

Нервные узлы. Спинной МОЗГ.

**доцент кафедры гистологии, цитологии и
эмбриологии, к.б.н. Е.В. Блинова**

**Оренбург, 2022
год**

Функции нервной системы

1. **Обеспечение взаимодействия организма с внешней средой.**
2. **Регуляция разнообразных жизненных процессов.**
3. **Интеграция частей организма в единое целое.**
4. **Координация функции работы органов.**

Анатомически нервную систему условно подразделяют на:

Центральную нервную систему	Периферическую нервную систему
Головной мозг	Нервы
Спинной мозг	Нервные окончания
	Периферические нервные узлы (ганглии)

Физиологически нервную систему разделяют на:

Соматическую нервную систему

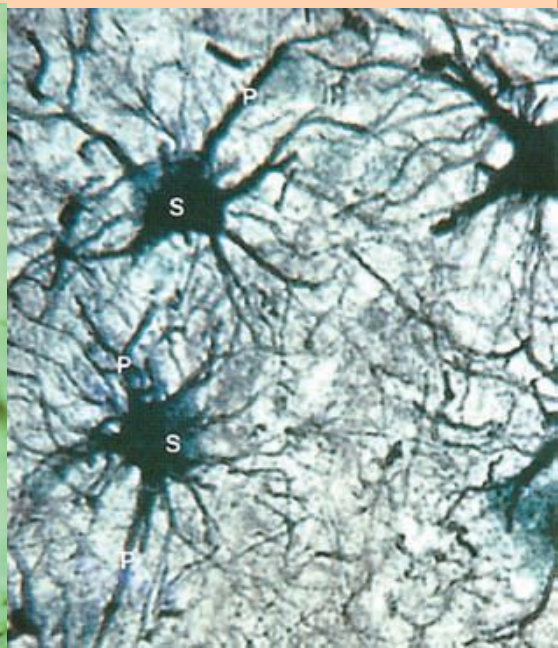
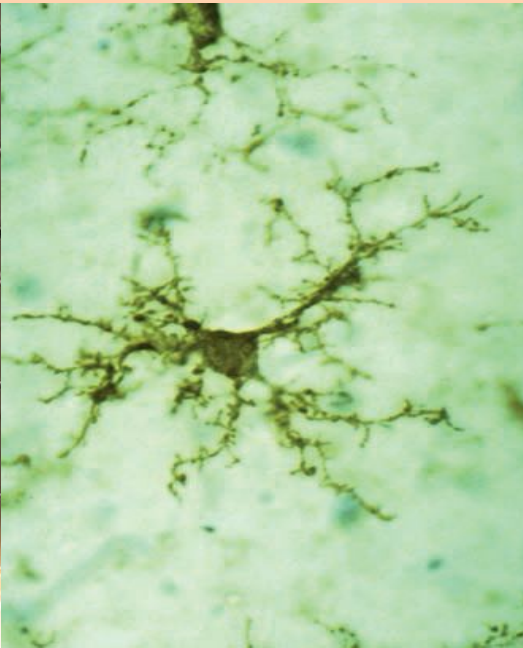
Иннервирует: тело (скелетную мускулатуру, кожу, связки, сухожилия).
Регулирует преимущественно функции произвольного движения.

Вегетативную (автономную) нервную систему

Иннервирует: внутренние органы, сосуды, железы.
Осуществляет адаптационно-трофическую функцию.

**Вегетативная (автономная)
нервная система
подразделяется на
симпатический отдел,
парасимпатический отдел,
метасимпатический отдел.**

Функционально ведущей тканью органов нервной системы является **нервная ткань**, включающая **нейроны** и **нейроглию**.



**Морфологическим
субстратом нервной
системы являются
рефлекторные дуги.**

Рефлекторные дуги

Рефлекторные дуга- это цепочка из чувствительного, ассоциативного (одного, нескольких или вообще без такового) и эффекторного нейрона, посредством которой осуществляется типичный ответ организма на определённое внешнее или внутреннее

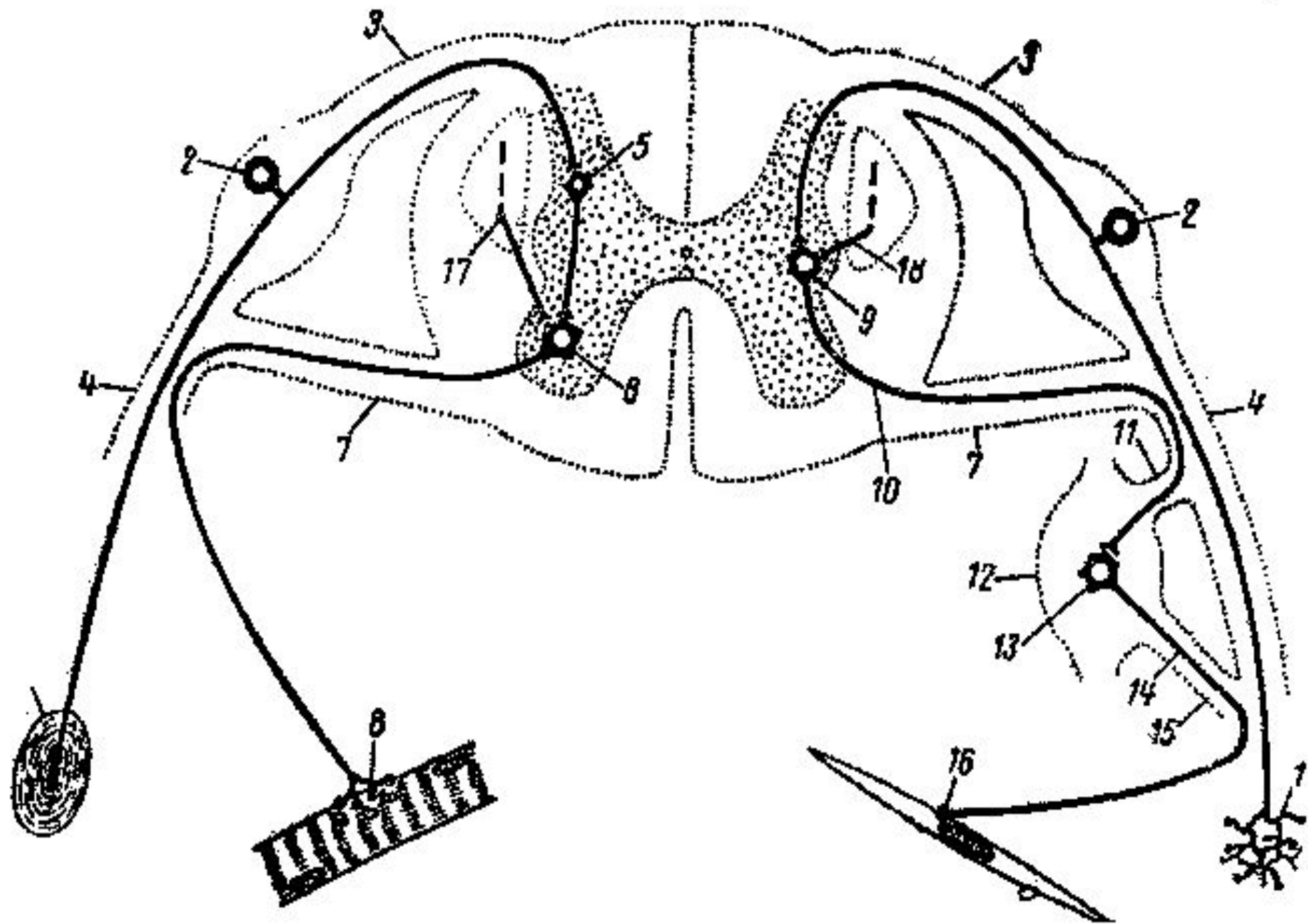
Рефлекторные дуги

В состав рефлекторной дуги
входят **три звена** :

а). рецепторное
(афферентное);

б). двигательное
(эффекторное);

в). ассоциативное
(вставочное)



Соматическая рефлексорная дуга

Рецепторное звено

Образовано афферентными псевдоуниполярными нейронами спинальных ганглиев или псевдоуниполярными нейронами чувствительных ганглиев головы, которые лежат по ходу некоторых черепномозговых нервов.

Соматическая рефлекторная дуга

Рецепторное звено

Дендриты этих клеток образуют чувствительные нервные окончания в коже или скелетной мускулатуре, а **аксоны** вступают в спинной мозг в составе задних корешков и направляются в задние рога его серого вещества, образуя синапсы на телах и дендритах вставочных нейронов. **В других случаях аксоны** рецепторных нейронов входят в состав задних канатиков спинного мозга и поднимаются до ядер продолговатого мозга.

Некоторые коллатерали аксонов псевдоуниполярных нейронов проходят (не образуя связей в задних рогах) непосредственно в передние рога, где оканчиваются на

Соматическая рефлекторная дуга

Ассоциативное звено

Представлено мультиполярными вставочными нейронами, дендриты и тела которых расположены в задних рогах спинного мозга либо в ядрах продолговатого мозга, а аксоны направляются в передние рога, передавая импульсы на тела и дендриты эффекторных нейронов либо к другим ассоциативным нейронам, в том числе, и в головной мозг.

Соматическая рефлекторная дуга

Эффекторное звено

Образовано мультиполярными мотонейронами, тела и дендриты которых лежат в передних рогах, а аксоны выходят из спинного мозга в составе передних корешков, направляются к спинальному ганглию и далее в составе смешанного нерва - к скелетной мышце, на волокнах которой их веточки образуют нервно-мышечные синапсы (моторные, или двигательные, бляшки).

Или тела мотонейронов находятся в ядрах соответствующих черепно-

Таким образом, с помощью трёхнейронной рефлекторной дуги (замыкающейся на уровне спинного мозга или ствола головного мозга) реализуется бессознательный двигательный рефлекс.

Благодаря восходящим и нисходящим связям нижних отделов ЦНС с корой больших полушарий, человек может воспринимать на уровне сознания полученное раздражение и осуществить произвольный двигательный акт.

Автономная (вегетативная) рефлекторная дуга

Симпатическая рефлекторная дуга

Включает:

- 1). Чувствительный нейрон – нейрон спинального ганглия.**
- 2). Вставочный нейрон – нейрон латерального ядра спинного мозга.**
- 3) Эффекторный нейрон может быть:**
 - а) паравертебральных ганглиев. Это соматическая часть симпатической рефлекторной дуги.**
 - б) превертебральных ганглиев. Это висцеральная часть симпатической рефлекторной дуги.**

Соматическая часть симпатической рефлекторной дуги

Начинается рецептором на конце дендрита чувствительного нейрона спинального ганглия. Затем возбуждение по аксону этого нейрона передаётся на вставочный нейрон латерального ядра боковых рогов спинного мозга. Аксоны этих нейронов идут в составе передних корешков спинного мозга, а затем отделяются в виде белых соединительных ветвей заходят в паравертебральный ганглий и передают возбуждение через Н-рецепторы на ганглионарные клетки.

Аксоны этих клеток формируют безмиелиновые постганглионарные волокна, которые в виде серых соединительных ветвей возвращаются к спинномозговым нервам и идут к иннервируемому органу.

Заключивается дуга рефлекса на блуждающем нерве IX

Висцеральная часть симпатической рефлекторной дуги

В данном случае аксон нейронов латерального ядра спинного мозга проходит транзитом через паравертебральный ганглий, а затем образует синапсы на нейронах превертебральных ганглиев, а их аксоны в свою очередь, отправляются к иннервируемым органам.

Парасимпатическая рефлекторная дуга

Входят:

1). Чувствительный нейрон:

а). в спинальном ганглии;

б). в ганглиях 3, 7, 9 и 10 пар черепно-мозговых нервов;

в). в составе парасимпатических ганглиев – клетки Догеля II типа.

Парасимпатическая рефлекторная дуга

- 2) Вставочный нейрон – нейрон ядер боковых рогов спинного мозга.**
- 3). Эффекторный нейрон – нейрон клеток Догеля I типа, в составе пара- или интраорганных ганглиев (в стенках полых органов эти ганглии входят в состав подслизистого и мышечного нервных сплетений).**

Парасимпатическая рефлекторная дуга

Начинается рецепторами на конце дендритов нейронов, например, спинального ганглия. Аксон этих клеток входит в спинной мозг и образует синапсы с нейронами латеральных ядер боковых рогов спинного мозга. Аксоны клеток латерального ядра образуют преганглионарные нервные волокна, которые транзитом проходят через пара- и превертебральные ганглии и направляются в пара- или интраорганные ганглии, где образуют синапсы с клетками Догеля I типа. Аксоны клеток Догеля I типа образуют постганглионарные волокна,

Метасимпатический отдел вегетативной нервной системы

Иннервирует только полые органы, имеющие собственную моторную функцию (желудочно-кишечный тракт, воздухоносные пути, сердце, желчный пузырь, мочеточники, мочевой пузырь, матка, яйцеводы). Под влиянием этой системы находятся гладкая мускулатура, локальный кровоток, местные эндокринные элементы, всасывающий и секреторный эпителий.

Метасимпатическая рефлекторная дуга

В состав дуги входят:

- 1). Чувствительный нейрон – клетки Догеля II типа.**
- 2). Двигательный нейрон – клетки Догеля I типа.**

Дендриты клеток Догеля II типа формируют рецепторы в стенке органа.

Аксон клеток Догеля I типа образует нервное волокно, заканчивающееся нервным эффекторным окончанием на рабочих структурах этого органа

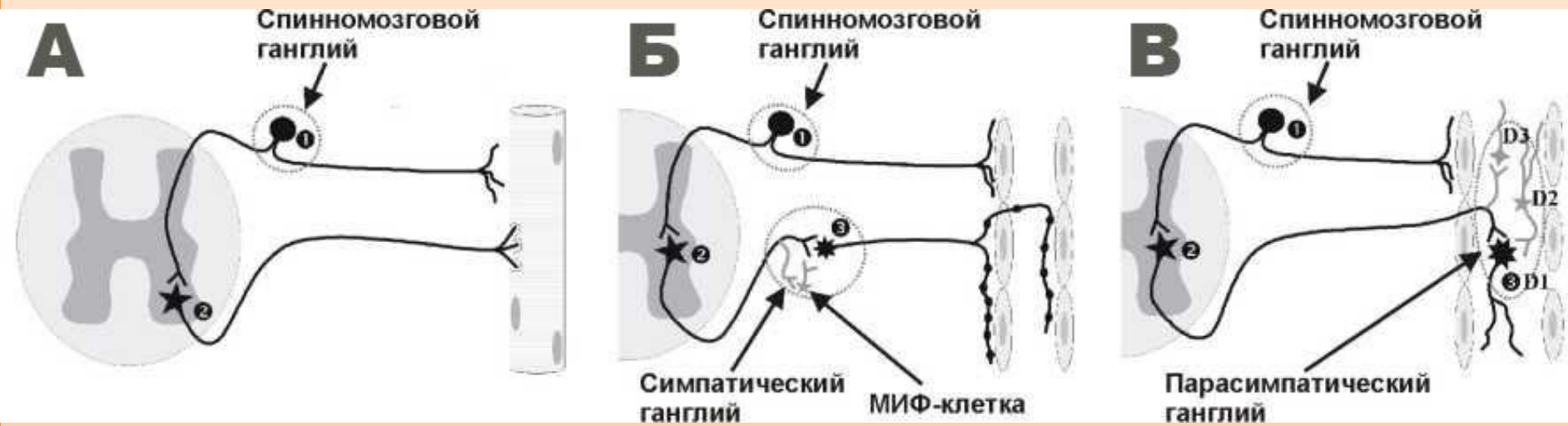
Нервные узлы (ганглии)

**Нервные узлы (ганглии) –
скопления нейронов вне
ЦНС.**

Нервные узлы (ганглии)

- **Нервные узлы (ганглии)**
 - **Чувствительные (сенсорные)**
 - **Автономные (вегетативные)**

Нервные узлы (ганглии)



Чувствительные (сенсорные) нервные узлы

- 1. Спинномозговые
(спинальные) узлы.**
- 2. Нервные узлы черепно-
мозговых нервов (V, VII, VIII,
IX, X пары).**

Чувствительные (сенсорные) узлы

Спинномозговые (спинальные)

УЗЛЫ



Спинномозговые (спинальные) узлы

Располагаются в межпозвоночных отверстиях по ходу задних корешков спинного мозга.

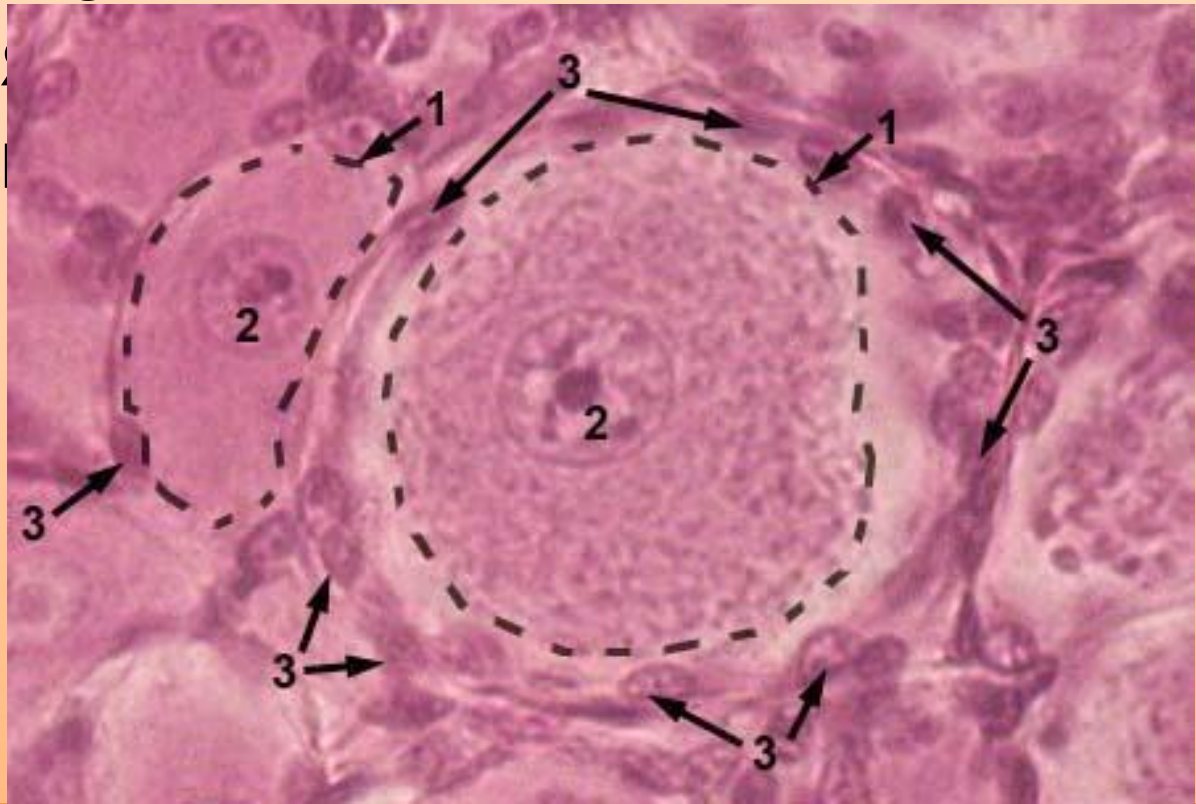
Имеют веретеновидную форму и покрыты капсулой из плотной волокнистой неоформленной соединительной ткани, от которой внутрь узла отходят тонкие соединительнотканые трабекулы, содержащие кровеносные сосуды

Спинномозговые (спинальные) узлы

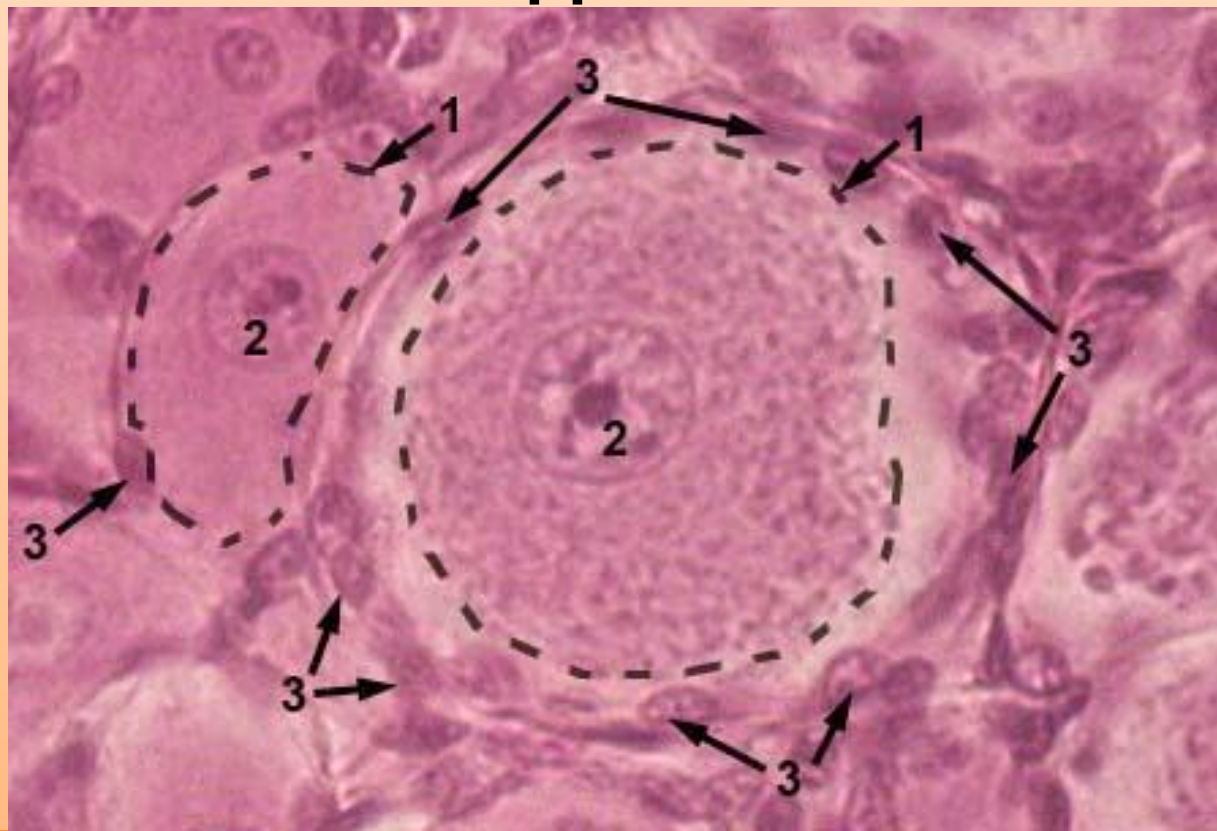
Содержат тела чувствительных нейронов, передающих информацию от периферических рецепторов в ЦНС.

Нейроны ганглия **псевдоуниполярного типа** располагаются под капсулой, а их отростки локализуются преимущественно в центре узла.

Псевдоуниполярные нейроны характеризуются сферическим телом и светлым ядрышком



**Каждый нейрон окружен слоем
уплощенных клеток олигодендроглии
(мантийными глиоцитами, или клетками-
спутеллитами) с мелкими округлыми
ядрами. Снаружи от глиальной оболочки
имеется тонкая соединительнотканная.**



От тела псевдоуниполярного нейрона отходит отросток, разделяющийся Т-образно на **афферентную (дендритную) и эфферентную (аксональную) ветви.** **Афферентная ветвь** заканчивается на периферии рецепторами, **эфферентная** в составе заднего корешка вступает в спинной мозг.

Автономные (вегетативные) узлы

Симпатического отдела

Парасимпатического и метасимпатического отделов

Паравертебральные

Превертебральные

Находятся в интрамуральных нервных сплетениях или располагаются параорганно

Располагаются вдоль позвоночника

Расположены по ходу предпозвоночных нервных сплетений, находящихся на аорте, в грудной, брюшной и тазовой

Симпатические нервные узлы (пара- и превертебральные)

Снаружи покрыты соединительнотканной капсулой, от которой внутрь отходят прослойки соединительной ткани. Нейроны располагаются диффузно либо образуют группы. Мультиполярные нейроны окружены олигодендроцитами, лежащими на мембране, к которой прилежат прослойки соединительной ткани.

Симпатические нервные узлы (пара- и превертебральные)

В составе ганглиев, помимо, основных нейронов, имеются **мелкие МИФ-нейроны**, блокирующие передачу нервных импульсов с преганглионарных нервных волокон на нейроны ганглия.

Цитоплазма этих клеток обладает интенсивной флюоресценцией в ультрафиолетовых лучах и содержит гранулы - мелкие интенсивно флюоресцирующие (МИФ-), или мелкие гранулосодержащие (МГС-) клетки. Они характеризуются темными ядрами и

Симпатические нервные узлы (пара- и превертебральные)

**Получают преганглионарные
волокна от клеток,
расположенных в
вегетативных ядрах грудных и
поясничных сегментов
спинного мозга.**

Парасимпатические ганглии

Имеют строение аналогичное ганглиям симпатической системы. Отличаются лишь клеточным составом.

Получают преганглионарные волокна от клеток, расположенных в вегетативных ядрах продолговатого и среднего мозга, а также крестцового отдела спинного мозга. Эти волокна покидают ЦНС в составе III, VII, IX и X пар черепномозговых нервов и передних корешков крестцовых сегментов спинного мозга.

Клеточный состав парасимпатического ганглия

Клетки Догеля I типа (длинноаксонные эфферентные нейроны)

Крупные или средних размеров эфферентные нейроны с короткими дендритами и длинным аксоном, направляющимся за пределы узла к рабочему органу, на клетках которого он образует двигательные или секреторные окончания.

Клеточный состав парасимпатического ганглия

Клетки Догеля II типа (равноотростчатые афферентные нейроны)

Содержат длинные дендриты и аксон, уходящий за пределы данного ганглия в соседние и образующий синапсы на клетках I и III типов. Эти клетки входят в качестве рецепторного звена в состав местных рефлексорных дуг, которые замыкаются без захода нервного

Клеточный состав парасимпатического ганглия

Клетки Догеля III типа (ассоциативные клетки)

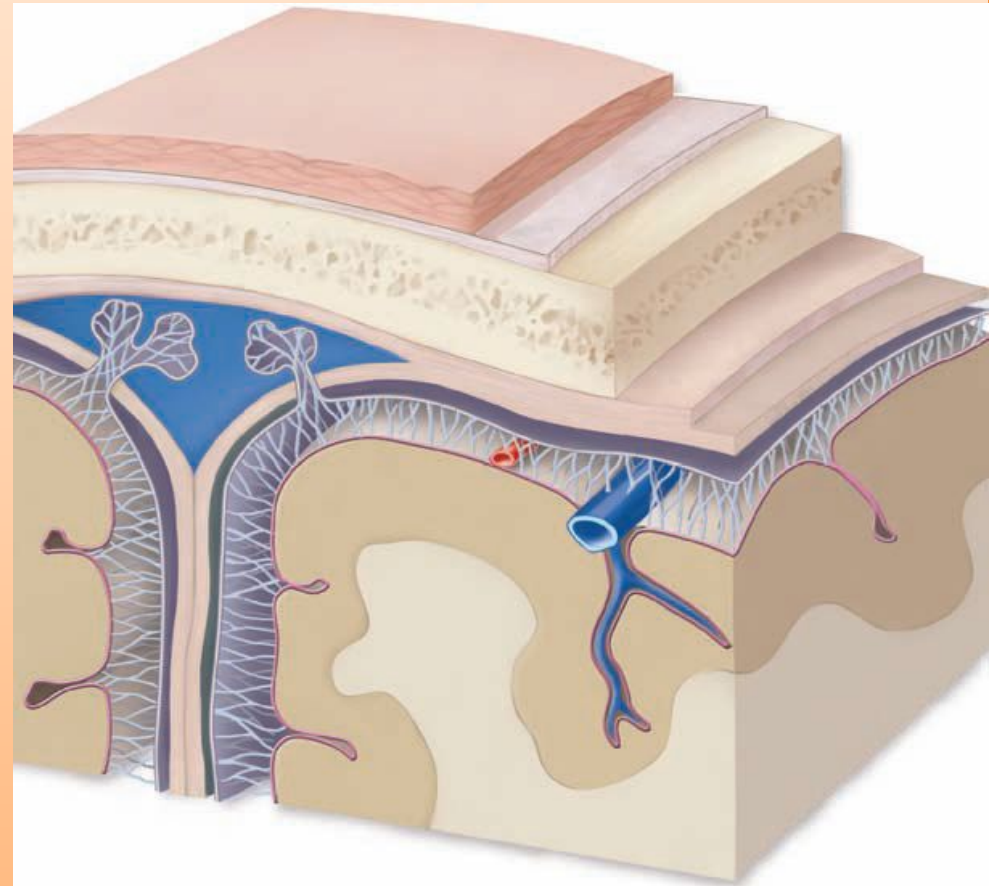
Местные вставочные нейроны, соединяющие своими отростками несколько клеток I и II типов, морфологически сходные с клетками Догеля II типа. Дендриты этих клеток не выходят за пределы узла, а аксоны направляются в другие узлы, образуя синапсы на клетках I типа.

Большинство внутренних органов имеет двойную вегетативную иннервацию, т.е. получает постганглионарные волокна от клеток, расположенных как в симпатических, так и в парасимпатических узлах. Реакции, опосредуемые клетками симпатических и парасимпатических узлов, часто

СПИННОЙ МОЗГ

Оболочки спинного мозга

Покрыт тремя оболочками: мягкой, паутинной и твёрдой.



СПИННОЙ МОЗГ

Оболочки спинного мозга

Твёрдая мозговая оболочка образована плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью, в наружном слое которой локализуются крупные венозные пазухи (синусы).

СПИННОЙ МОЗГ

Оболочки спинного мозга

Паутинная мозговая оболочка состоит из:

- 1). Однослойного плоского нейроглиального эпителия.
- 2). Фибробластоподобных клеток-менингоцитов (5-8 слоёв).
- 3). Трабекул (образованных отростками менингоцитов и коллагеновых волокон), которые формируют паутинный слой с кровеносными сосудами.

СПИННОЙ МОЗГ

Оболочки спинного мозга

Мягкая мозговая оболочка образована рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью, содержащей большое количество сосудов и нервных волокон. Её поверхность выстлана менинготелием.

СПИННОЙ МОЗГ

Оболочки спинного мозга

Между твёрдой и паутинной оболочками расположено субдуральное пространство, а между паутинной и мягкой оболочкой – субарахноидальное пространство.

СПИННОЙ МОЗГ

Состоит из двух симметричных половин, разделенных спереди срединной щелью, сзади - срединной бороздой. Характеризуется сегментарным строением. В спинном мозге различают серое вещество, расположенное в его центральной части, и белое вещество, лежащее по периферии.



СПИННОЙ МОЗГ

Серое вещество на поперечном срезе имеет вид бабочки и включает парные передние (вентральные), задние (дорсальные) и боковые (латеральные) рога. Рога серого вещества обеих симметричных частей спинного мозга связаны друг с другом в области **центральной серой комиссуры**.



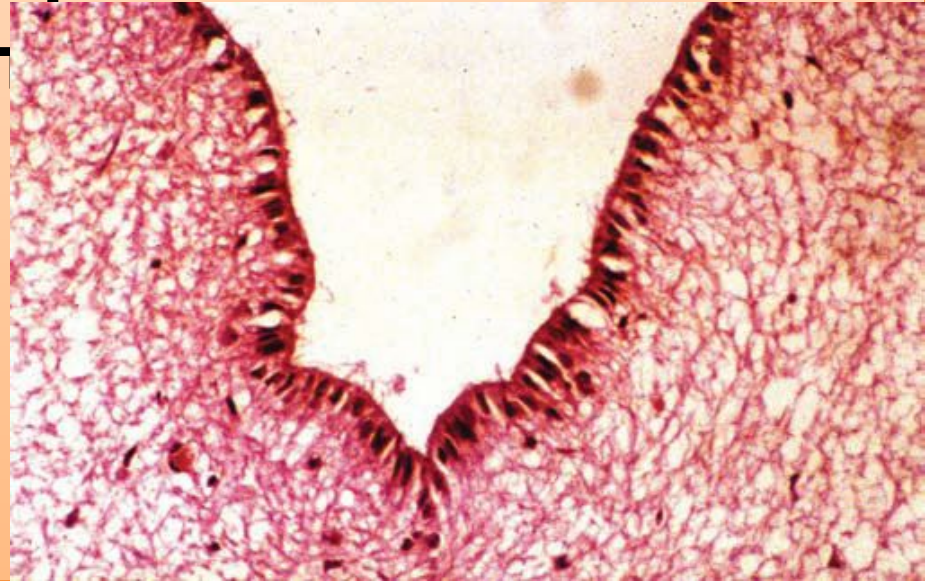
СПИННОЙ МОЗГ

Белое вещество
спинного мозга
окружает серое и
разделяется
передними и задними
корешками на
симметричные
дорсальные,
латеральные и
вентральные
канатики.



СПИННОЙ МОЗГ

Центральный (спинномозговой) канал проходит в центре серого вещества в центральной серой комиссуре (спайке). Он заполнен спинномозговой жидкостью (СМЖ) и выстлан одним слоем кубических или призматических клеток **эпендимы**, апикальная поверхность которых покрыта микроворсинками и (част



СПИННОЙ МОЗГ

Серое вещество

Состоит из тел нейронов, которые образуют морфофункциональные группы нейронов – **ядра спинного мозга.**

Между телами нейронов находится **нейропиль - сеть, образованная нервными волокнами и отростками глиальных**

Белое вещество

Состоит из нервных волокон, пучки которых входят в состав **проводящей системы спинного мозга.**

А также из **нейроглиальных клеток всех типов.**

Цитоархитектоника спинного мозга

В зависимости от топографии аксонов нейроны спинного мозга подразделяются на:

- 1) корешковые нейроны, аксоны которых образуют передние корешки;**
- 2) внутренние нейроны, аксоны которых образуют синапсы внутри серого вещества спинного мозга;**
- 3) пучковые нейроны, аксоны которых образуют пучки волокон в белом веществе спинного мозга в составе проводящих**

Основные ядра спинного мозга

В задних рогах	В боковых рогах	В передних рогах
Губчатый слой	Медиальное ядро	Моторные (двигательные) ядра
Желатинозное вещество	Латеральное ядро	
Собственное ядро заднего рога		

Проводящие пути спинного мозга

Проприоспинальные проводящие пути

Собственные проводящие пути спинного мозга - образованы аксонами вставочных нейронов, которые осуществляют связь между его различными отделами.

Супраспинальные проводящие пути

Обеспечивают связь спинного мозга со структурами головного мозга. Включают восходящие спинно-церебральные и нисходящие церебро-спинальные тракты.

Задние рога спинного мозга

Образованы мультиполярными вставочными нейронами мелких и средних размеров, на которых оканчиваются аксоны псевдоуниполярных клеток спинальных ганглиев, несущие разнообразную информацию от рецепторов, а также волокна нисходящих путей из лежащих выше (супраспинальных) центров.

Задние рога спинного мозга

Аксоны вставочных нейронов:

а) оканчиваются в сером веществе спинного мозга на мотонейронах, лежащих в передних рогах;

б) образуют межсегментарные связи в пределах серого вещества спинного мозга; в) выходят в белое вещество спинного мозга, где образуют восходящие и нисходящие проводящие пути (тракты);

Боковые рога спинного мозга

Содержат ядра, образованные телами вставочных нейронов, которые относятся к симпатическому и парасимпатическому отделам вегетативной нервной системы.

Боковые рога спинного мозга

На дендритах и телах этих клеток оканчиваются аксоны:

а) псевдоуниполярных нейронов, несущих импульсы от рецепторов, расположенных во внутренних органах;

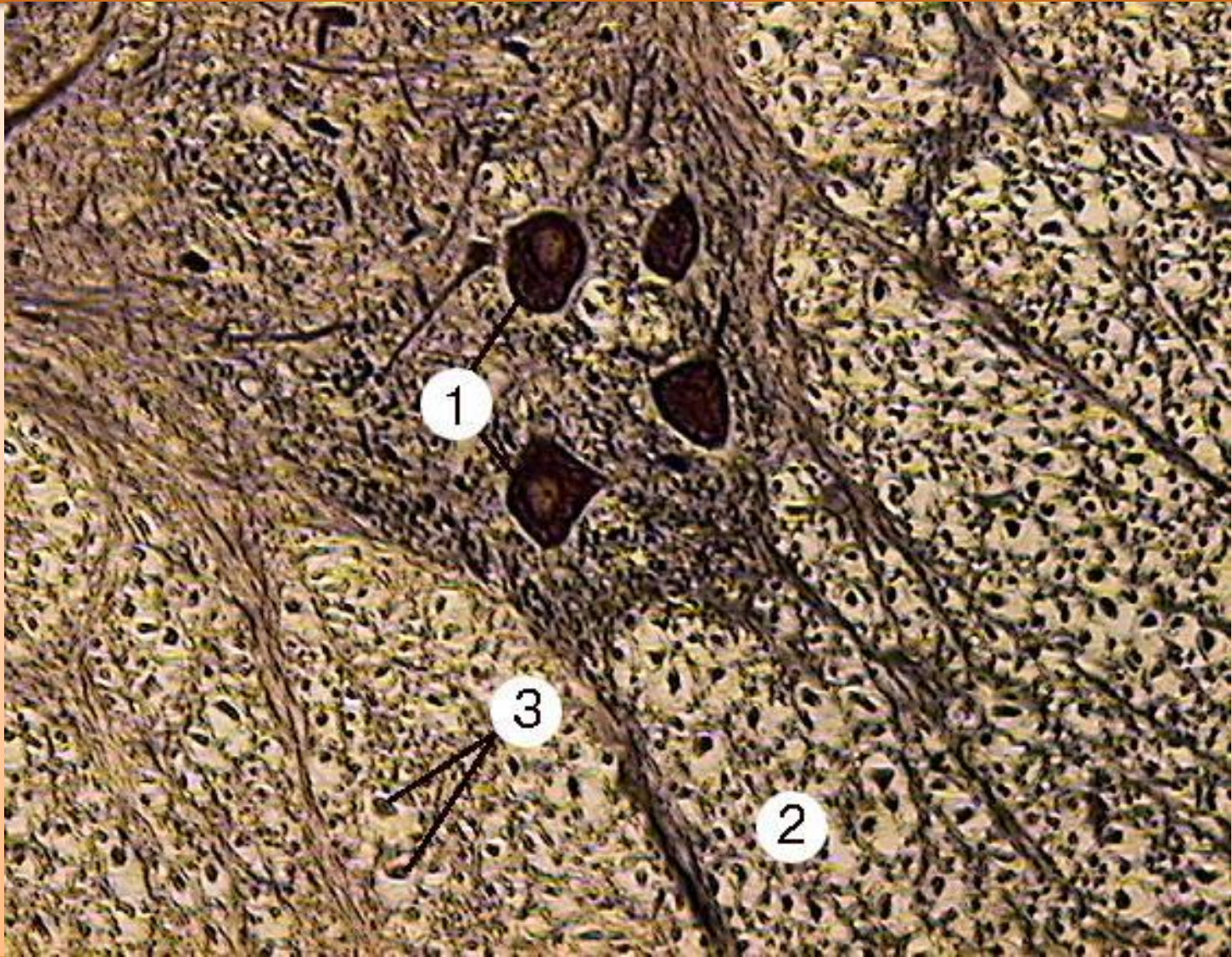
б) нейронов центров регуляции вегетативных функций, тела которых находятся в продолговатом мозге. Аксоны вегетативных нейронов, выходя из спинного мозга в составе передних корешков, образуют преганглионарные волокна, направляющиеся к симпатическим и парасимпатическим узлам.

Передние рога спинного мозга

Содержат мультиполярные двигательные клетки (мотонейроны) общим числом около 2-3 млн. Мотонейроны объединены в ядра.

Различают крупные (диаметр тела 35-70 мкм) альфа-мотонейроны и рассеянные среди них более мелкие (15-35 мкм) гамма-

Передние рога спинного мозга



Передние рога спинного мозга

На мотонейронах оканчиваются:

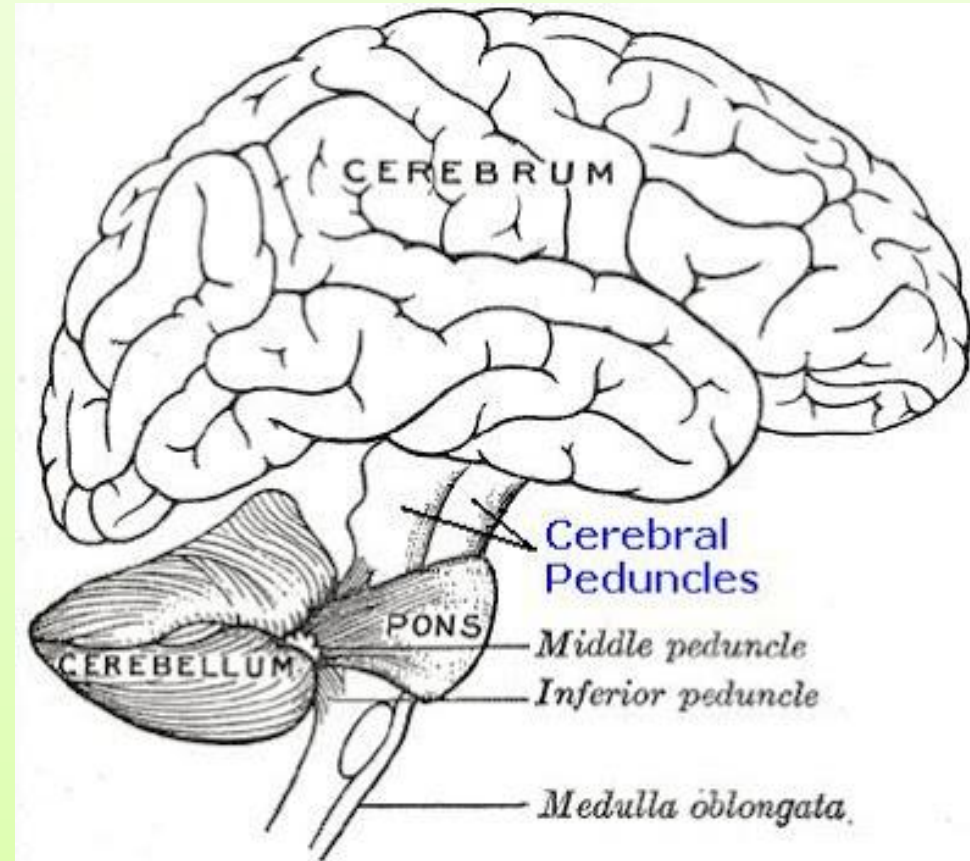
- а) коллатерали аксонов псевдоуниполярных клеток спинальных узлов, образующие с ними двухнейронные (моносинаптические) рефлекторные дуги;**
- б) аксоны вставочных нейронов, тела которых лежат в задних рогах спинного мозга;**
- в) аксоны клеток Реншоу, образующие тормозные аксо-соматические синапсы;**
- г) волокна нисходящих путей пирамидной и экстрапирамидной систем, несущие импульсы из коры большого мозга и ядер ствола мозга.**

МОЗЖЕЧОК. КОРА ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА.

**доцент кафедры гистологии, цитологии и
эмбриологии, к.б.н. Е.В. Блинова**

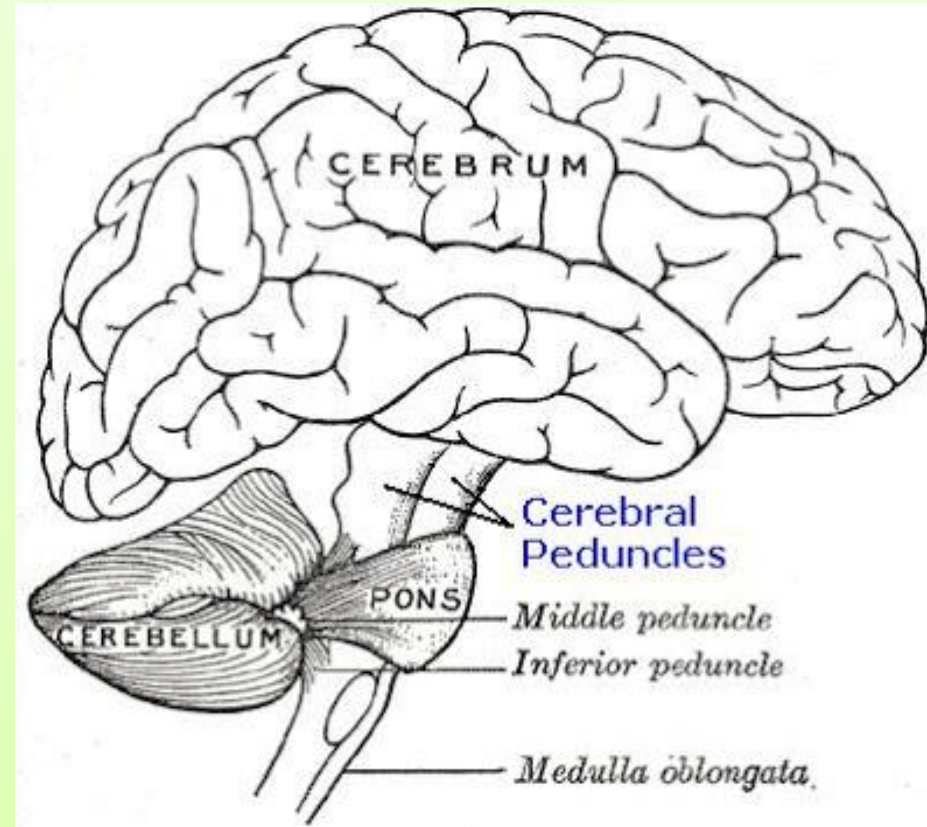
МОЗЖЕЧОК

Располагается
под
затылочными
путями
полушарий
большого мозга,
дорсально от
моста и
продолговатого



МОЗЖЕЧОК

Анатомически
делится на два
полушария и
продольную
часть,
расположенную
между ними
(червячная
область)



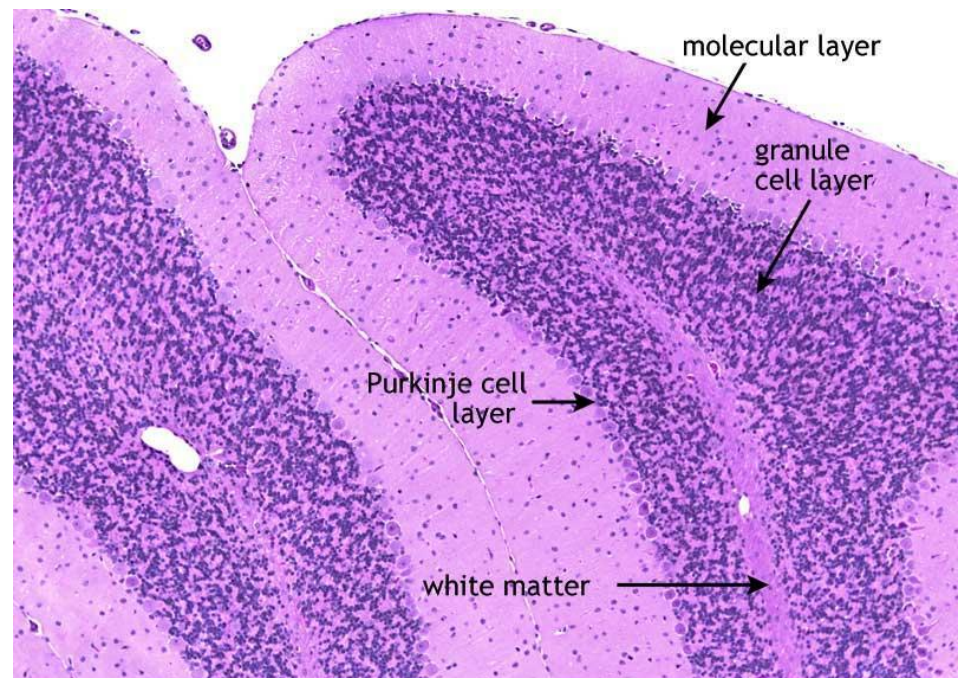
ФУНКЦИИ МОЗЖЕЧКА

- 1). Центральный орган равновесия, рефлекторной (автоматической) координации движений и регуляции мышечного тонуса.**
- 2). Кора мозжечка участвует в высших интегративных процессах, обеспечивая организацию восприятия, внимания, долгосрочной памяти, речевой и когнитивной деятельности.**

СТРОЕНИЕ МОЗЖЕЧКА



Окраска: импрегнация азотнокислым серебром



© Deltagen Inc.

Окраска: гематоксилин-эозин

СТРОЕНИЕ МОЗЖЕЧКА

Мозжечок состоит из серого (коры) и белого вещества. В глубине белого вещества лежат несколько пар подкорковых ядер.

На поверхности мозжечка много извилин и бороздок, которые значительно увеличивают ее площадь (у взрослых людей $975—1500 \text{ см}^2$).

Борозды и извилины создают на разрезе характерную для мозжечка картину 'древа

СТРОЕНИЕ МОЗЖЕЧКА

Кора мозжечка образована тремя
слоями



Молекулярный
слой



Ганглионарный
слой



Зернистый
слой

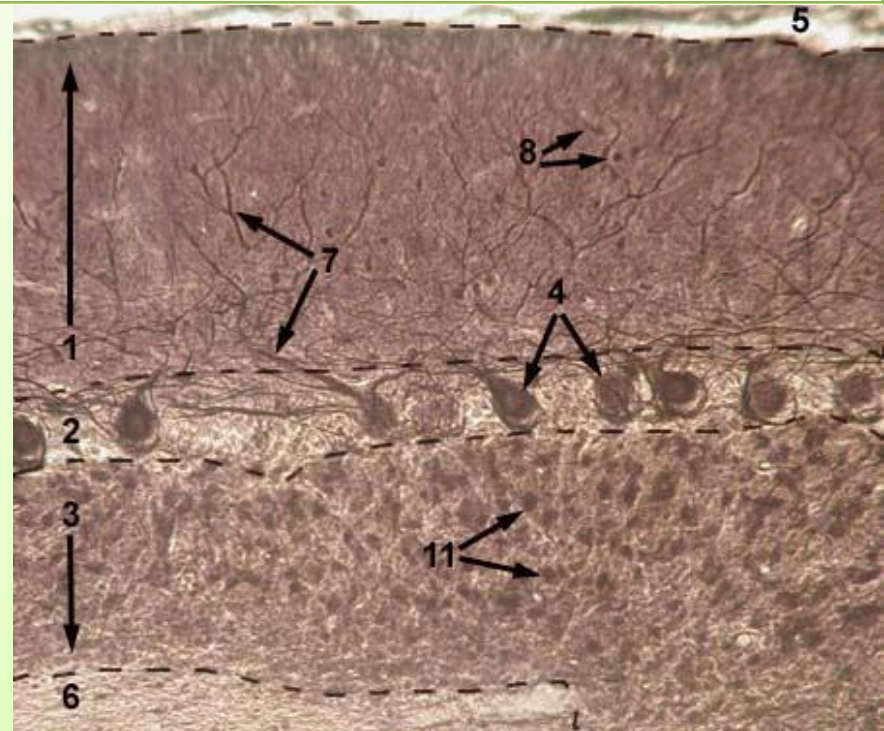
СТРОЕНИЕ МОЗЖЕЧКА

В состав слоёв входят **различные типы клеток**, образующие многочисленные тормозные и возбуждающие синапсы между собой и с **афферентными волокнами**, входящими в мозжечок.

Ганглионарный слой

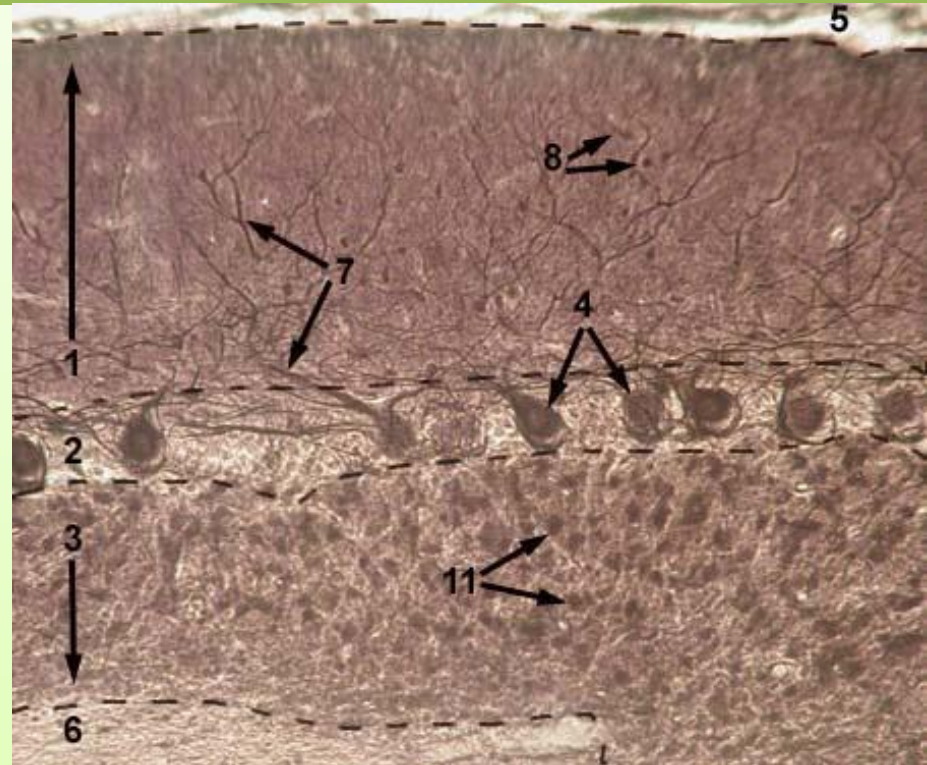
Содержит лежащие в один ряд тела **грушевидных нейронов** (*neuronum piriforme*, **клетки Пуркинье**).

Это крупные клетки с телом грушевидной формы, содержащим хорошо развитые органеллы.



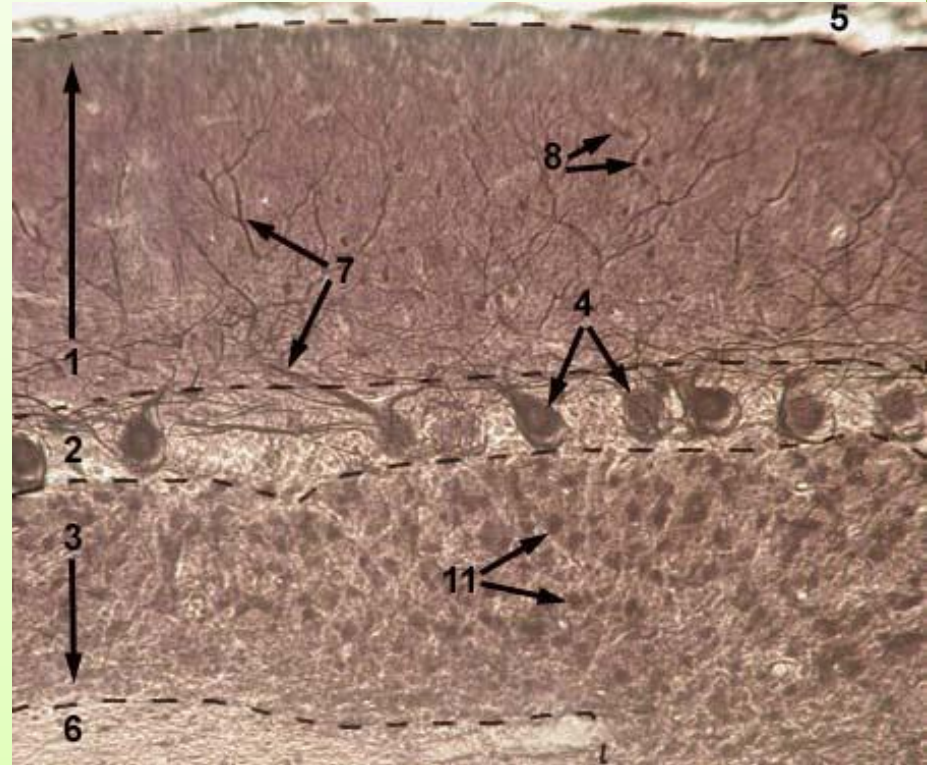
Ганглионарный слой

От крупного грушевидного тела этих клеток в молекулярный слой отходят 2-3 дендрита, которые пронизывают всю толщу молекулярного слоя, в одной плоскости перпендикулярно



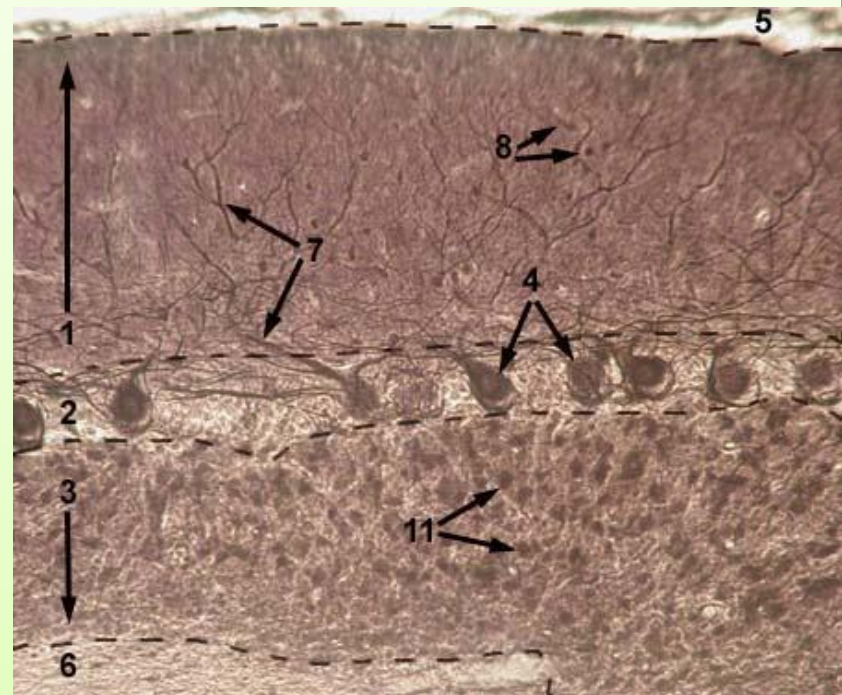
Ганглионарный слой

От основания тел этих клеток отходят аксоны, которые проходят через зернистый слой в белое вещество и заканчиваются на клетках ядер



Ганглионарный слой

На уровне зернистого слоя аксоны даёт коллатерали к соседним грушевидным клеткам, образуя тормозные синапсы на телах соседних клеток Пуркинье и клеток Гольджи.



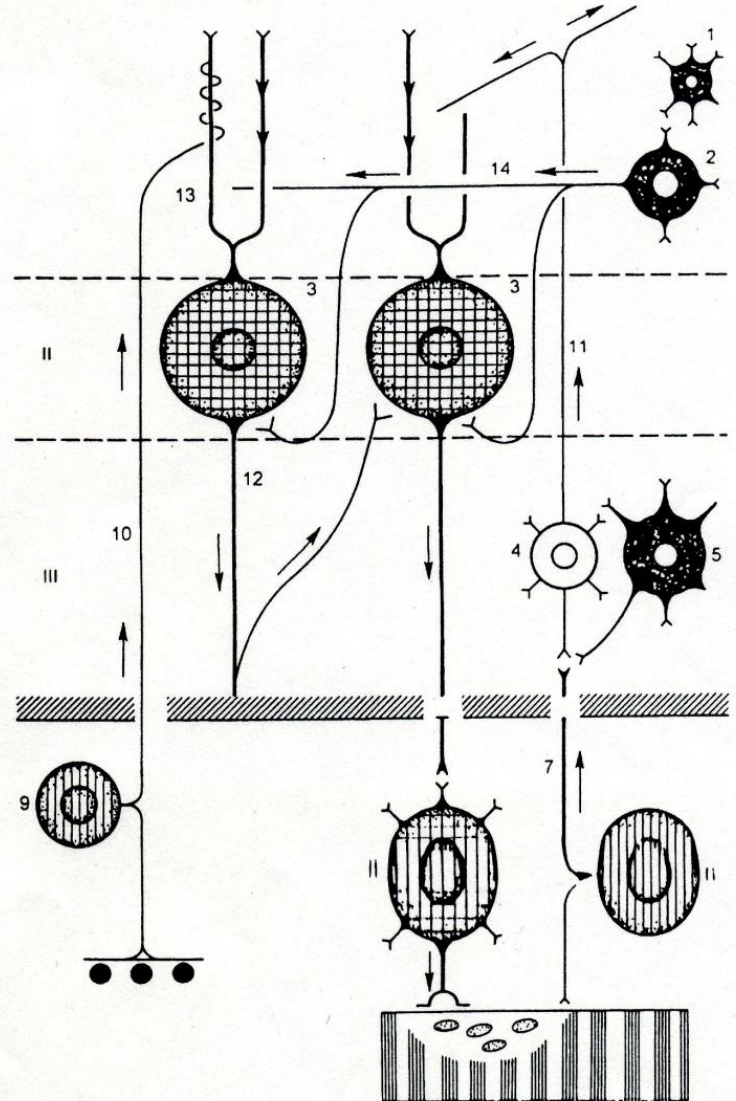
Ганглионарный слой

Грушевидные нейроны завершают созревание к 18-20 годам.

Количество грушевидных нейронов снижается при старении - на 20-40% к 70-90 годам (по сравнению с их числом у 40-50-летних).

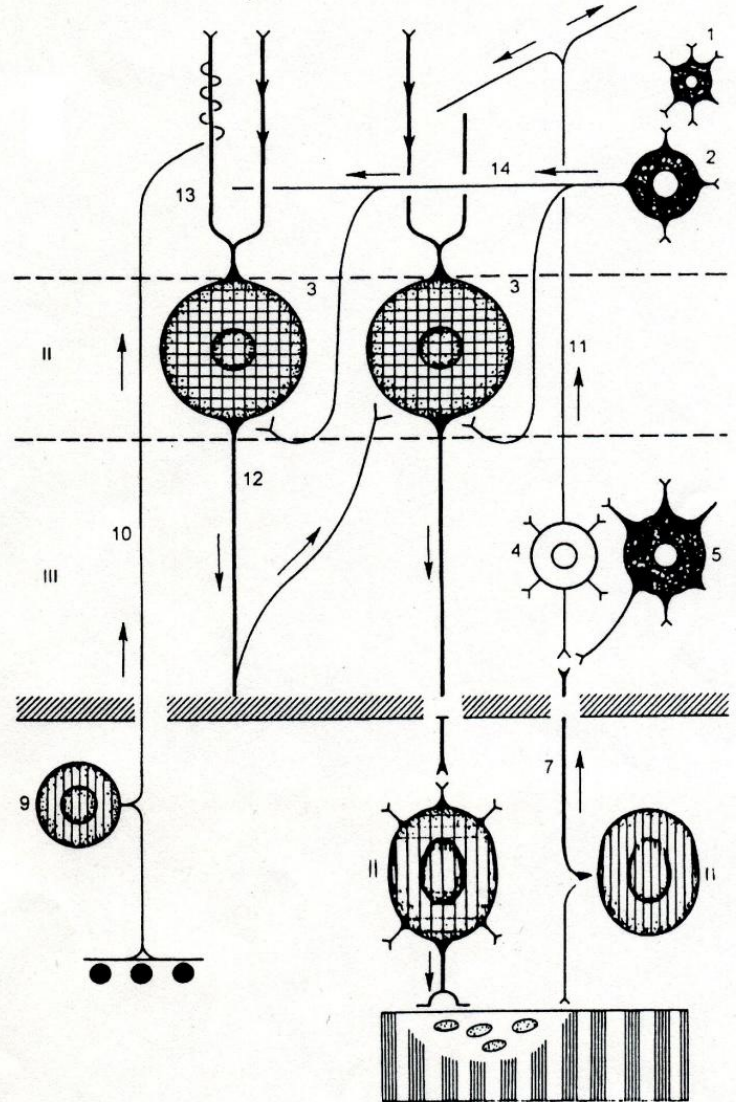
Молекулярный слой

Содержит тела корзинчатых и звёздчатых клеток (коротко- и длинноаксонных).



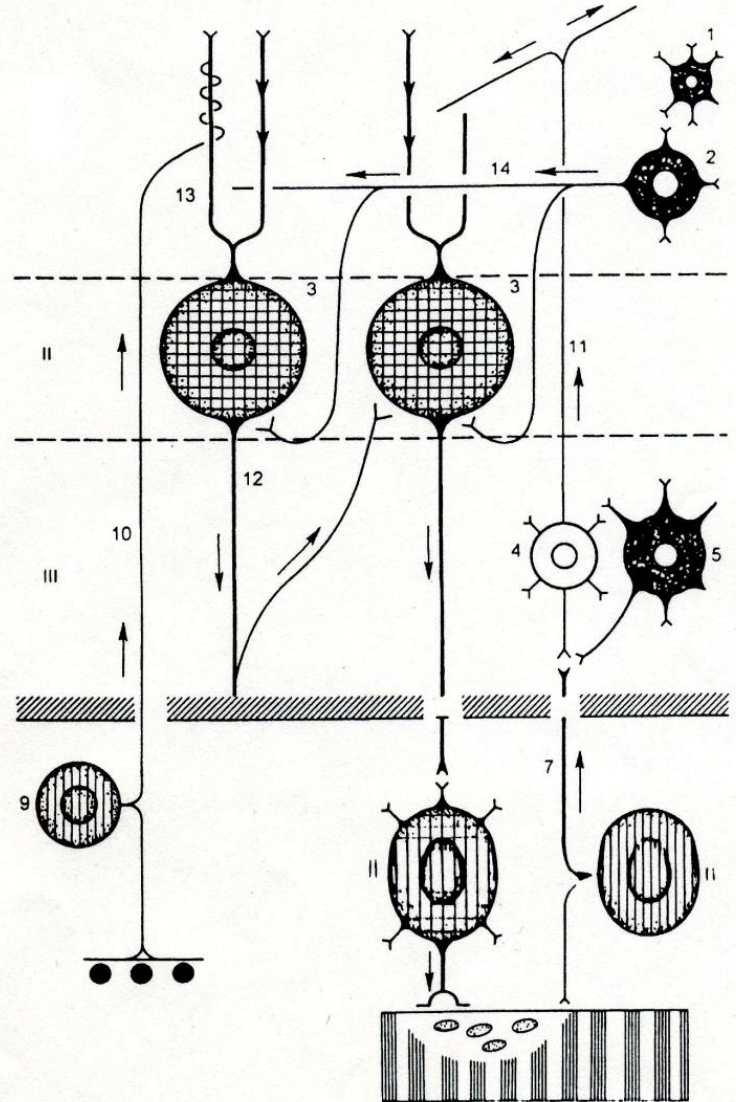
Молекулярный слой

Корзинчатые нейроны находятся в нижней трети молекулярного слоя. Это неправильной формы мелкие клетки размером около 10—20 мкм.



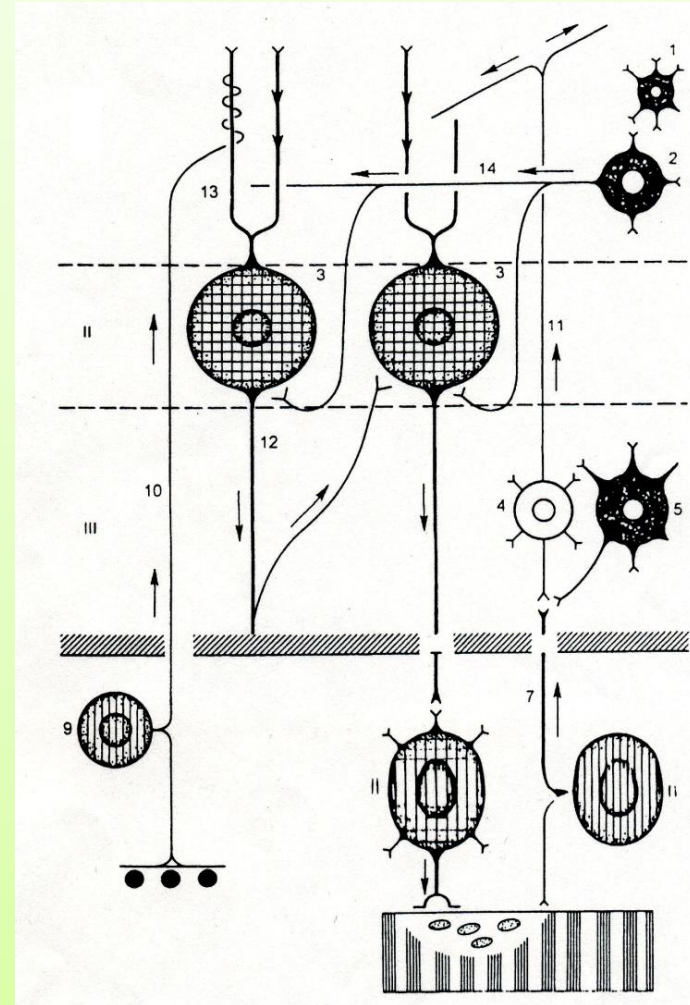
Молекулярный слой

Тонкие длинные дендриты корзинчатых нейронов ветвятся в плоскости, расположенной поперечно к извилине.



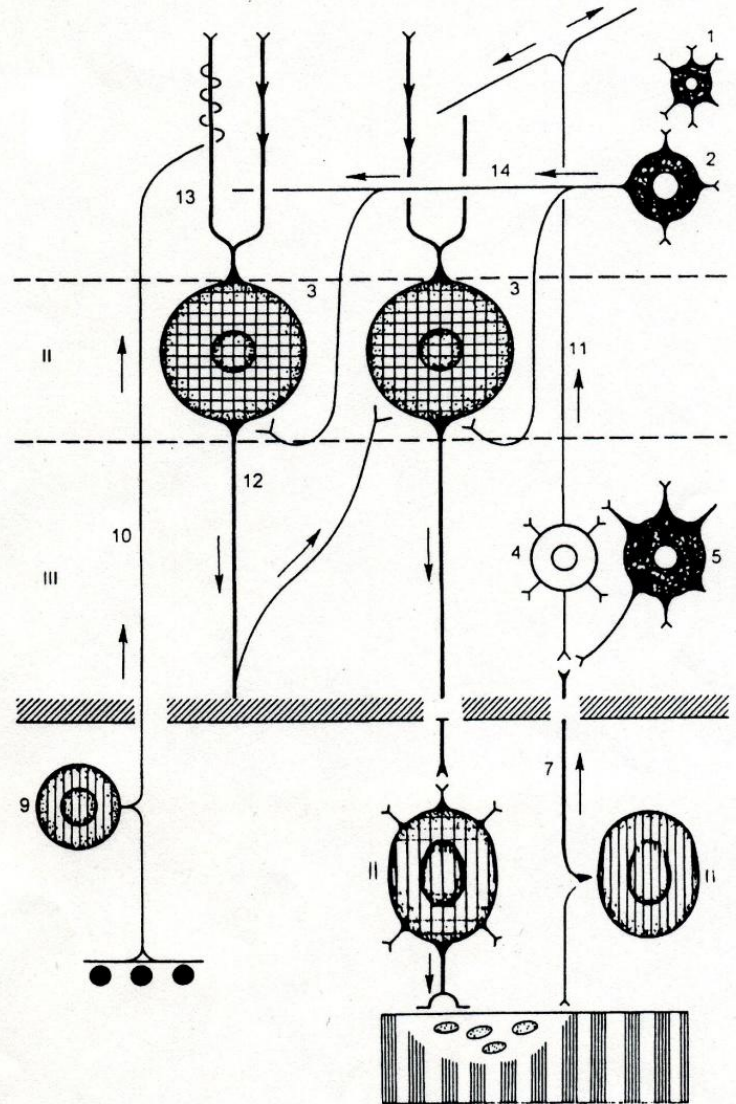
Молекулярный слой

Длинные нейриты клеток идут поперёк извилины. Они отдают коллатерали, спускающиеся к телам грушевидных нейронов, и совместно с другими волокнами, густо оплетая грушевидные нейроны, формируют на них характерную структуру **корзинок нервных волокон** (*corbis neurofibrarum*) – аксо-соматические синапсы (вызывающие торможение грушевидных нейронов)



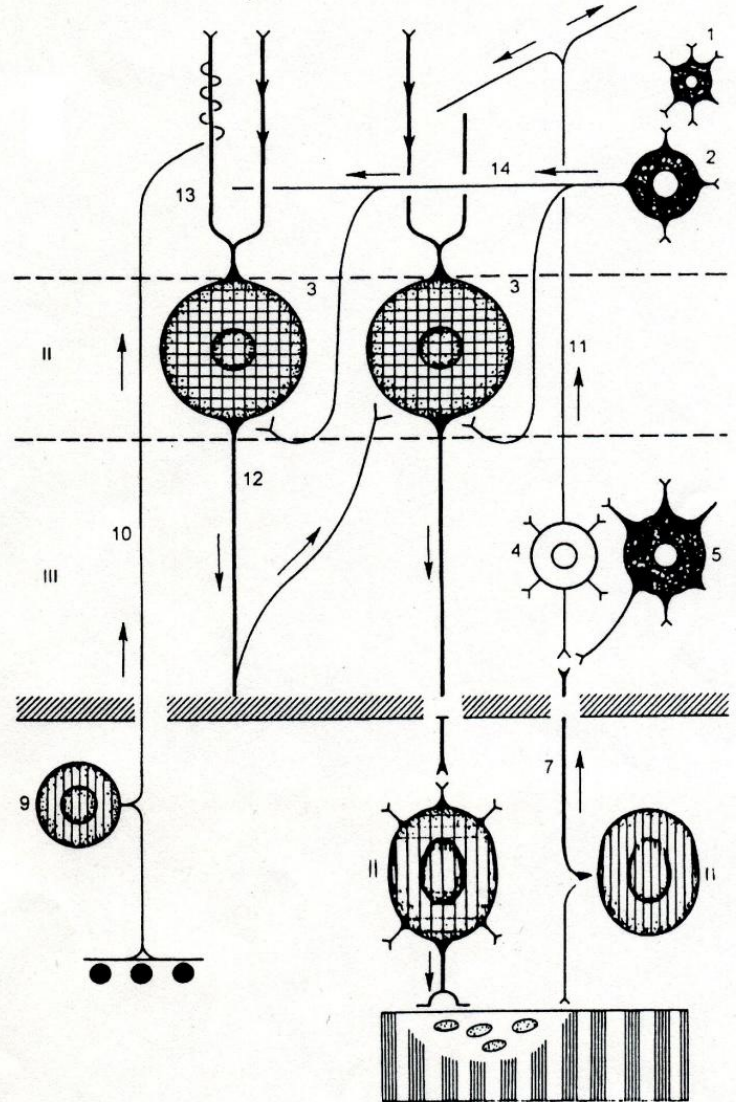
Молекулярный слой

Звёздчатые нейроны (neuronum stellatum) лежат выше корзинчатых и бывают двух типов: мелкие звёздчатые нейроны и крупные звёздчатые нейроны.



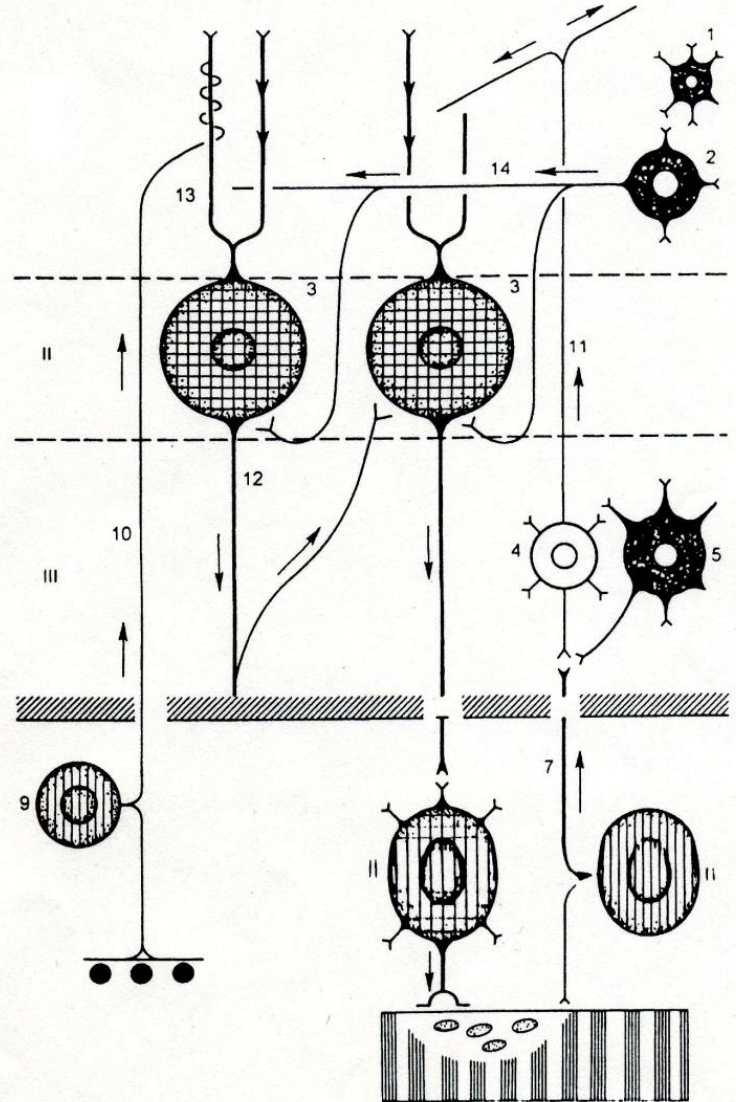
Молекулярный слой

**Дендриты
крупных
звёздчатых
нейронов
ветвятся в
молекулярном
слое, а аксоны
входят в состав**



Молекулярный слой

Дендриты и аксоны мелких звёздчатых клеток образуют синапсы на дендритах



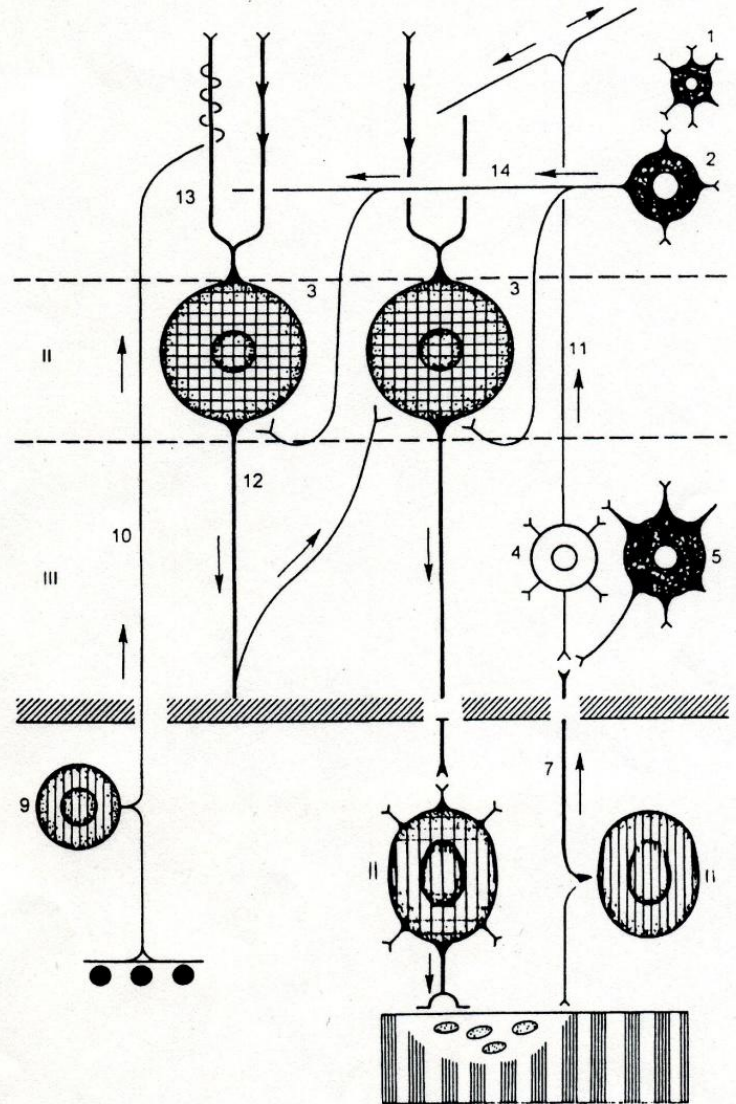
Зернистый слой

Включает:

- 1). Зерновидные нейроны, или клетки-зерна (*neuronum granuloformis*).**
- 2). Тормозные большие звездчатые нейроны (*neuronum stellatum magnum*) с короткими и длинными нейритами.**
- 3). Веретеновидные горизонтальные клетки (*neuronum fusiformie horizontale*).**

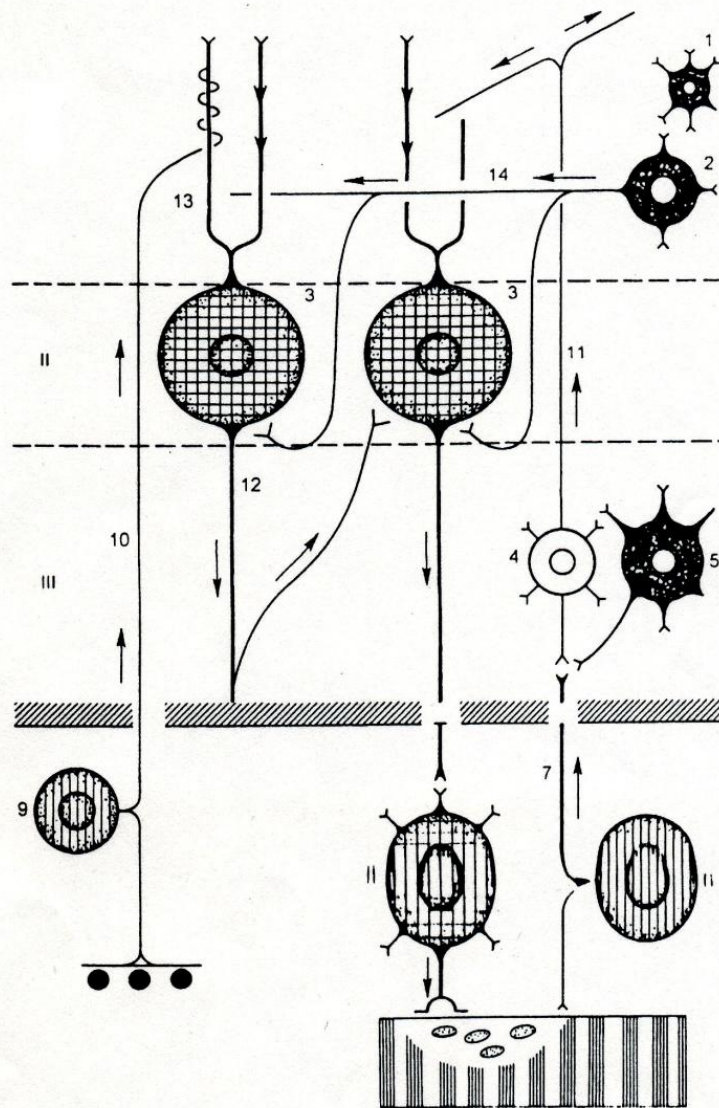
Зернистый слой

Зерновидные нейроны, или клетки-зёрна имеют небольшой объем (5—8 мкм в диаметре), бедный цитоплазмой перикарион с



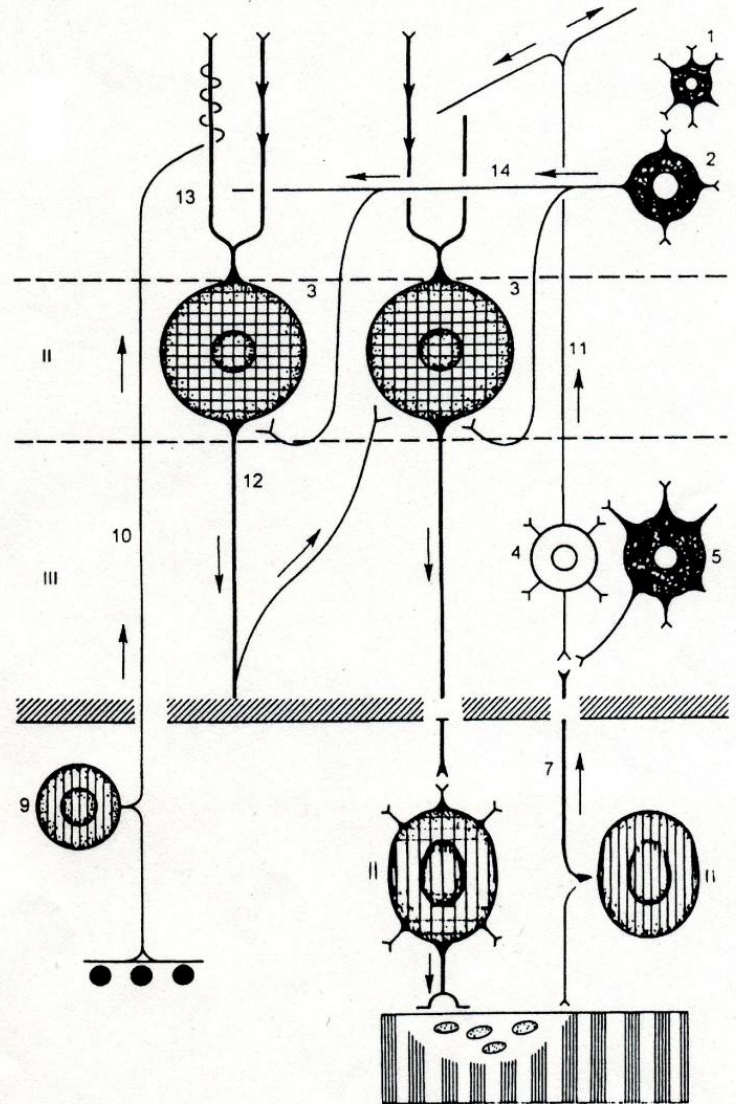
Зернистый слой

Клетка имеет **3—4 коротких дендрита**, заканчивающихся в этом же слое конечными ветвлениями в виде лапки птицы. Вступая в синаптическую связь с окончаниями приходящих в мозжечок моховидных волокон, дендриты клеток зёрен образуют характерные структуры - *клубочки мозжечка* (*glomerulus cerebellaris*)



Зернистый слой

Нейриты клеток-зерён проходят в молекулярный слой и в нем Т-образно делятся на две ветви, ориентированные параллельно поверхности коры вдоль извилин мозжечка. Преодолевая большие расстояния, эти параллельные волокна пересекают ветвления дендритов многих грушевидных клеток и образуют с ними и



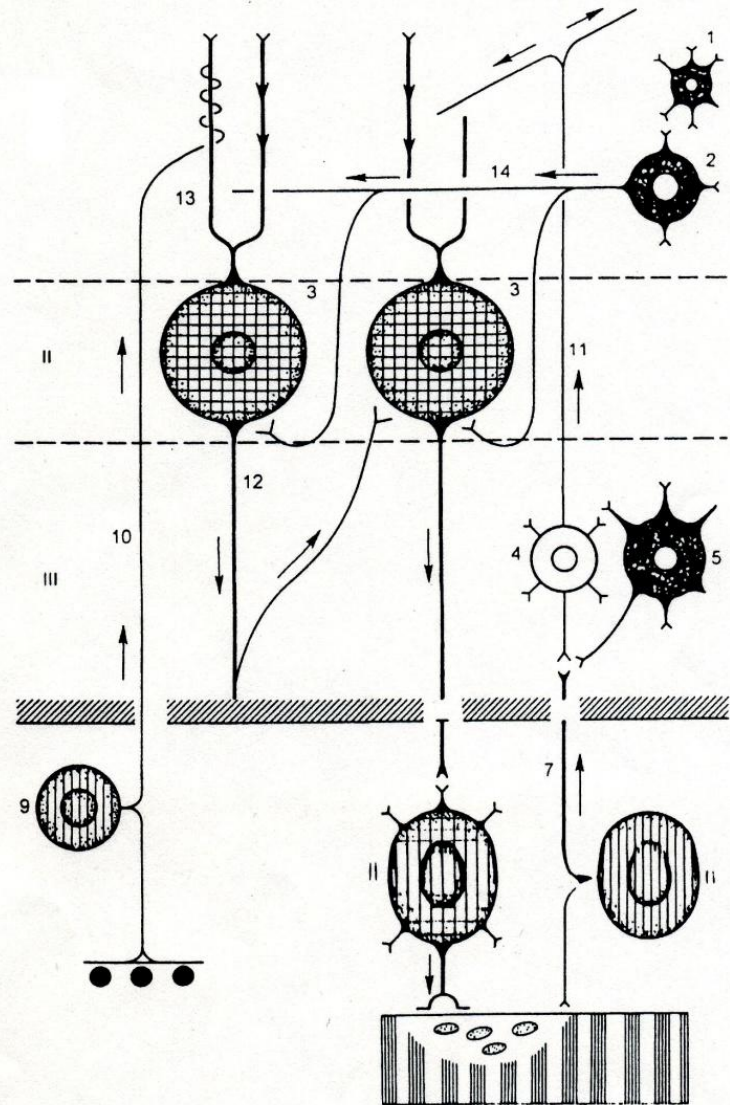
Зернистый слой

Таким образом, нейриты клеток-зерен передают возбуждение, полученное ими от моховидных волокон, на значительное расстояние многим грушевидным клеткам.

Зернистый слой

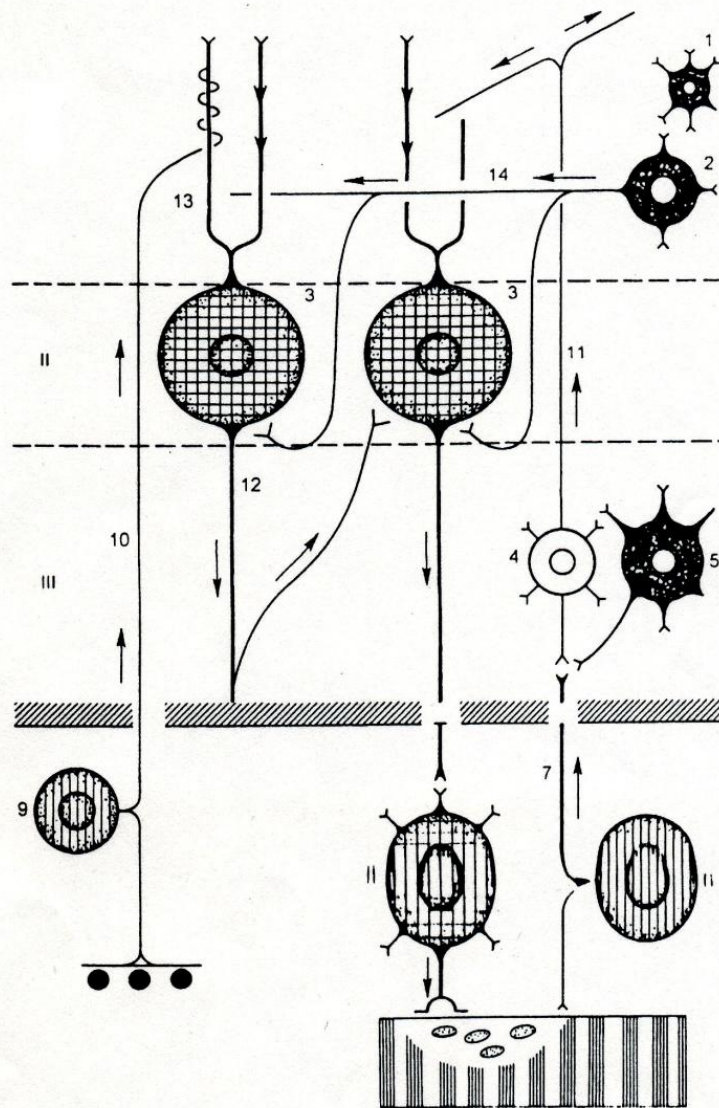
Большие звёздчатые нейроны с короткими нейритами лежат вблизи ганглионарного слоя.

Их разветвленные дендриты распространяются в молекулярном слое и образуют синапсы с параллельными волокнами — аксонами клеток-зерен.



Зернистый слой

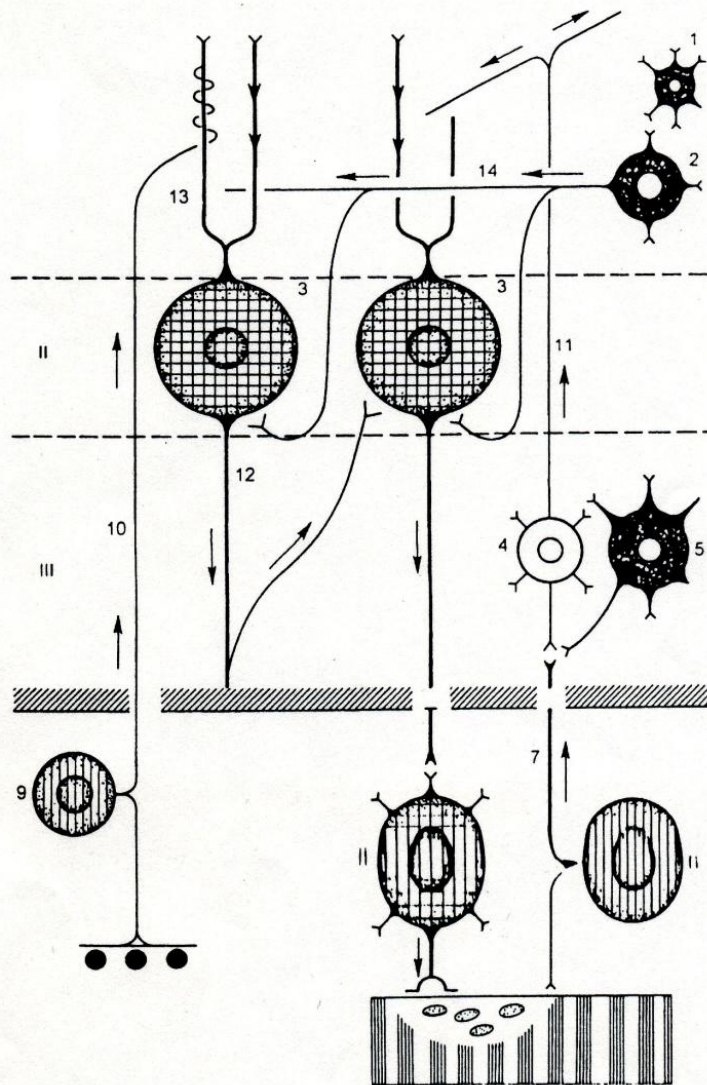
Нейриты больших звёздчатых нейронов направляются к клубочкам мозжечка и заканчиваются синапсами на концевых ветвлениях дендритов клеток-зерен проксимальнее синапсов моховидных волокон. Возбуждение звёздчатых нейронов может блокировать импульсы, поступающие по МОХОВИДНЫМ ВОЛОКНАМ.



Зернистый слой

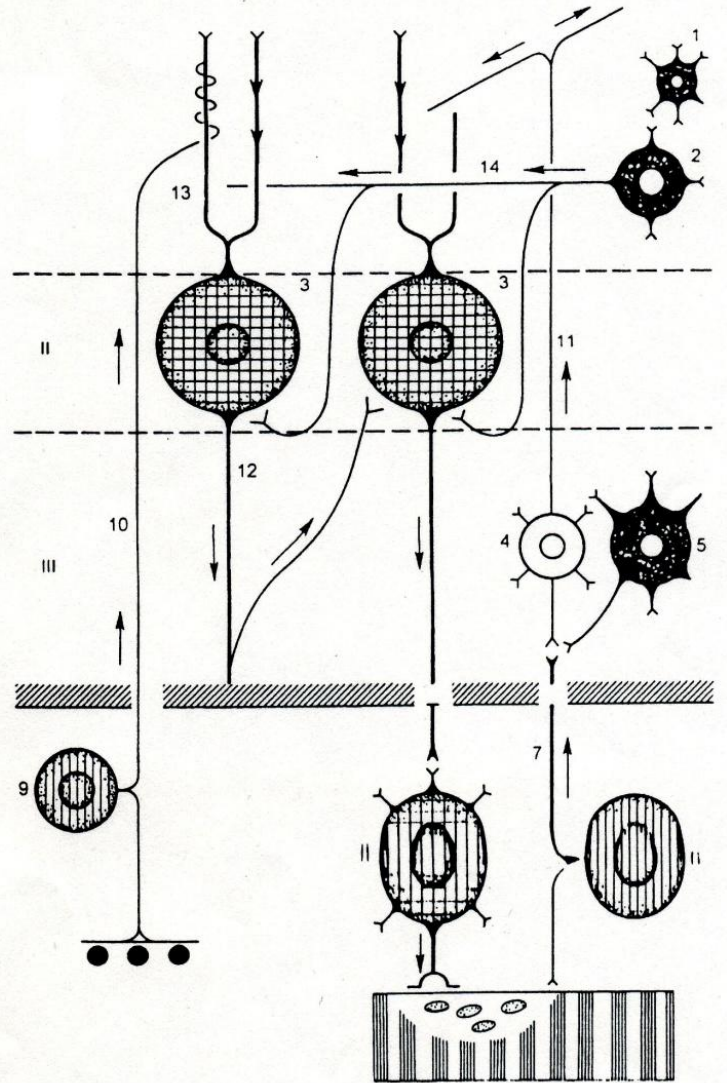
Звездчатые нейроны с длинными нейритами имеют обильно ветвящиеся в зернистом слое дендриты и нейриты, выходящие в белое вещество.

Предполагают, что эти клетки обеспечивают связь между



Зернистый слой

Веретеновидные горизонтальные клетки встречаются между зернистым и ганглионарным слоями, имеют небольшое вытянутое тело, от которого в обе стороны отходят **длинные горизонтальные дендриты**, заканчивающиеся в ганглионарном и зернистом слоях. **Нейриты** дают коллатерали в зернистый слой и уходят в белое



Афферентные волокна

Представлены:

- 1). Моховидными волокнами.**
- 2). Лазящими (лиановидными) волокнами.**

Афферентные волокна

Моховидные волокна идут в составе оливомозжечкового и мостомозжечкового путей и опосредованно через клетки-зёрна оказывают на грушевидные клетки возбуждающее действие.

Афферентные волокна

Лазящие волокна поступают в кору мозжечка, по спинно-мозжечковому и вестибуломозжечковому путям. Они пересекают зернистый слой, прилегают к грушевидным нейронам и стелются по их дендритам, заканчиваясь на их поверхности синапсами.

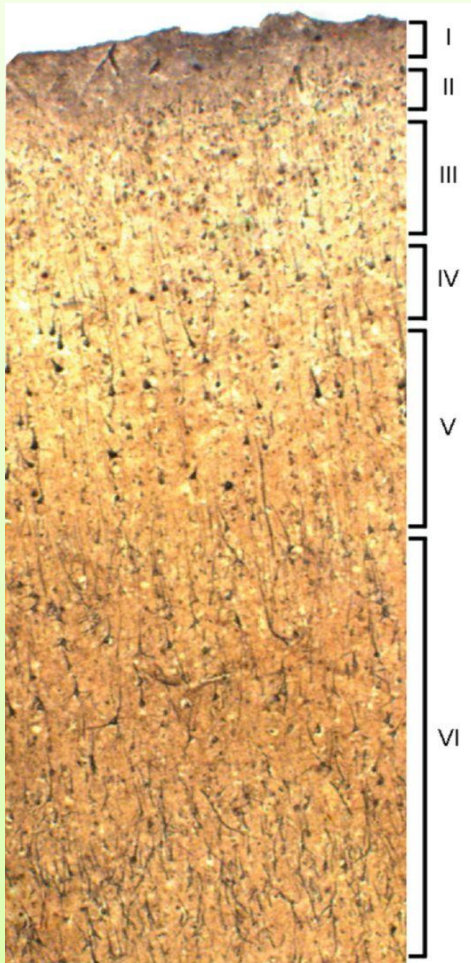
Лазящие волокна передают возбуждение непосредственно грушевидным нейронам.

Глиальные элементы коры мозжечка

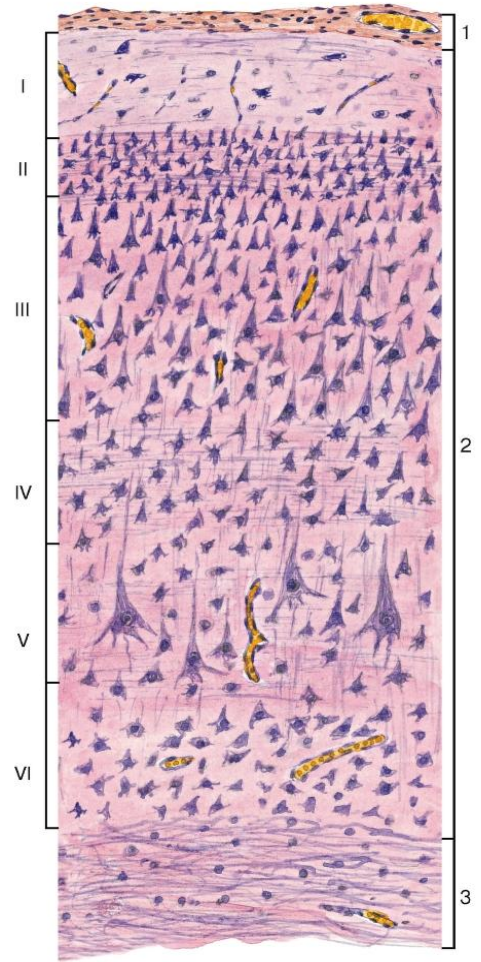
Представлены:

- 1) Волокнистой и протоплазматической астроглией.**
- 2) Олигодендроглией.**
- 3) Глиальными клетками с тёмными ядрами.**
- 4) Микроглией.**

Кора больших полушарий



Окраска: импрегнация азотнокислым серебром



Окраска: гематоксилин-эозин

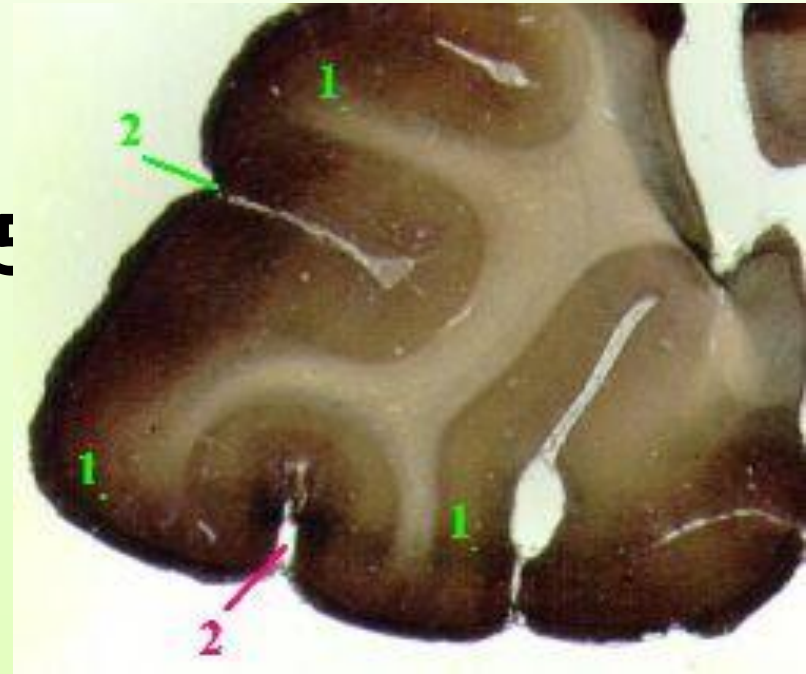
Кора больших полушарий

Функции коры полушарий:

- 1). Обеспечивает регуляцию разнообразных функций организма.
- 2). Обеспечивает обработку информации, поступившей от сенсорных образований.
- 3). Осуществляет контроль сложных форм поведения (сознания, мышления, памяти).

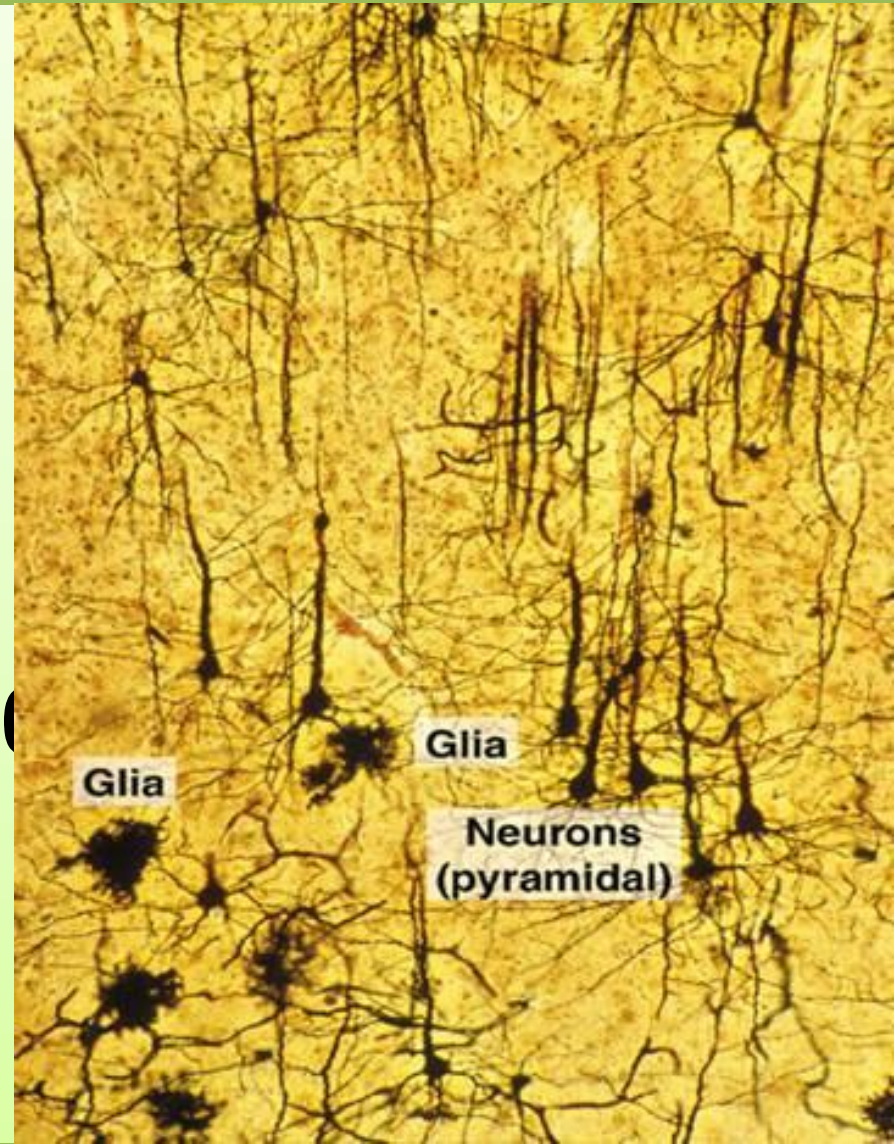
Кора больших полушарий

Кора образована
слоем серого
вещества толщиной 3-5
мм на поверхности
извилилин (30%) и в
глубине борозд (70%)
общей площадью
1500-2500 см² при
объеме около 300 см³.



Кора больших полушарий

Серое вещество содержит нервные клетки (около 10-15 млрд.), нервные волокна и клетки нейроглии (более 10 млрд.).



Клеточный состав коры больших полушарий

```
graph TD; A[Клеточный состав коры больших полушарий] --> B[Пирамидные клетки 90%]; A --> C[Не пирамидные клетки 10%]; B --> D[Гигантские]; B --> E[Крупные]; B --> F[Средние]; B --> G[Малые]; C --> H[Шипиковые]; C --> I[звездчатые]; C --> J[Корзинчатые]; C --> K[Клетки-«канделябры»];
```

**Пирамидные
клетки
90%**

**Гигантские
Крупные
Средние
Малые**

**Не пирамидные
клетки
10%**

***Шипиковые
звездчатые
Корзинчатые
Клетки-
«канделябры»***

Пирамидные клетки коры полушарий



Пирамидные клетки коры полушарий

От апикального полюса их конусовидного (на срезе - треугольного) тела отходит длинный (апикальный) покрытый шипиками дендрит, направляющийся в молекулярный слой коры. От базальной и латеральных частей тела вглубь коры и в стороны от тела нейрона расходятся 5-16 более коротких боковых дендритов, которые, ветвясь, распространяются в пределах того же слоя, где находится тело клетки. От середины базальной поверхности тела отходит длинный и тонкий аксон, идущий в белое вещество, который даёт коллатерали.

Различают гигантские, крупные, средние и малые пирамидные клетки

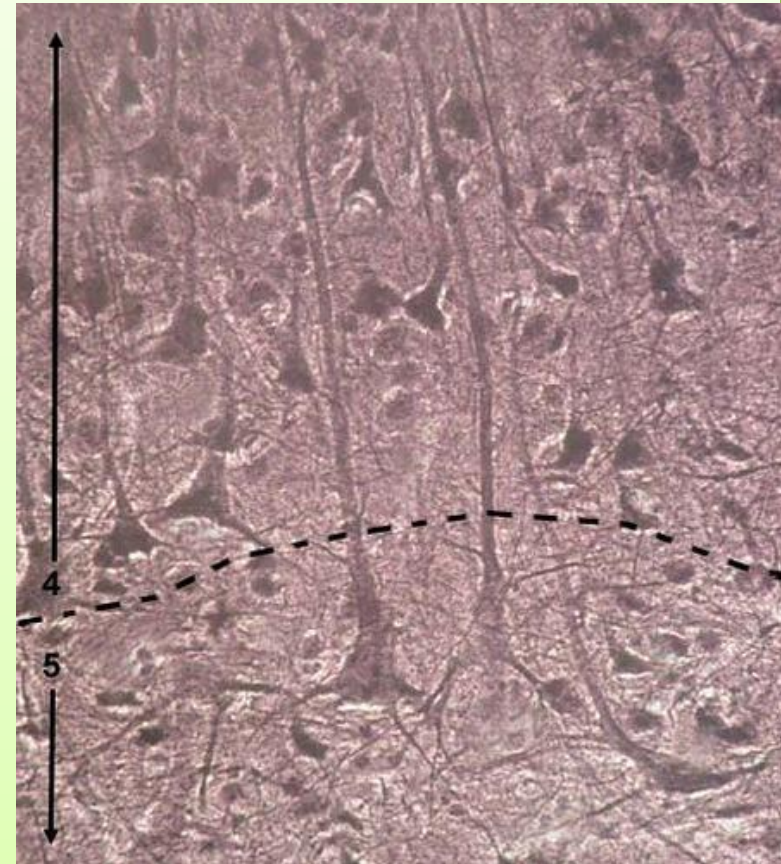
Пирамидные клетки коры полушарий

Основная функция пирамидных клеток - **интеграция внутри коры** (средние и малые клетки) и **образование эфферентных путей** (гигантские и крупные клетки).



Непирамидные клетки коры полушарий

Располагаются практически во всех слоях коры, воспринимая поступающие афферентные сигналы, а их аксоны распространяются в пределах самой коры, передавая импульсы на



Цитоархитектоника коры полушарий большого мозга

Нейроны коры
располагаются нерезко
разграниченными **слоями**
(**пластинками**):

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



I- молекулярный слой

Располагается под мягкой мозговой оболочкой. Содержит небольшое число **мелких нейронов горизонтальных клеток Кахала** с длинными ветвящимися **дендритами**, отходящими в горизонтальной плоскости от веретеновидного тела.

Их **аксоны** участвуют в образовании тангенциального сплетения волокон этого слоя. Имеются многочисленные дендриты и аксоны клеток более глубоко расположенных слоев, образующих

II - наружный зернистый слой

Образован многочисленными мелкими пирамидными и звездчатыми клетками, дендриты которых ветвятся и поднимаются в молекулярный слой, а аксоны либо уходят в белое вещество, либо образуют дуги и также направляются в молекулярный слой.

III - пирамидный слой

В нём преобладают **пирамидные клетки**. **Апикальные дендриты** пирамидных клеток направляются в молекулярный слой, а **латеральные** образуют синапсы с клетками данного слоя. **Аксоны** этих клеток оканчиваются в пределах серого вещества или направляются в белое. Помимо пирамидных клеток, слой содержит разнообразные **непирамидные нейроны**.

III - пирамидный слой

Слой выполняет ассоциативные функции, связывая клетки как в пределах данного полушария, так и с противоположным полушарием.

IV - внутренний зернистый слой

Образован **мелкими пирамидными и звёздчатыми клетками**. В этом слое заканчивается основная часть таламических афферентных волокон. **Аксоны** клеток этого слоя образуют связи с клетками выше- и нижележащих слоев коры.

V-ганглионарный слой

Образован крупными, а в области моторной коры (прецентральной извилины) - гигантскими пирамидными клетками (Беца). **Апикальные дендриты** пирамидных клеток достигают I слоя, образуя там верхушечные букеты, **латеральные дендриты** распространяются в пределах того же слоя. **Аксоны** гигантских и крупных пирамидных клеток проецируются на ядра головного и спинного мозга, наиболее длинные из них в составе пирамидных путей достигают каудальных сегментов спинного мозга.

VI - слой полиморфных клеток

Образован разнообразными по форме нейронами (веретеновидными, звездчатыми, клетками Мартинотти).

Аксоны этих клеток уходят в белое вещество в составе эфферентных путей, а **дендриты** проникают до молекулярного слоя.

Аксоны мелких клеток Мартинотти поднимаются к поверхности коры и ветвятся в молекулярном слое.

Миелоархитектоника коры полушарий большого мозга.

Это характер
распределения нервных
волокон в коре.

Миелоархитектоника коры полушарий большого мозга.

Типы нервных волокон коры больших полушарий



Афферентные



Эфферентные



**Ассоциативные
Комиссуральные**



Миелоархитектоника коры полушарий большого мозга.

Афферентные волокна:

- 1). Ассоциативные и комиссуральные волокна других областей коры больших полушарий.**
- 2). Таламо-кортикальные волокна (волокна от подкорковых структур).**

Большая часть этих волокон заканчивается на уровне IV слоя.

Миелоархитектоника коры полушарий большого мозга.

Эфферентные волокна.

Ассоциативные волокна связывают разные участки коры одного полушария.

Комиссуральные волокна связывают между собой полушария мозга. Эти волокна образуют пучки, которые проходят параллельно поверхности коры в I слое (тангенциальные волокна), во II слое (полоска Бехтерева), в IV слое (наружная полоска Байярже) и в V слое (внутренняя полоска Байярже). Последние две системы являются сплетениями, образованными конечными отделами афферентных волокон.

Миелоархитектоника коры полушарий большого мозга.

Нервные волокна располагаются в виде радиальных лучей и образуют **3 основных сплетения:**

- 1). Тангенциальное сплетение.
- 2). Наружная полоска.
- 3). Внутренняя полоска.

Миелоархитектоника коры полушарий большого мозга.

Тангенциальное сплетение – лежит в молекулярном слое коры.
Образовано дендритами нейронов из нижележащих слоёв коры и таламо-кортикальными волокнами.

Миелоархитектоника коры полушарий большого мозга.

Наружная полоска – лежит на уровне внутреннего зернистого слоя коры. Образована таламо-кортикальными нервными волокнами.

Миелоархитектоника коры полушарий большого мозга.

Внутренняя полоска – лежит на уровне ганглионарного слоя коры. Образована коллатеральными клетками этого слоя, а также проекционными волокнами.

Типы строения коры

- 1). Агранулярный.
- 2). Гранулярный.

Гранулярный тип коры

Характерен для областей расположения чувствительных корковых центров. Он отличается слабым развитием слоев, содержащих пирамидные клетки, при **значительной выраженности зернистых (II и IV) слоев.**

Агранулярный тип коры

Характерен для ее моторных центров и отличается наибольшим развитием **III, V и VI слоев коры** при слабом развитии II и IV (зернистых) слоев. Такие участки коры служат источниками нисходящих проводящих путей ЦНС

Модульный принцип организации коры больших полушарий

Морфофункциональной единицей коры больших полушарий являются **вертикальные колонки – модули.**

Модули – это элементарные нейронитарные цепи, отвечающие за обработку информации в коре головного мозга, поступающей от рецепторов одной модальности.

Модульный принцип организации коры больших полушарий

Имеют форму **цилиндров, или колонок**, диаметром 200-300 мкм, проходящих вертикально через всю толщу коры. В коре человека имеется около 2-3 млн. колонок, каждая содержит примерно 5000 нейронов. Внутри колонки выделяют также более мелкие мини-колонки, включающие структуры, непосредственно окружающие апикальные дендриты пирамидных клеток.

Модульный принцип организации коры больших полушарий

Состав модуля (колонки)



**Вход
(афферентные пути)**



**Зона обработки
информации
(система
локальных
связей)**



**Выход
(эфферентные
пути)**

Вход (афферентные пути)

В центре колонки проходят примерно 100 возбуждающих кортико-кортикальных волокон - аксонов пирамидных клеток других колонок данного и противоположного полушарий. Они образуют окончания во всех слоях колонки и проходят до I слоя, где образуют ветви, уходящие за ее пределы. Специфические афферентные импульсы по таламо-кортикальным волокнам поступают на тела и дендриты пирамидных клеток и на шипиковые звездчатые клетки IV слоя (последние по своим аксонам передают их на апикальные и базальные дендриты)

Зона обработки информации (система локальных связей)

Формируется вставочными нейронами колонки. Часть из них обладает тормозной функцией и регулирует преимущественно активность пирамидных клеток. Из тормозных нейронов колонки наибольшее значение имеют:

- 1). Аксо-аксонные клетки.**
- 2). Клетки-"канделябры" .**
- 3). Корзинчатые клетки.**
- 4). Клетки с двойным букетом дендритов.**
- 5). Клетки с аксонным пучком (кисточкой).**

Зона обработки информации (система локальных связей)

- 1). **Аксо-аксонные клетки**, тела которых лежат во II-III слоях, а аксоны идут горизонтально, отдавая многочисленные терминальные веточки, которые образуют тормозные синапсы на начальных сегментах аксонов пирамидных клеток II и III слоев.

Зона обработки информации (система локальных связей)

2). Клетки-"канделябры" встречаются во всех внутренних слоях коры. Их аксонные коллатерали идут горизонтально и дают несколько восходящих и нисходящих веточек, которые образуют спиральные ветвления вокруг апикальных дендритов пирамидных клеток.

Зона обработки информации (система локальных связей)

3). Корзинчатые клетки располагаются во II слое, на границе III и IV, а также IV и V слоев. Их аксоны проходят горизонтально на расстояние до 2-3 мм и, оплетая тела крупных и средних пирамидных клеток, влияют на 20-30 соседних колонок. Колонковые корзинчатые клетки обеспечивают торможение пирамидных клеток по вертикали внутри данной колонки.

Зона обработки информации (система локальных связей)

4). Клетки с двойным букетом дендритов, отходящих вертикально от полюсов тела, расположенного II-III слоях. Их аксон дает коллатерали, образующие контакты с дендритами как пирамидных клеток, так и непиримидных (в том числе тормозных) нейронов. Первый тип контактов опосредует угнетение пирамидных клеток, а второй – их активацию путем снятия торможения.

Зона обработки информации (система локальных связей)

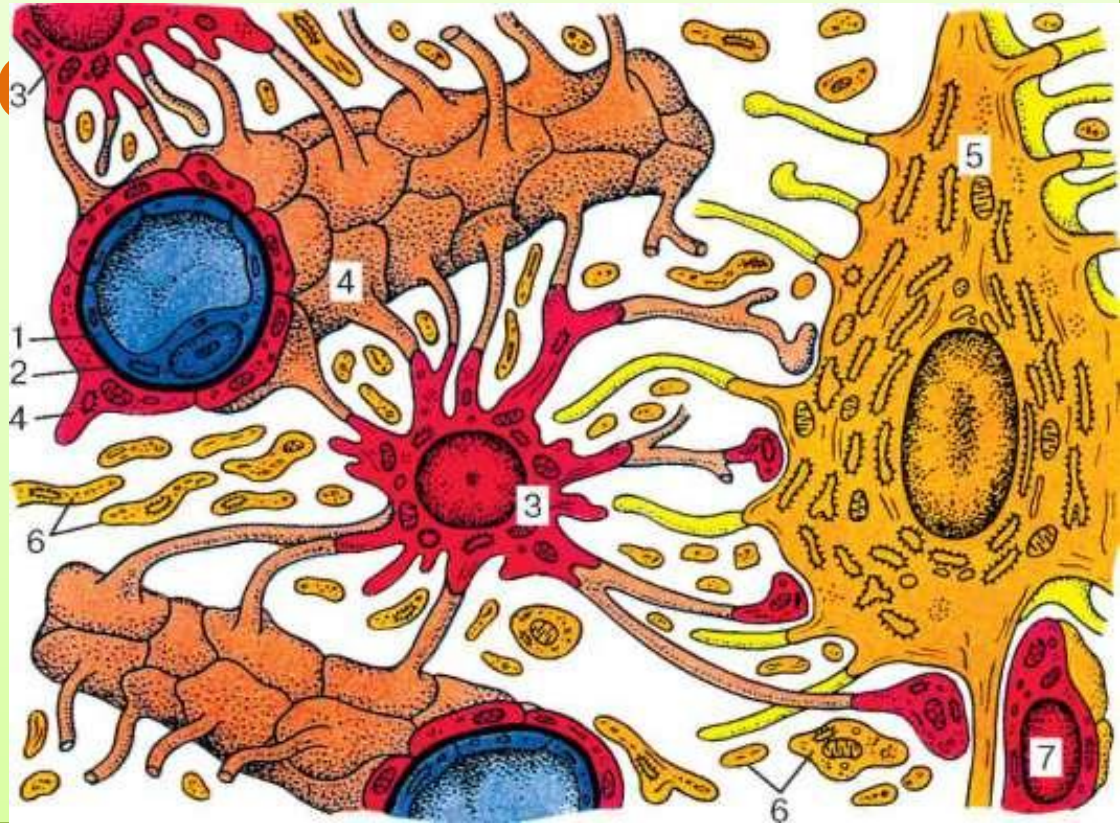
5). Клетки с аксонным пучком (кисточкой) - звездчатые нейроны II слоя, аксоны которых ветвятся в I слое, образуя связи с дистальными сегментами апикальных дендритов пирамидных клеток и с горизонтальными ветвями кортико-кортикальных волокон.

Эфферентные пути

Аксоны средних пирамидных клеток III слоя колонки устанавливают связи преимущественно с соседними колонками и колонками противоположного полушария, а аксоны крупных и гигантских пирамидных клеток V слоя, помимо этого, направляются в подкорковые центры, образуя вместе с аксонами веретеновидных клеток VI слоя систему эфферентных волокон коры.

Нейроглия головного мозга

Головной мозг содержит
все виды макроглии, а
также микро



Астроцитарная глия ГОЛОВНОГО МОЗГА



Астроцитарная глия ГОЛОВНОГО МОЗГА

Астроцитарная глия обеспечивает микроокружение нейронов, выполняет опорную и трофическую функции в сером и белом веществе, участвует в метаболизме нейромедиаторов.

Астроциты уплощенными пластинчатыми концевыми участками своих отростков образуют **три вида пограничных глиальных мембран: периваскулярные, поверхностную и субэпендимальную.**

Астроцитарная глия ГОЛОВНОГО МОЗГА

Периваскулярные пограничные мембраны окружают капилляры головного мозга и входят в состав **гемато-энцефалического барьера (ГЭБ)**, отделяющего нейроны ЦНС от крови и тканей внутренней среды.

Астроцитарная глия ГОЛОВНОГО МОЗГА

**Гемато-энцефалический барьер
(ГЭБ) включает:**

- 1) эндотелий кровеносных капилляров (с непрерывной выстилкой);**
- 2) базальную мембрану капилляров;**
- 3) периваскулярную пограничную глиальную мембрану из отростков астроцитов.**

Астроцитарная глия ГОЛОВНОГО МОЗГА

Поверхностная пограничная глиальная мембрана (краевая глия) мозга, расположена под мягкой мозговой оболочкой, образует наружную границу головного и спинного мозга, отделяя ткани ЦНС от мозговых оболочек.

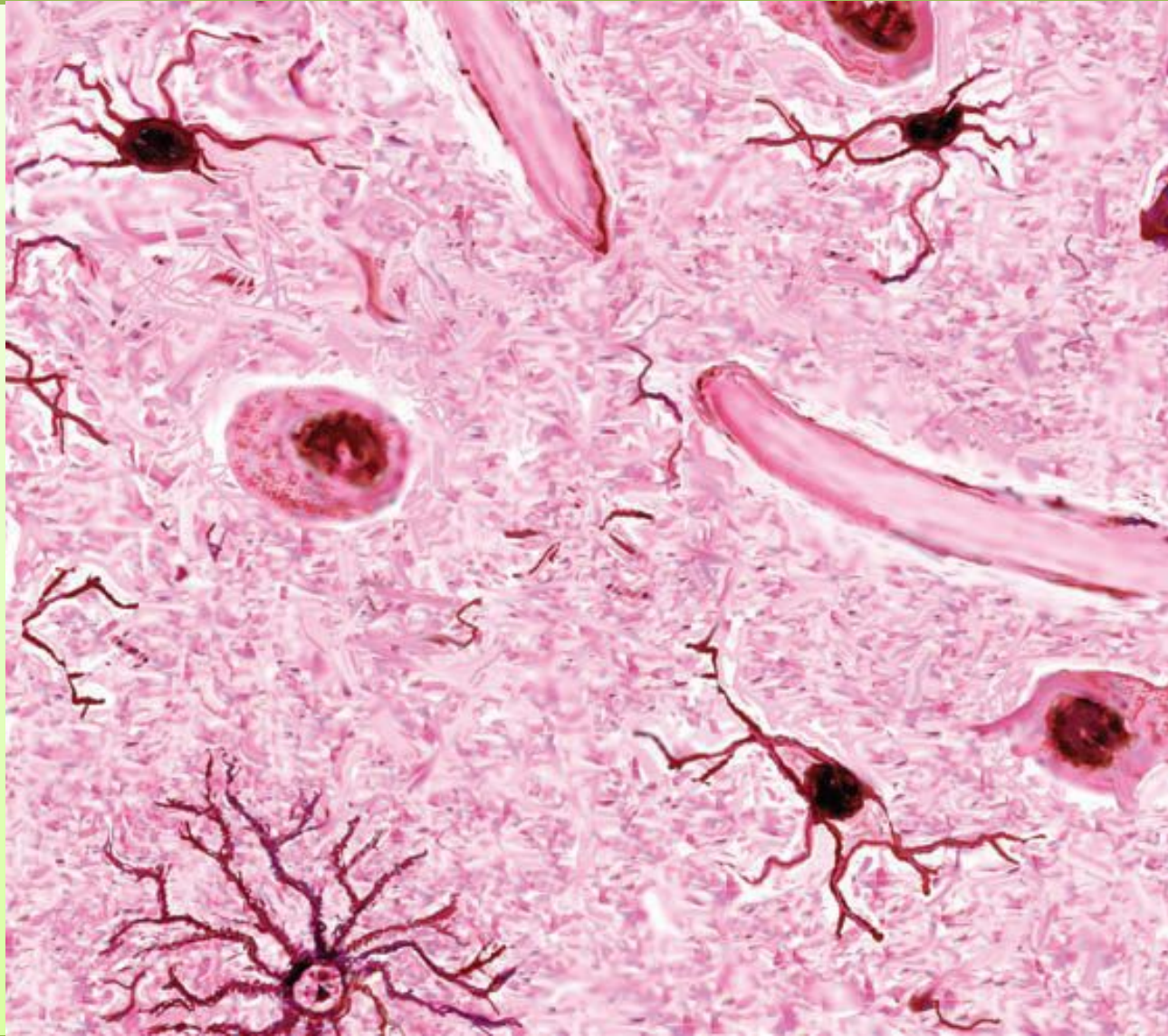
Астроцитарная глия ГОЛОВНОГО МОЗГА

Субэпендимальная
(перивентрикулярная) пограничная
глиальная мембрана располагается под
слоем эпендимы и входит в состав нейро-
ликворного барьера, который отделяет
нейроны от спинномозговой жидкости
(ликвора). Этот барьер представлен
эпендимной глией, ее базальной
мембраной (присутствует не везде) и
отростками астроцитов.

Эпендимная глия головного мозга

Образует выстилку желудочков
головного мозга и входит в состав
гемато-ликворного барьера (между
кровью и СМЖ).

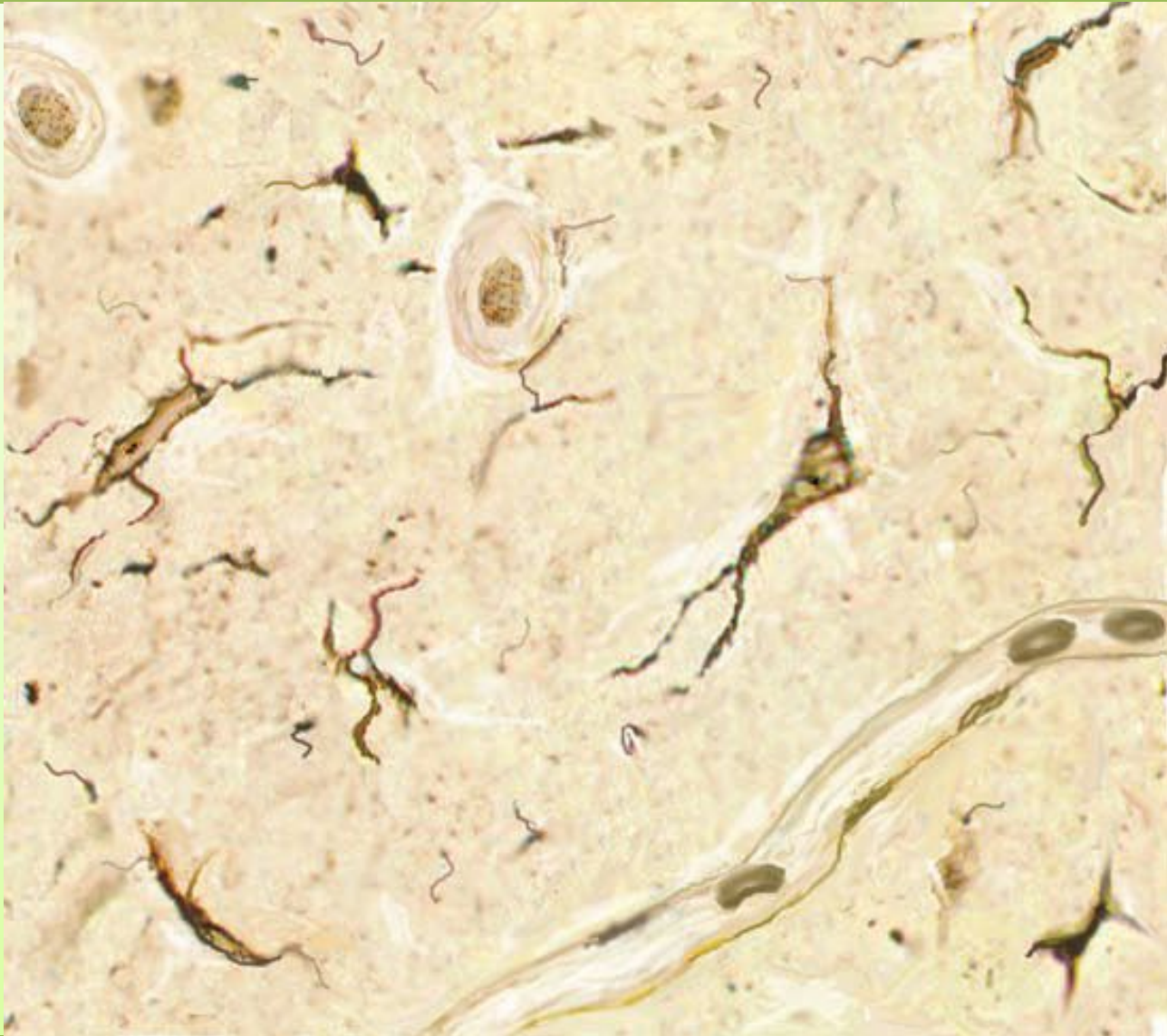
Олигодендроглия головного мозга



Олигодендроглия головного мозга

Встречается в сером и белом веществе. Обеспечивает барьерную функцию, участвует в формировании миелиновых оболочек нервных волокон, регулирует метаболизм нейронов, захватывает нейромедиаторы.

Микроглия головного мозга

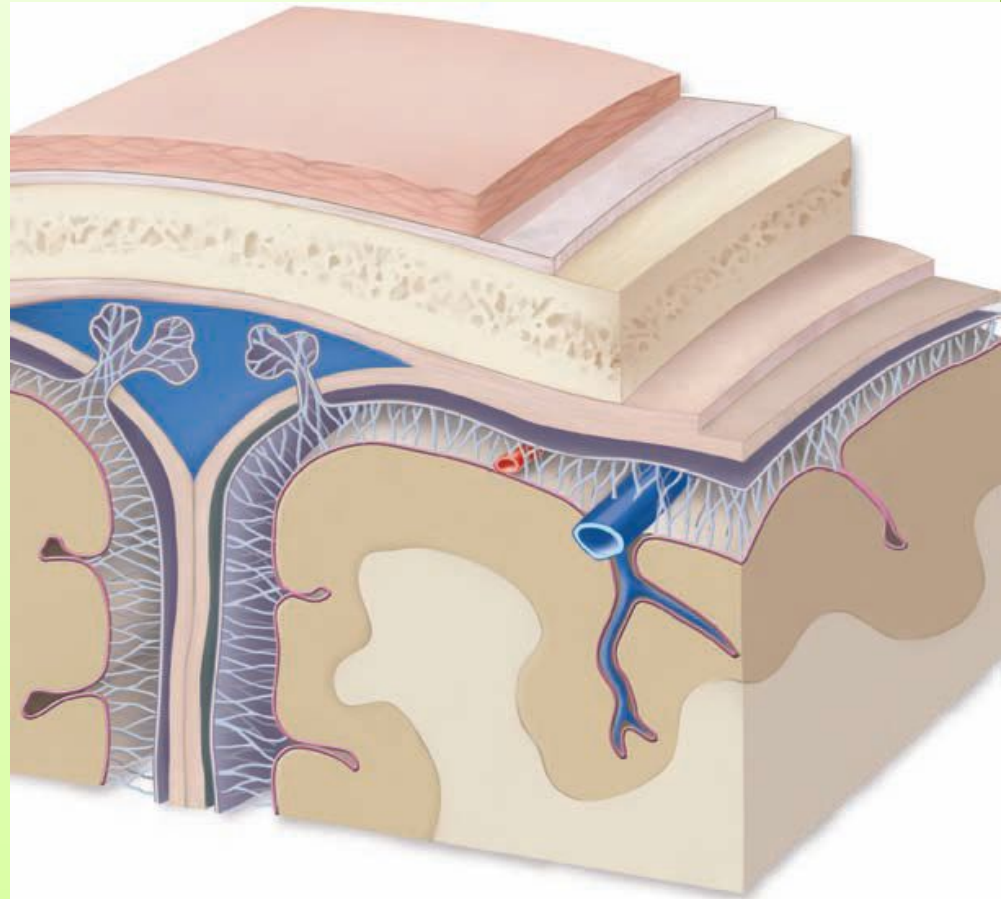


Микроглия головного мозга

**Специализированные макрофаги
ЦНС. Активируется при
воспалительных и дегенеративных
заболеваниях. Выполняют в ЦНС
роль антиген-представляющих
дендритных клеток.**

МОЗГОВЫЕ ОБОЛОЧКИ

Покрывает тремя оболочками: мягкой, паутинной и твёрдой.



Твёрдая мозговая оболочка (*dura mater*)

Образована плотной волокнистой соединительной тканью с высоким содержанием эластических волокон.

Плотно сращена с надкостницей костей черепа, эпидуральное пространство отсутствует.

Со стороны, обращенной к паутинной оболочке покрыта менинготелием.

Образует ряд отростков, которые проникают между частями мозга, отделяя их друг от друга. Между ее складками имеются выстланные эндотелием пространства, заполненные венозной кровью, - синусы (пазухи) твердой мозговой оболочки.

Паутинная мозговая оболочка (arachnoidea)

Состоит из:

- 1). Однослойного плоского нейроглиального эпителия.**
- 2). Фибробластоподобных клеток-менингоцитов (5-8 слоёв).**
- 3). Трабекул (образованных отростками менингоцитов и коллагеновых волокон), которые формируют паутинный слой с кровеносными сосудами.**

Мягкая мозговая оболочка (pia mater)

Образована тонким слоем соединительной ткани с высоким содержанием мелких сосудов и нервных волокон, непосредственно покрывает поверхность мозга.

На обеих поверхностях (обращенной в субарахноидальное пространство и прилежащей к тканям мозга) покрыта **менинготелием**. Окружает сосуды, проникающие в мозг, образуя вокруг них **периваскулярную пиальную мембрану**, которая в дальнейшем сменяется **периваскулярной пограничной глиальной**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!