системы

Нервная система обеспечивает:

- 1. Регуляцию, координацию работы органов;**
- 2. Интегративную функцию;**
- 3. Взаимодействие организма с внешней средой;**
- 4. Сознательную деятельность человека.**

Получение, переработка, хранение информации из внешней и внутренней среды



«Все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения суть рефлексы»

И.М. Сеченов, 1863 г.

Рефлекторные дуги – морфологические субстраты для осуществления функций нервной системы.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Соматическая

→ **Центральный отдел**
(головной и спинной
мозг)

→ **Периферический отдел**
(черепномозговые и
спинномозговые нервы,
узлы)

Вегетативная

(симпатическая и
парасимпатическая)

→ **Центральный отдел**
(центры в головном и
спинном мозге)

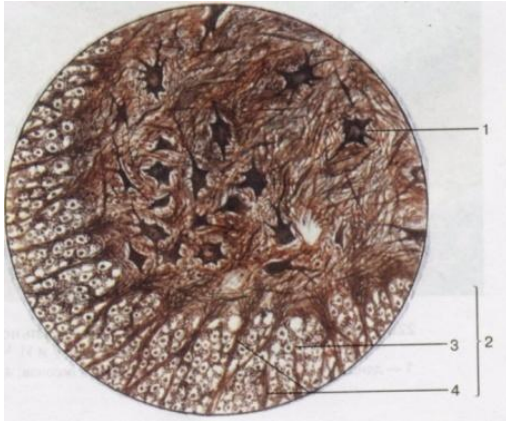
→ **Периферический отдел**
(нервы, узлы, сплетения)

1. Регулирует работу внутренних органов
2. Обмен веществ
3. Постоянство внутренней среды
4. Подчиняется ЦНС (коре больших полушарий)

Классификация нервных центров

А.А. Заварзин выделил 2 вида нервных центров:

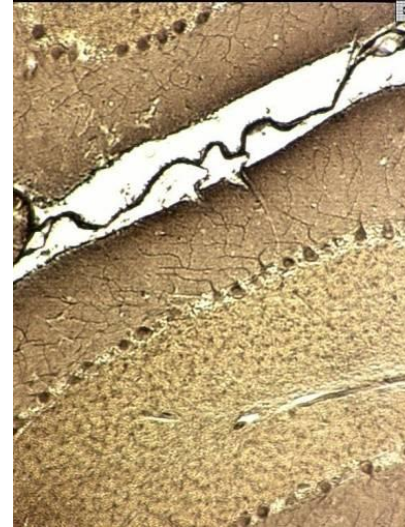
1. Ядерный



- Контроль входа и выхода сигналов мозга
- Хранение программ гомеостаза
- Обеспечение взаимодействия эндокринной и нервной систем

Локализация: спинной, продолговатый мозг, таламус, гипоталамус и мозжечок

2. Экраний



- Послойное расположение
- На большом протяжении, по периферии органа
- Плотная упаковка (15 млрд. клеток)
- Клетки полиморфны

Локализация: кора головного мозга, мозжечка и сетчатка глаза

3. Ретикулярный (сетевидный нервный центр)

Локализация: гипоталамус, задние рога СМ

- Активирует и угнетает кору
- Постоянно в активном состоянии
- Фоновое возбуждение для моторных нейронов
- Контроль памяти, внимания, боли, агрессии.

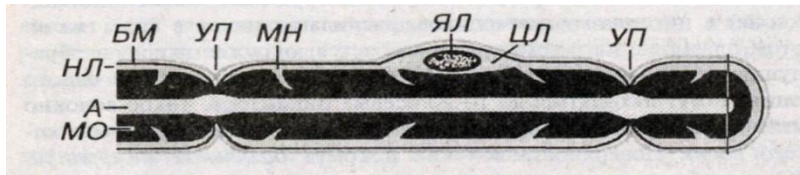
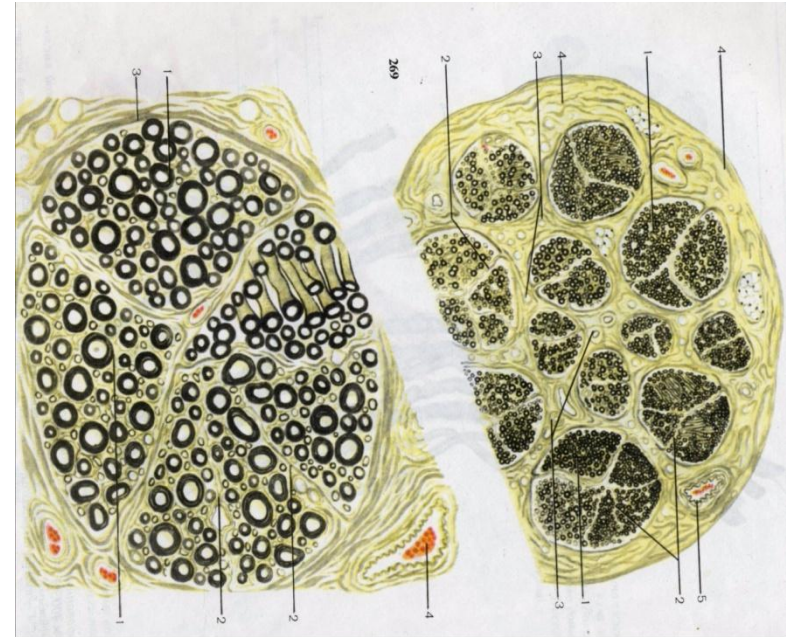
Периферическая нервная система

1. Нервы

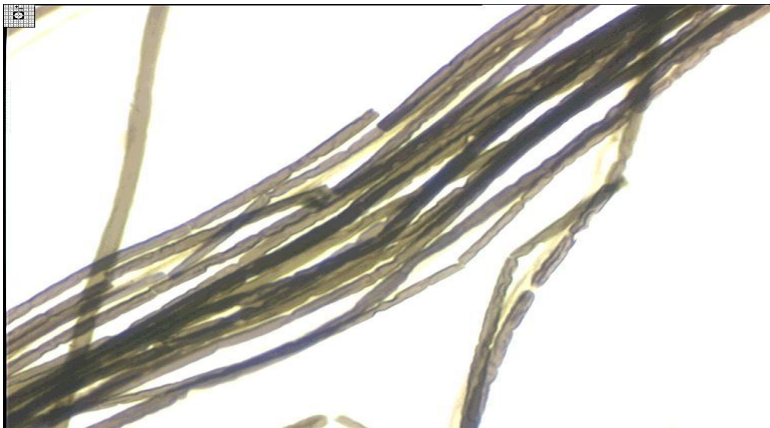
2. Нервные окончания

3. Нервные узлы

Нервы образованы пучками нервных волокон и оболочками (эндоневрием, периневрием и эпиневрием).



А – аксон
НЛ – нейролема
МО – миелиновая оболочка
БМ – базальная мембрана
УП – узловой перехват (Ранвье)
ЯЛ – ядро
МН – миелиновые насечки



Нервные ганглии

Спинномозговые узлы (развитие из нервного гребня)

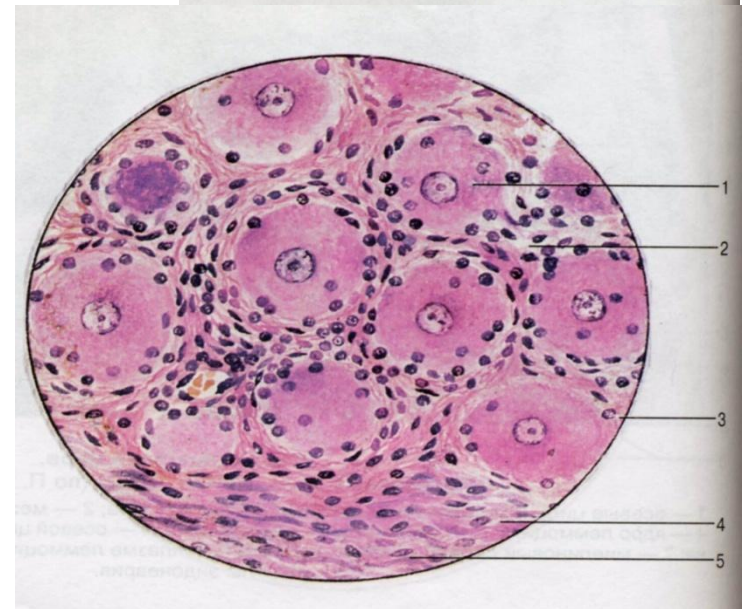
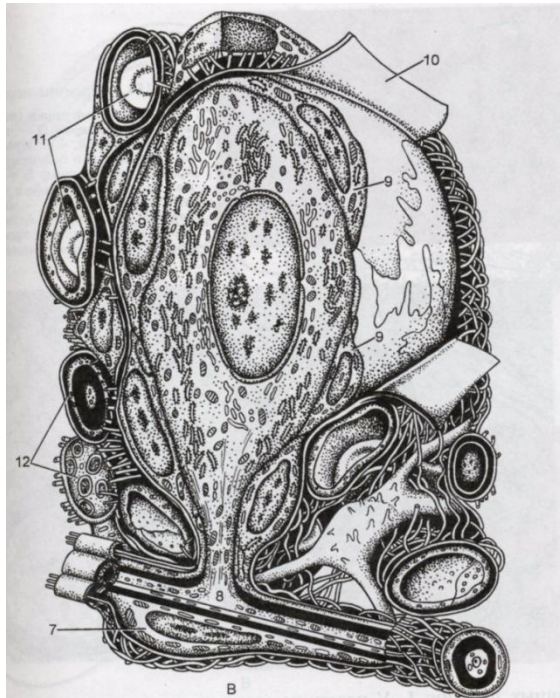
Нейроны: чувствительные,

ложноуниполярные,

нейросекреторные клетки

Нейроглия: олигодендроглиocyты

(мантйные глиocyты и леммоциты).



Вегетативные нервные узлы

I. симпатические

II. парасимпатические

По топографии:

1) Интрамуральные (II)

2) Экстрамуральные (I, II)

Нейроциты мультиполярные, образуют сеть.

Нейроглия

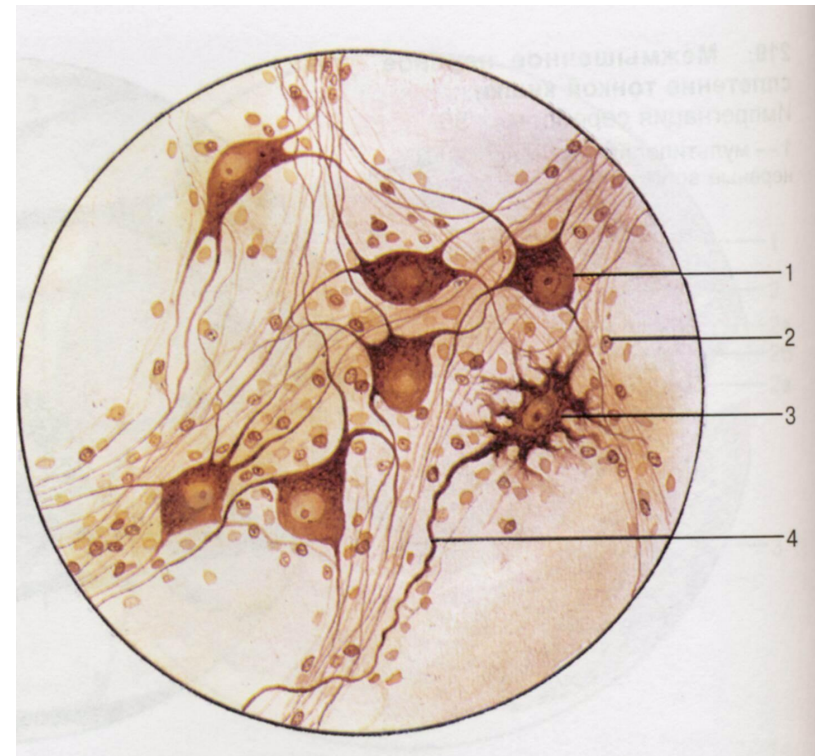
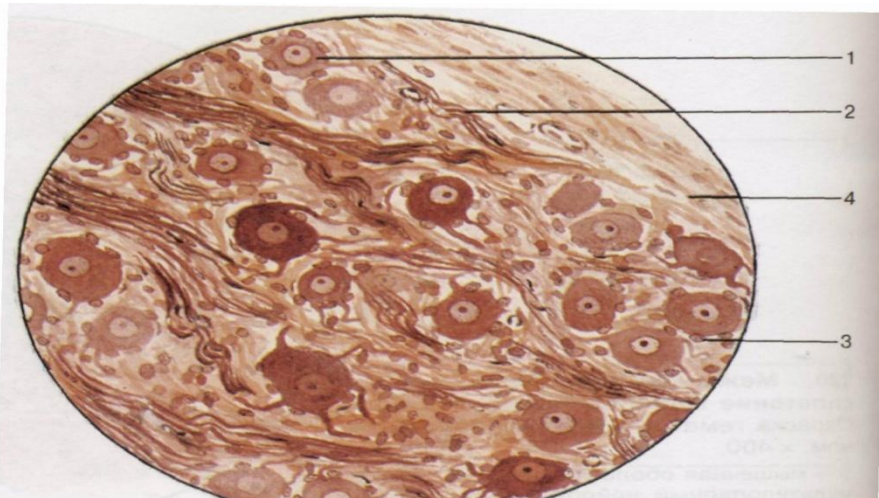
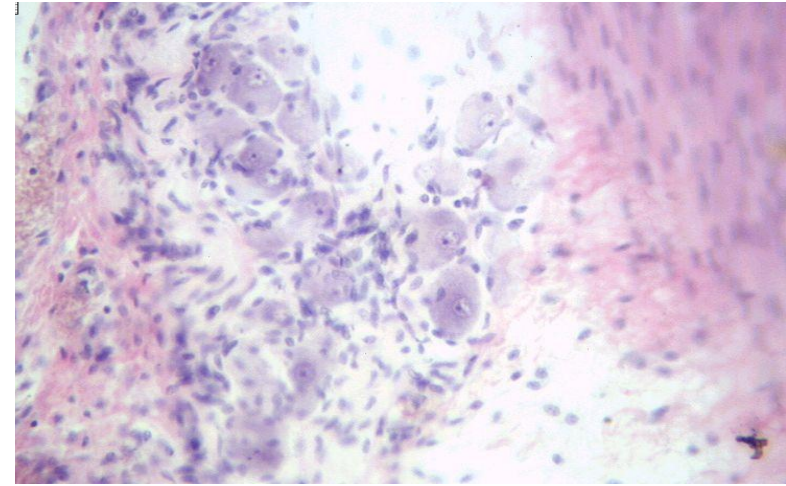
По функции:

Двигательные – клетки Догеля I типа

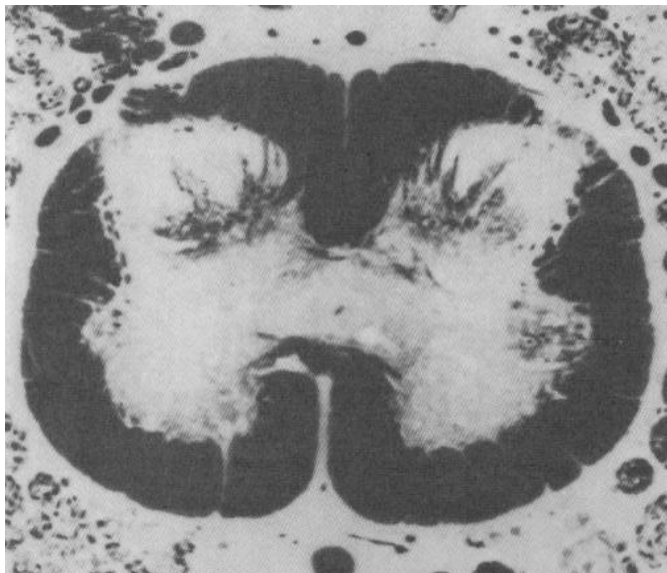
Чувствительные – клетки Догеля II типа

Вставочные – клетки Догеля III типа

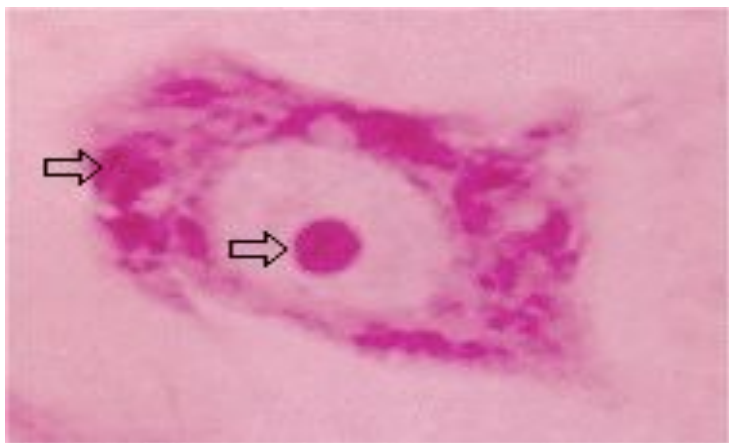
Нейросекреторные (дофамин влияет на активность двигательных клеток I типа)



Спинной мозг: серое и белое вещество



**Нейроциты передних рогов (2-3
млн.):** Альфа-мотонейроны (35-70 мкм)
Гамма-мотонейроны (15-35 мкм)



СПИННОЙ МОЗГ (ядерный тип нервных центров)

1. Проводит информацию с периферии в головной мозг и обратно.
2. Рефлекторный, частично автономный центр.

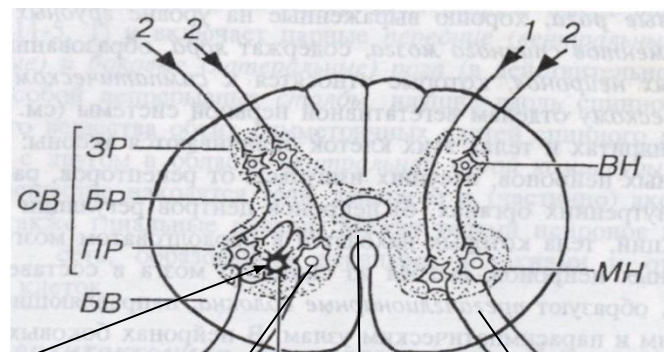
Нейроциты:

По функции:

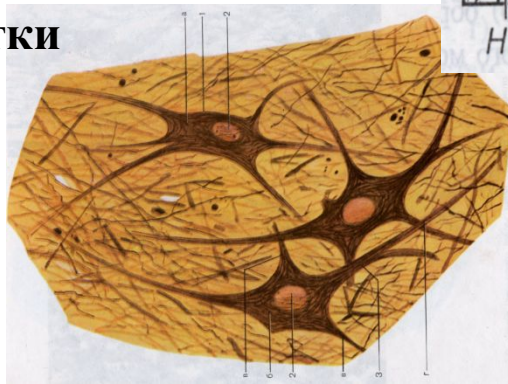
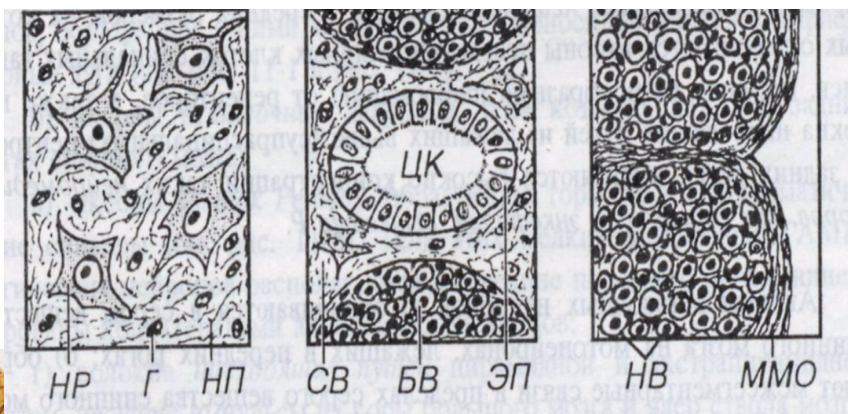
1. Двигательные
2. Вставочные: проводниковые, тормозные.

По топографии аксонов:

1. Корешковые (передние моторные и вегетативные)
2. Пучковые – связь сегментов
3. Внутренние – отростки в сером веществе



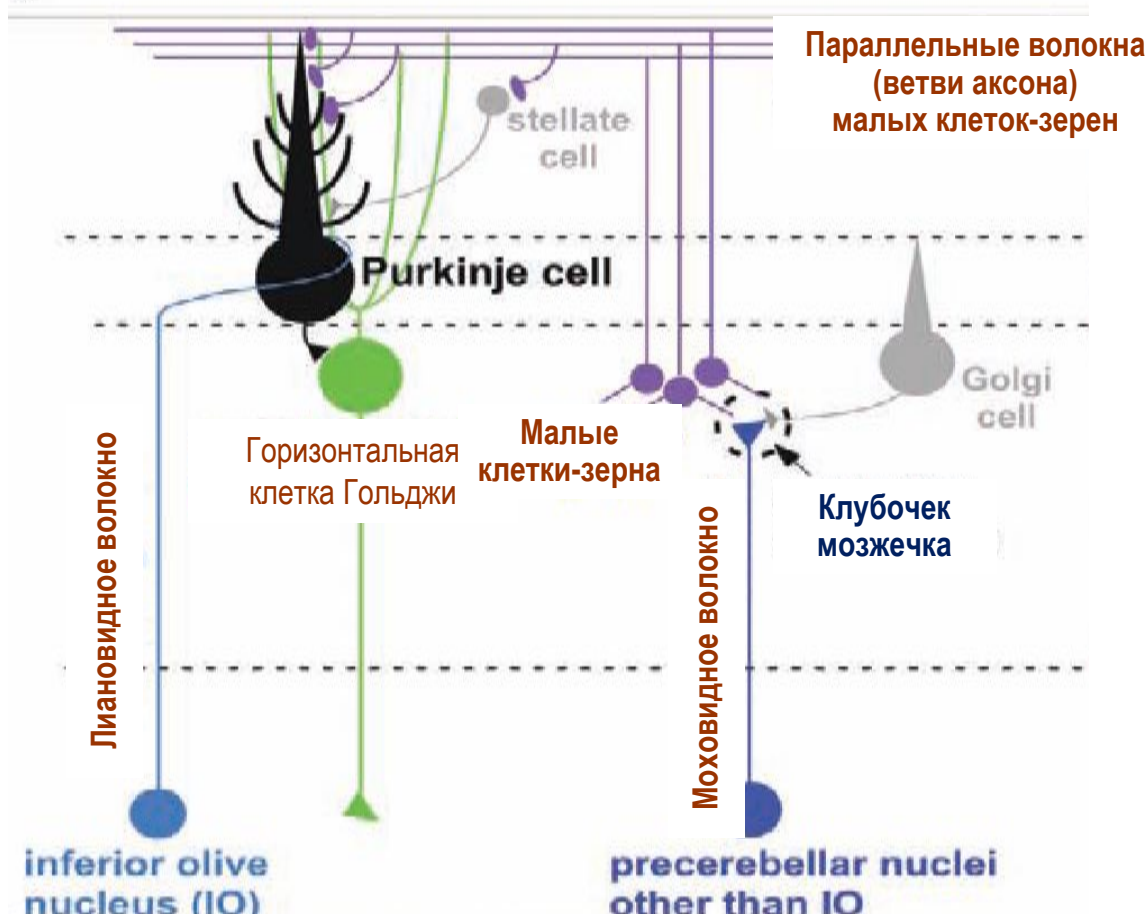
Клетки Реншоу



Отличия ЦНС и ВНС

Особенности	ЦНС	ВНС
Функционирование	произвольное	непроизвольное
Выход из центра	сегментарный	очаговый
Нервные стволы	миелинизированы	немиелинизированы, постганглионарные
Ганглии	не являются нервн. центрами	являются <u>нервными центрами !</u>
афферентные клетки <u>ассоциативные клетки</u> <u>эфферентные клетки</u>	в спинальных ганглиях <u>в задних рогах</u> <u>в передних рогах</u>	в спинальных ганглиях и в нервных стволах <u>в боковых рогах</u> <u>в периферических ганглиях</u>
Синаптический аппарат	богаче	беднее
Моторные бляшки мышц	имеются	отсутствуют
Местные рефлекторные дуги	отсутствуют	имеются

Нейрональные связи мозжечка



В мозжечке нейроны классифицируются по функциям как возбуждающие или тормозные.

В качестве основного нейротрансмиттера **возбуждающие нейроны** используют глутамат (глутаматергические нейроны):

- **малые клетки-зерна,**
- **горизонтальные (или веретеновидные) клетки Гольджи**

Тормозные нейроны используют гамма-аминомасляную кислоту (ГАМК) и/или глицин:

- **клетки Пуркинью,**
- **корзинчатые клетки,**
- **клетки Гольджи**
- **и звездчатые (малые и большие) клетки.**

Нейрональные связи мозжечка

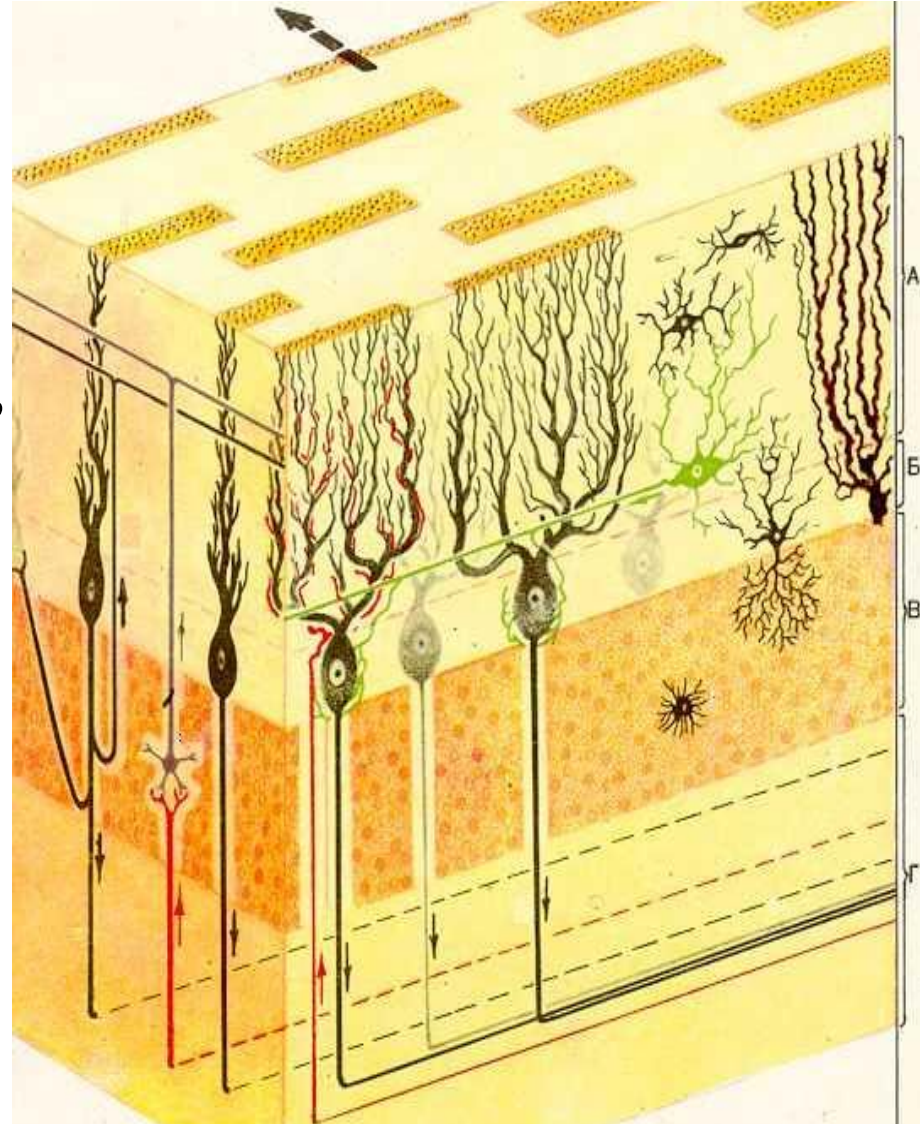
- I. Аfferентные пути
- II. Интернейроны коры:
 1. **Возбуждающие**;
 2. **Тормозные**.
- III. Эfferентный путь

I. Аfferентные пути – возбуждающие, приходят в кору мозжечка по:

1. **Моховидным волокнам** (синапсы с дендритами клеток-зерен);
2. **Лиановидным волокнам** (стелятся по клеткам Пуркинье и их дендритам)

II. 1. Возбуждающие интернейроны – **малые клетки-зерна**. Их коллатерали образуют синапсы с дендритами:

1. клеток Пуркинье;
2. корзинчатых клеток;
3. звездчатых клеток;
4. клеток Гольджи.

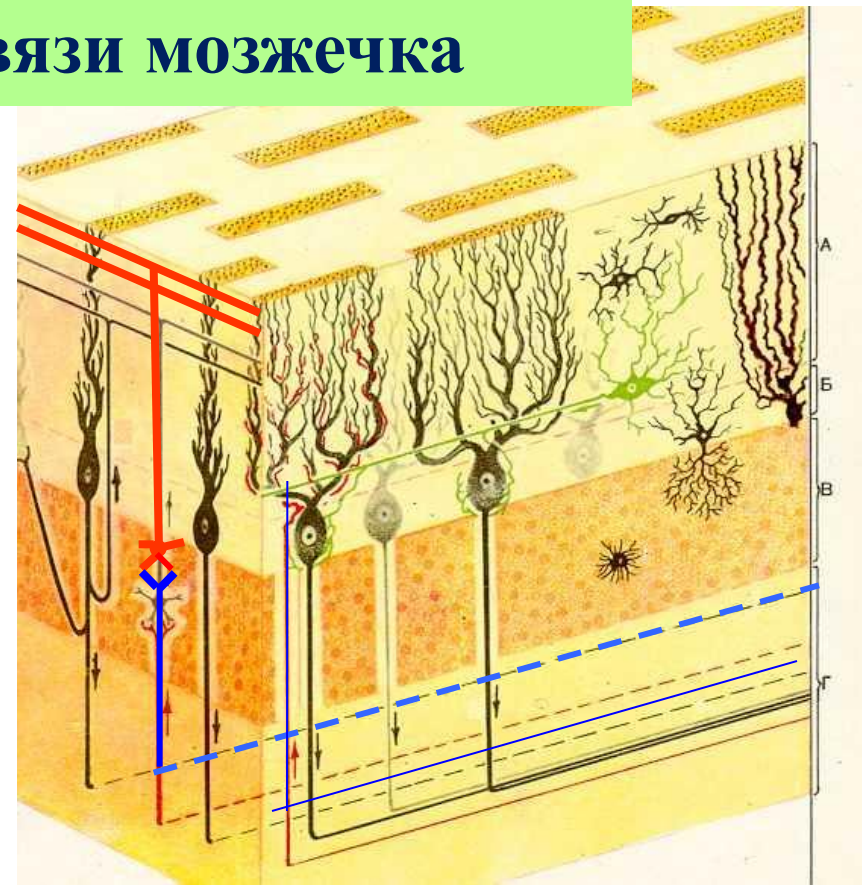


Нейрональные связи мозжечка

II. Тормозные интернейроны:

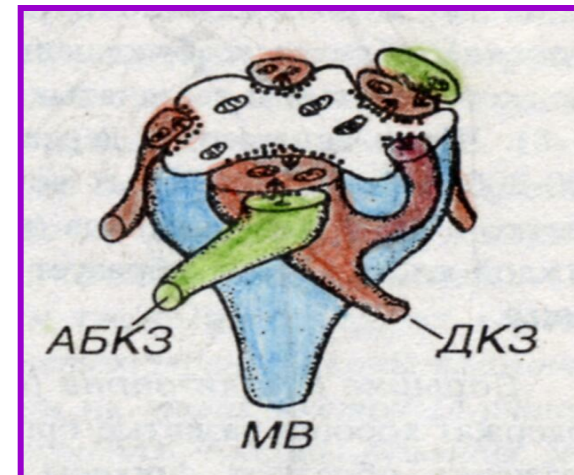
1. Звездчатые
(малые и большие)
 2. Корзинчатые
 3. Клетки Гольджи
- Торможение клеток Пуркинью
- Торможение малых клеток-зерен

III. Эфферентные пути - из коры мозжечка - **аксоны клеток Пуркинью** - к ядрам мозжечка в белом веществе и к вестибулярным центрам и по **аксонам горизонтальных клеток**



Клубочки мозжечка образованы синаптическими контактами

- моховидных волокон (МВ)
- с дендритами **малых клеток-зерен (ДКЗ)**
- и аксонами больших клеток-зерен (АБКЗ) (клеток Гольджи).



Динамика изменений мозжечка у детей

Параметры	Новорожденный	1 год	2 – 2,5 года
Размеры мозжечка	18%	50%	100%, затем плавно нарастают всю жизнь
Наличие эмбрионального наружного гранулярного (или зернистого) слоя	Выражен, затем регрессирует	На его месте – молекулярный слой	
Толщина молекулярного слоя	100-130 мкм	Около 250 мкм	310-400 мкм
Ядерно-цитоплазматическое соотношение нейронов	Высокое	Промежуточное, неравномерное	Низкое
Плотность дендритов клеток Пуркинье	Низкая	6 мес – почти как у взрослых	Продолжается развитие в течение всей жизни



Мозжечок в фокусе научных исследований

The Cerebellum (2018) 17:1–3

<https://doi.org/10.1007/s12311-018-0919-4>

EDITORIAL



Cerebellum: from Development to Disease—the 8th International Symposium of the Society for Research on the Cerebellum and Ataxias

Hassan Marzban¹ · Mario Manto^{2,3} · Jean Mariani^{4,5}

Published online: 18 January 2018

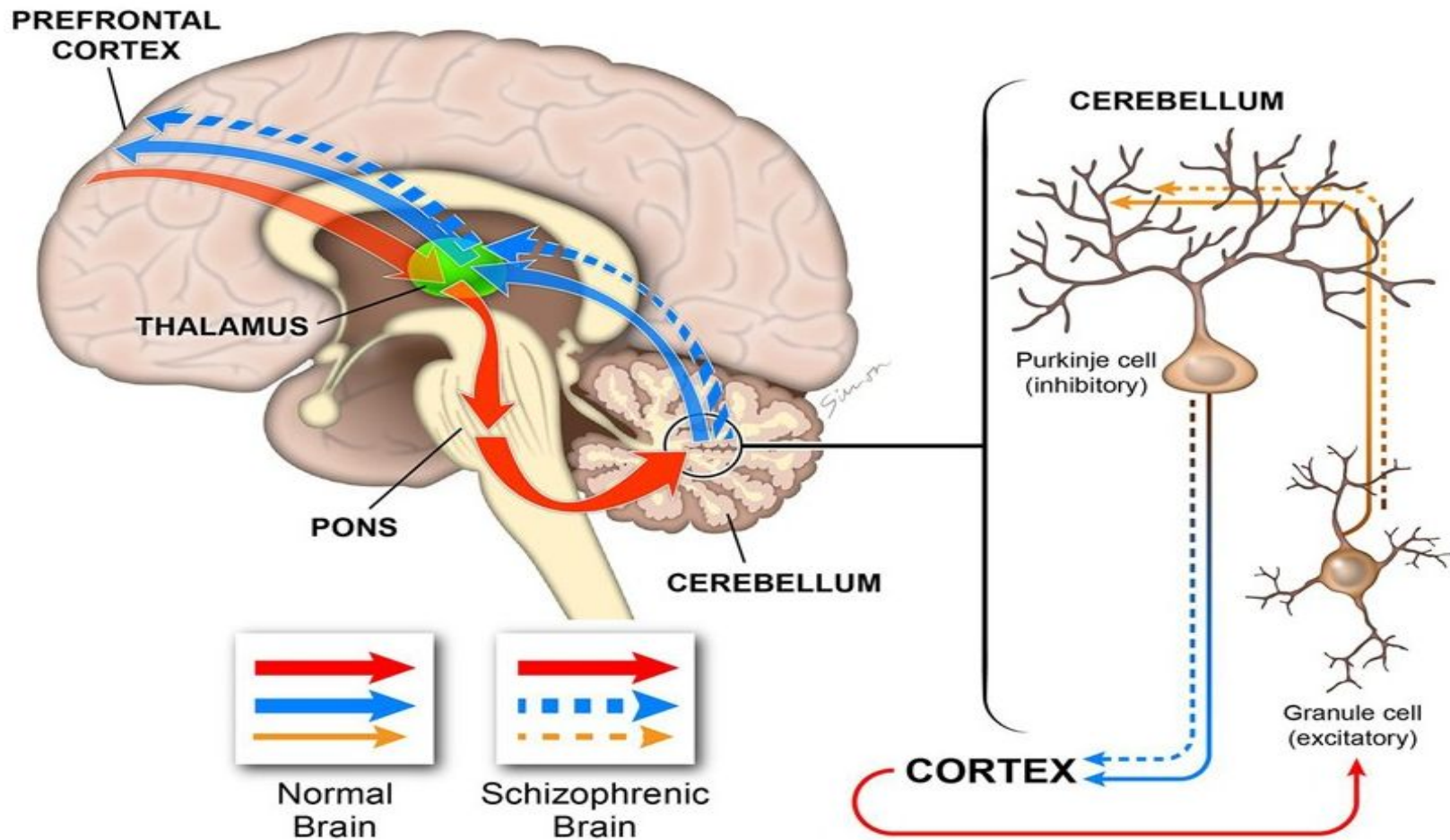
© Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2018

Abstract

In recent years, there has been tremendous growth in research on cerebellar motor and non-motor functions. Cerebellum is particularly involved in the spectrum of neurodevelopmental diseases. The 8th International Symposium of the Society for Research on the Cerebellum and Ataxia (SRCA) was held in Winnipeg, Manitoba, (Canada) on May 24–26, 2017. The main theme of the 8th International Symposium was “Development of the Cerebellum and Neurodevelopmental Disorders.” Advances in genetics, epigenetic, cerebellar neurogenesis, axonogenesis and gliogenesis, cerebellar developmental disorders including autism spectrum disorders (ASD), neuroimaging, cerebellar ataxias, medulloblastoma, and clinical investigation of cerebellar diseases were presented. The goal of this symposium was to provide a platform to discuss cutting-edge knowledge while allowing researchers and trainees the opportunity to share and discuss their front-line research and ideas with others in the field, make connections, and strengthen international collaborations. The Ferdinando Rossi lecture was delivered by Dr. Richard Hawkes on the topic of patterning of the cerebellar cortex. This symposium emphasized the major importance of the involvement of the cerebellum in neurodevelopmental diseases from the clinical, radiological, biological, and genetic standpoint.

Keywords Cerebellar development · Neurogenesis · Gliogenesis · Neurodevelopmental disorders · Ataxias · ASD · Medulloblastoma

Роль мозжечка в когнитивных процессах



Мозжечок в норме - модулятор когнитивной информации, полученной от коры (красный). Малые клетки-зерна и клетки Пуркинье обеспечивают возбуждающий /тормозной баланс (коричневый), что необходимо для обратного сигнала обратно в кору (синий). При шизофрении этот баланс нарушен, и мозжечок генерирует дефектный сигнал (пунктирный синий).

Кора больших полушарий головного мозга

(Нервный центр экранного типа)

Высший центр регуляции функций всех органов, поведенческих реакций, мыслительной деятельности.

Нейроны – мультиполярные (От 10 до 15 млрд.), биполярные

I. Пирамидные – до 85%.

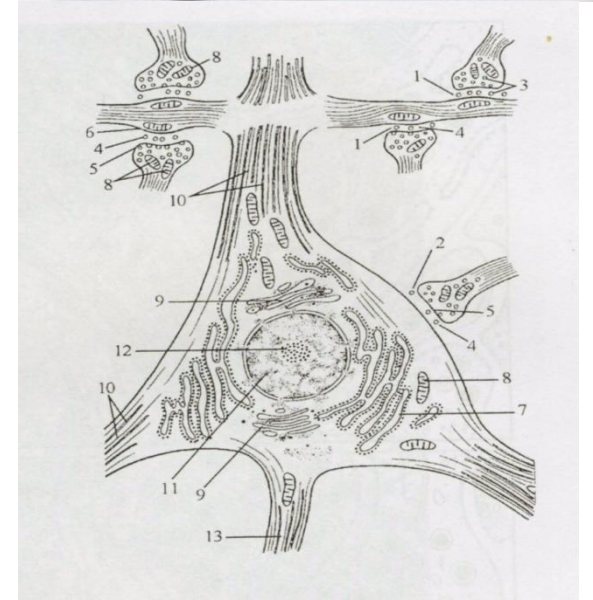
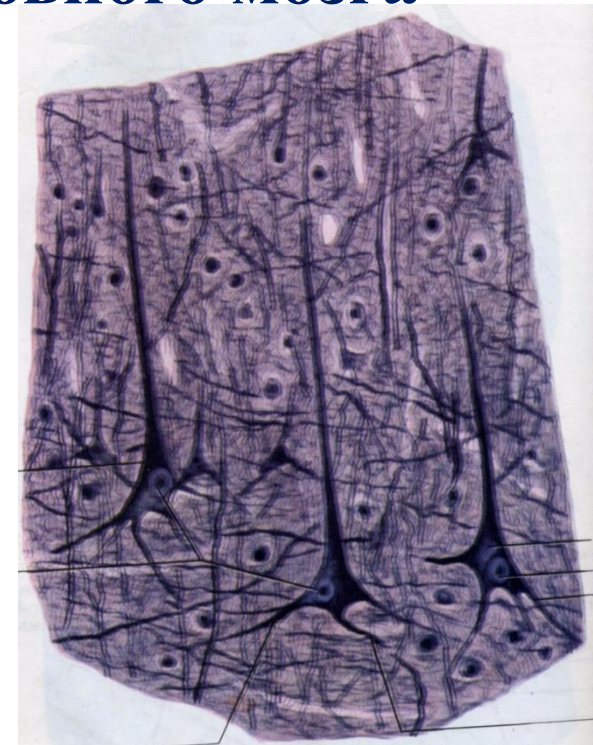
Малые, средние, большие и гигантские
(от 10 до 140 мкм).

Функции пирамидных клеток:

1. Интегрирующая роль внутри коры;
2. Образование эфферентных путей (экстракорковые, большие, гигантские).

II. Непирамидные

(звездчатые, веретенообразные и др.) – до 15%.
(тормозные и возбуждающие)



Цитоархитектоника коры

Горизонтальное распределение нейронов по слоям.

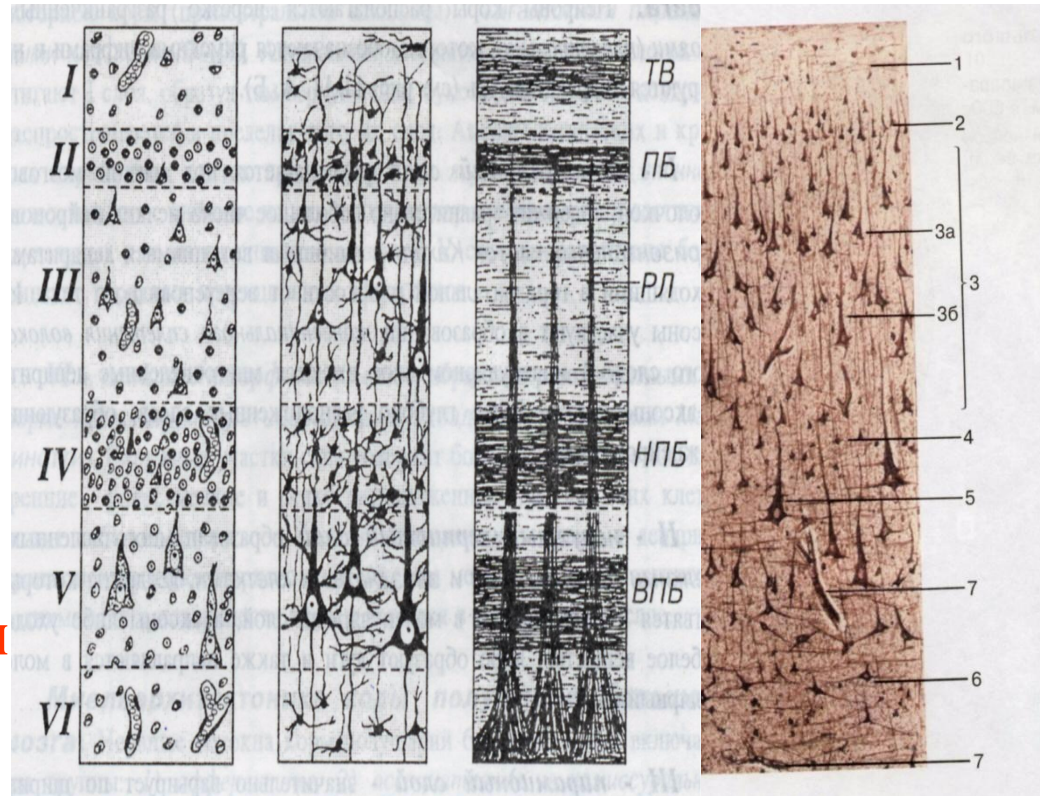
- I. Молекулярный.
- II. Наружный зернистый.
- III. Пирамидный.
- IV. Внутренний зернистый.
- V. Ганглионарный.
- VI. Слой полиморфных клеток.

Миелоархитектоника коры

Распределение нервных волокон по слоям.

Нервные волокна:

1. Афферентные (радиальные лучи);
2. Ассоциативные и комиссуральные (внутрикорковые сплетения);
3. Эфферентные (радиальные лучи).



Зоны коры

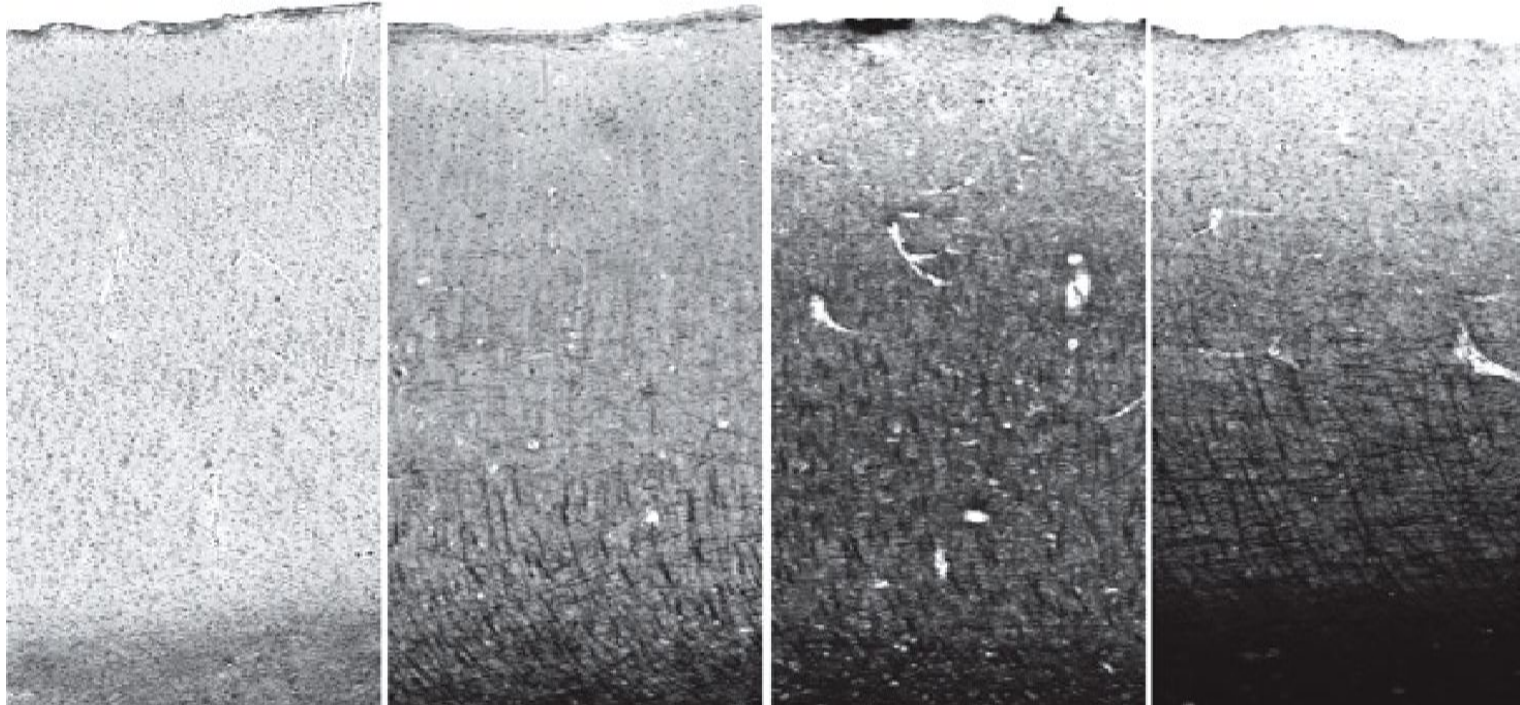
1. Сенсорные зоны (гранулярный тип коры – II и IV сл).
2. Моторные зоны (агранулярный тип коры – III, V, VI сл).
3. Ассоциативные зоны – большая часть коры, до 65%.

Кора больших полушарий головного мозга

В сером веществе выделяют 6 слоев:

- I: **Молекулярный слой:** преимущественно параллельные поверхности волокна, немного клеток – нейроглия и одиночные горизонтальные клетки Кахаля (не видны).
 - II: **Наружный зернистый слой:** мелкие пирамидные нейроны и зернистые клетки (называемые звездчатыми).
 - III: **Наружный слой пирамидных клеток:** почти неотличим от II слоя. Однако пирамидные клетки типичной формы и крупнее.
 - IV: **Внутренний зернистый слой:** много мелких зернистых, или звездчатых, клеток.
 - V: **Ганглионарный слой**, или внутренний слой пирамидных клеток, которые во многих частях коры меньше, чем пирамидные клетки слоя III, но в моторной области чрезвычайно велики и называются клетками Бэца (Betz).
 - VI: **Слой полиморфных клеток:** клетки с различными формами, многие из которых веретенообразные, реже гранулярные и Мартинотти, посылающие свои аксоны к поверхности (противоположно пирамидным клеткам).
- Внизу – **белое вещество коры головного мозга:** нейропиль представлен плотными агрегатами нервных волокон и глиальными клетками.

Постнатальная цито- и миелоархитектоника моторного неокортекса человека



Для онтогенеза человека характерны медленная миелинизация аксонов коры головного мозга в детстве и отсроченный период созревания, который выходит за пределы позднего подросткового возраста

А - у детей до 1 года,

Б – у детей в возрасте от 3 до 9 лет;

В – у подростков и молодых людей от 13 до 23 лет;

Г - у взрослых старше 28 лет.

Нейроглия коры головного мозга

Содержит все виды макроглии и микроглию.

Астроцитарная глия обеспечивает:

1. Микроокружение нейронов.
2. Опорно-трофическую функцию.
3. Участвует в метаболизме нейромедиаторов.
4. Образует пограничные глиальные мембраны (периваскулярные, поверхностную и субэпендимальную).

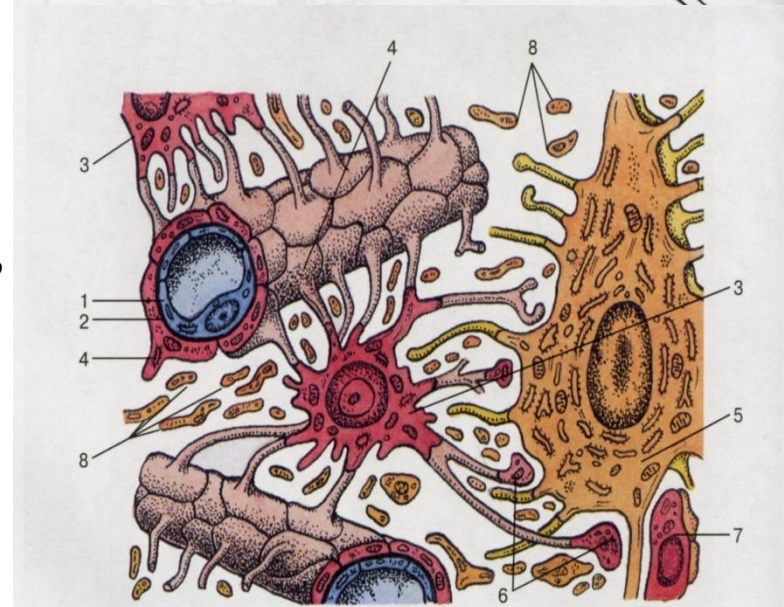
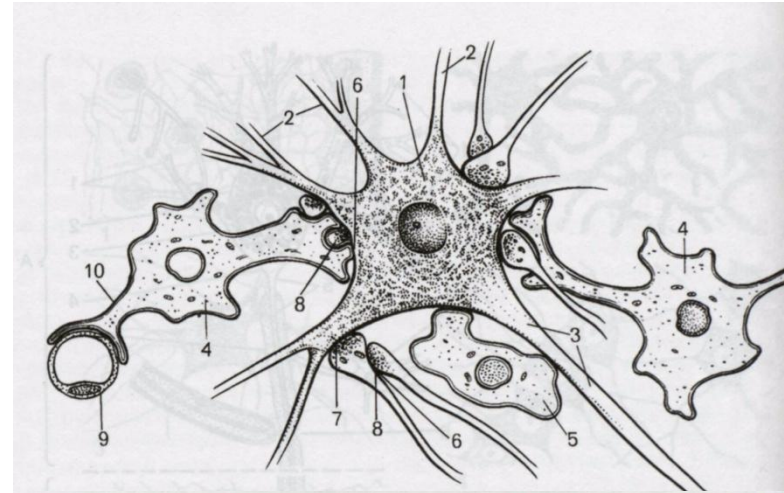
Эпендимная глия выстилает желудочки мозга, входит в состав гемато-ликворного барьера.

Олигодендроглия образует миелиновые оболочки волокон, регулирует метаболизм нейронов, утилизирует нейромедиаторы.

Микроглия - специализированные макрофаги ЦНС.

Гемато-энцефалический барьер :

1. Эндотелий кровеносных капилляров;
2. Базальная мембрана капилляров;
3. Периваскулярная глиальная оболочка.



190. Организация гематоэнцефалического барьера.

1 — эндотелиоцит гемокapилляра; 2 — базальная мембрана; 3 — тело астроцита; 4 — пластинчатые окончания отростков астроцита на гемокapилляре; 5 — нейрон; 6 — отростки астроцита на нейроне; 7 — олигодендроглиоцит; 8 — нейропил (отростки нервных клеток).

Модульный принцип организации коры полушарий

У человека 2-3 млн. модулей

Модуль - функциональная единица органов ЦНС с экранной организацией мозга, предназначенные для дискретных операций с информацией, которые осуществляются последовательно и дробно.

Модули способны к автономной деятельности, имеют форму цилиндров (колонок $D=200-300$ мкм), проходят через толщу коры.

Модуль состоит из функциональных микромодулей.

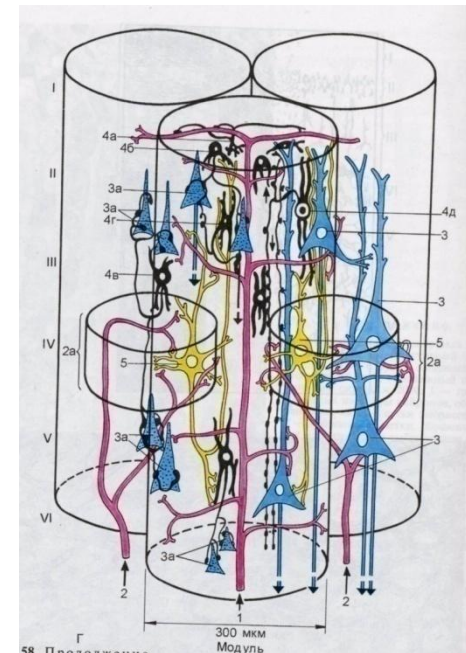
Функции:

1.

Распределение потоков информации по рецептивным и ассоциативным полям коры.

2. Распознавание информации.

3. Запоминание информации.



Принцип организации модуля коры мозга

I. **Афферентные пути** – ККАВ, ТКАВ

II. Система локальных связей

III. **Эфферентные пути** – АЭВ, ПЭВ

I. **Афферентные пути:**

1. Кортико-кортикальные волокна.
2. Таламо-кортикальные волокна.

II. **Система локальных связей:**

1. **Возбуждающие нейроны (звездчатые).**
2. **Тормозные нейроны:**
 - аксо-аксональные,
 - клетки-«канделябры»,
 - с двойным букетом дендритов,
 - корзинчатые и т.д.

III. **Эфферентные пути:**

1. Аксоны пирамидных клеток 5-го слоя (проекционные пути).
2. Аксоны средних пирамид (ассоциативные и комиссуральные пути).

