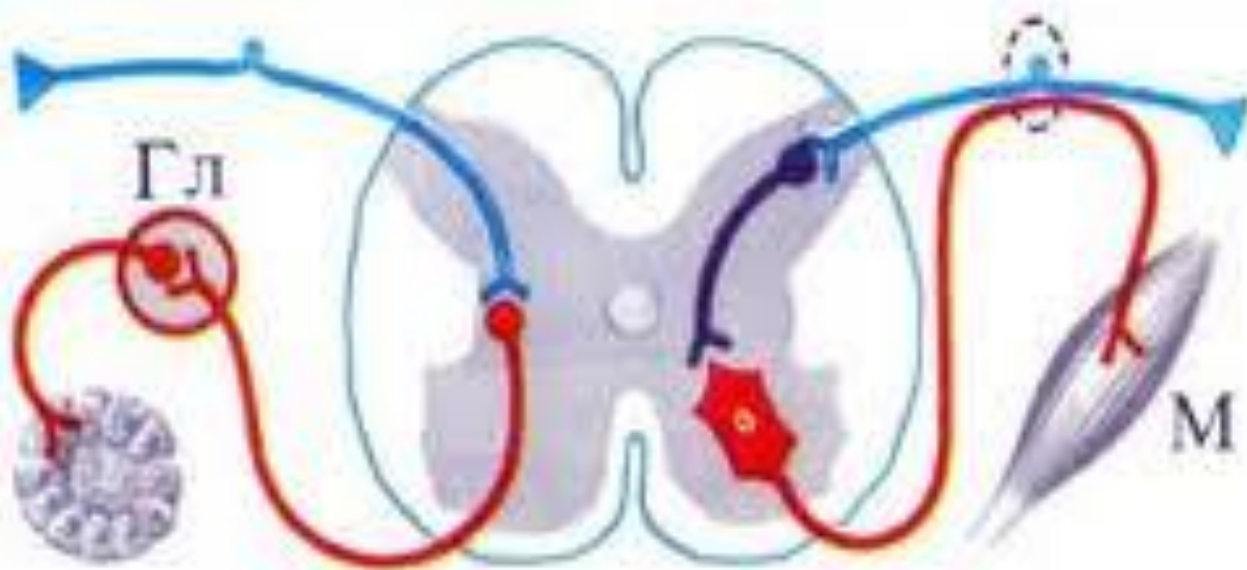


# Система спинного мозга



Лекция №12

- 1. Спинномозговые узлы и первично-чувствующие нейроны.
- 2. Пластинчатая и ядерная организация серого вещества спинного мозга. Понятие о клеточной колонке.
- 3. Основные типы нейронов спинного мозга и центры ноцицептивной, висцеральной и проприоцептивной чувствительности.
- 4. Собственный аппарат спинного мозга.
- 5. Организация белого вещества спинного мозга.

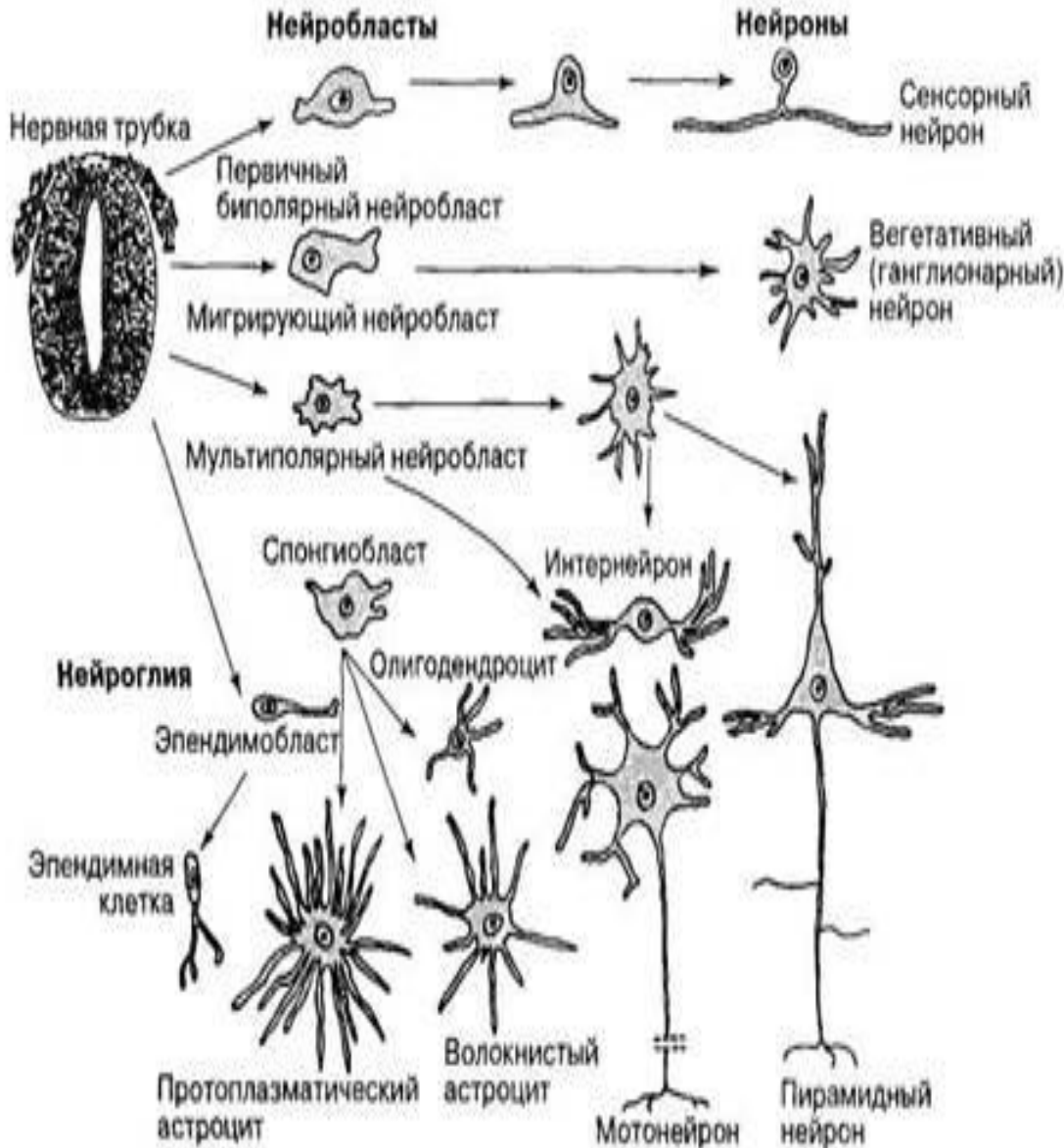
**Вопросы:**



**Система спинного мозга** включает в себя спинной мозг и парные спинномозговые узлы, соответствующие строго определенному сегменту спинного мозга. Клетки спинномозговых узлов собирают всю чувствительную информацию с периферии и посылают ее в ядра спинного мозга, функции которого контролируются командными нейронами головного мозга через систему восходящих и нисходящих путей.

## Система спинного мозга

# Развитие нервной системы в онтогенезе



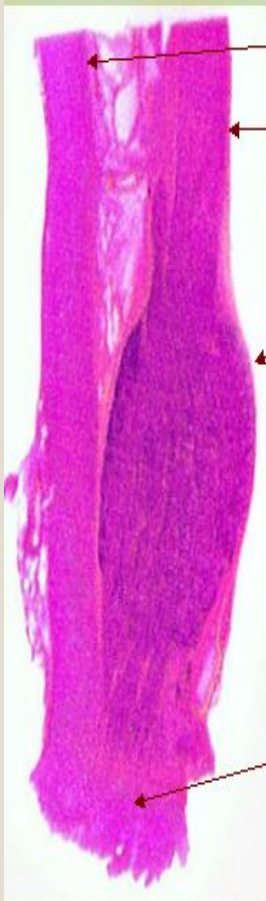
Источником развития нервной системы является **нейроэктодерма** (нервная пластинка).

В процессе нейруляции из нервной пластинки дифференцируется нервная трубка и парные нервные гребни. Из нервной трубки формируются центральные органы нервной системы – головной и спинной мозг; а из нервных гребней – спинномозговые узлы, черепно-мозговые ганглии, вегетативные ганглии и хромофинная ткань.

Первоначально нервная трубка состоит из одного слоя матричных клеток. Матричные клетки активно делятся и дают начало плащевой зоне. В плащевую зону мигрируют нейробласты и спонгиобласты, которые образуются из матричных клеток. Затем нейробласты дифференцируются в нейроны, а спонгиобласты – в макроглиоциты. Отростки формирующейся глии и нейронов образуют третью зону, которая называется краевая вуаль. В дальнейшем из матричной зоны дифференцируются эпендиомциты центрального спинномозгового канала; из плащевой зоны – серое вещество спинного мозга; из краевой вуали – белое вещество.

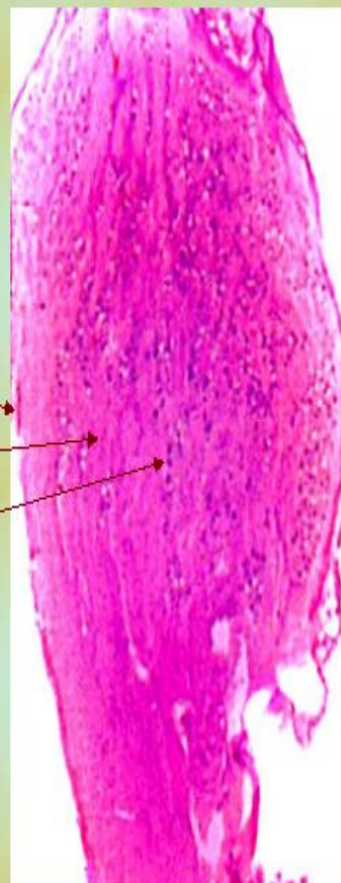
# Топография и функция спинномозговых узлов

увеличение x 8



увеличение x 60

увеличение x 20



увеличение x 400

вентральный корешок

дорсальный корешок

спинномозговой узел

капсула узла

скопления нервных волокон

группы нейронов

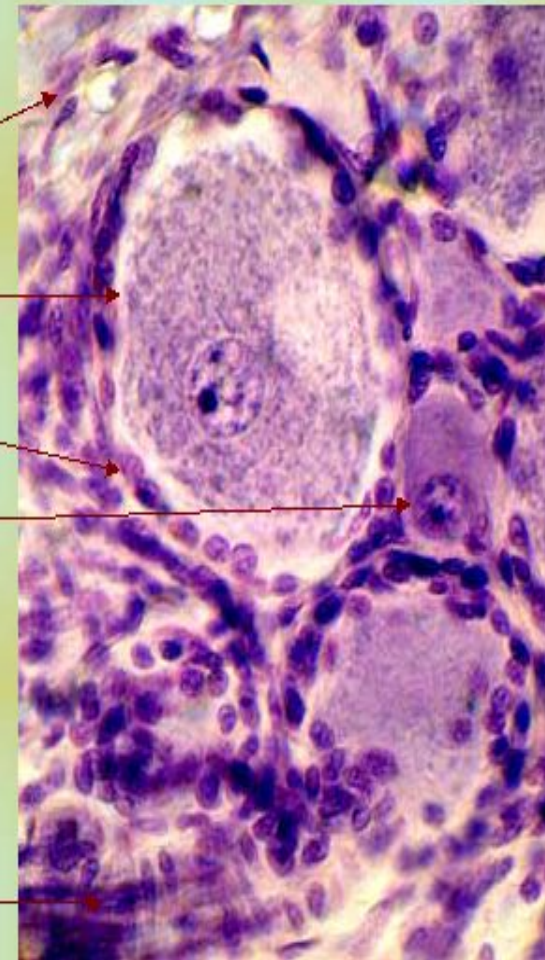
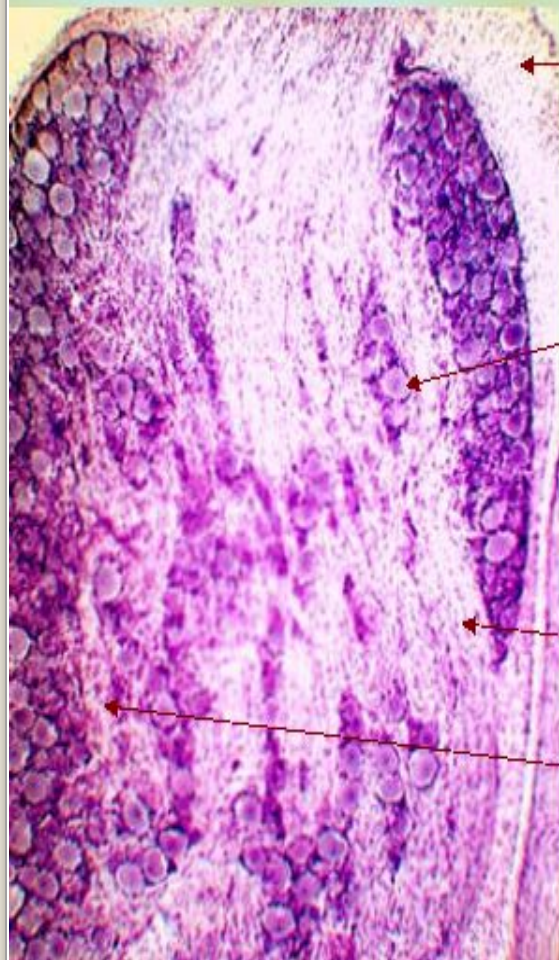
спинномозговой нерв

**Топография:** СМУ – это парные образования овальной формы, расположенные по ходу задних корешков спинного мозга.

**Функция:** СМУ являются чувствительными ганглиями и отвечают за восприятие всех видов чувствительности: проприоцептивную, интероцептивную и экстероцептивную. В связи с этим, нейроны СМУ являются первыми нейронами в любой рефлекторной дуге и называются **протонейронами**.

увеличение x 60

увеличение x 400



капсула

кровеносный капилляр

крупный нейрон

мантыйный глиоцит

мелкий нейрон

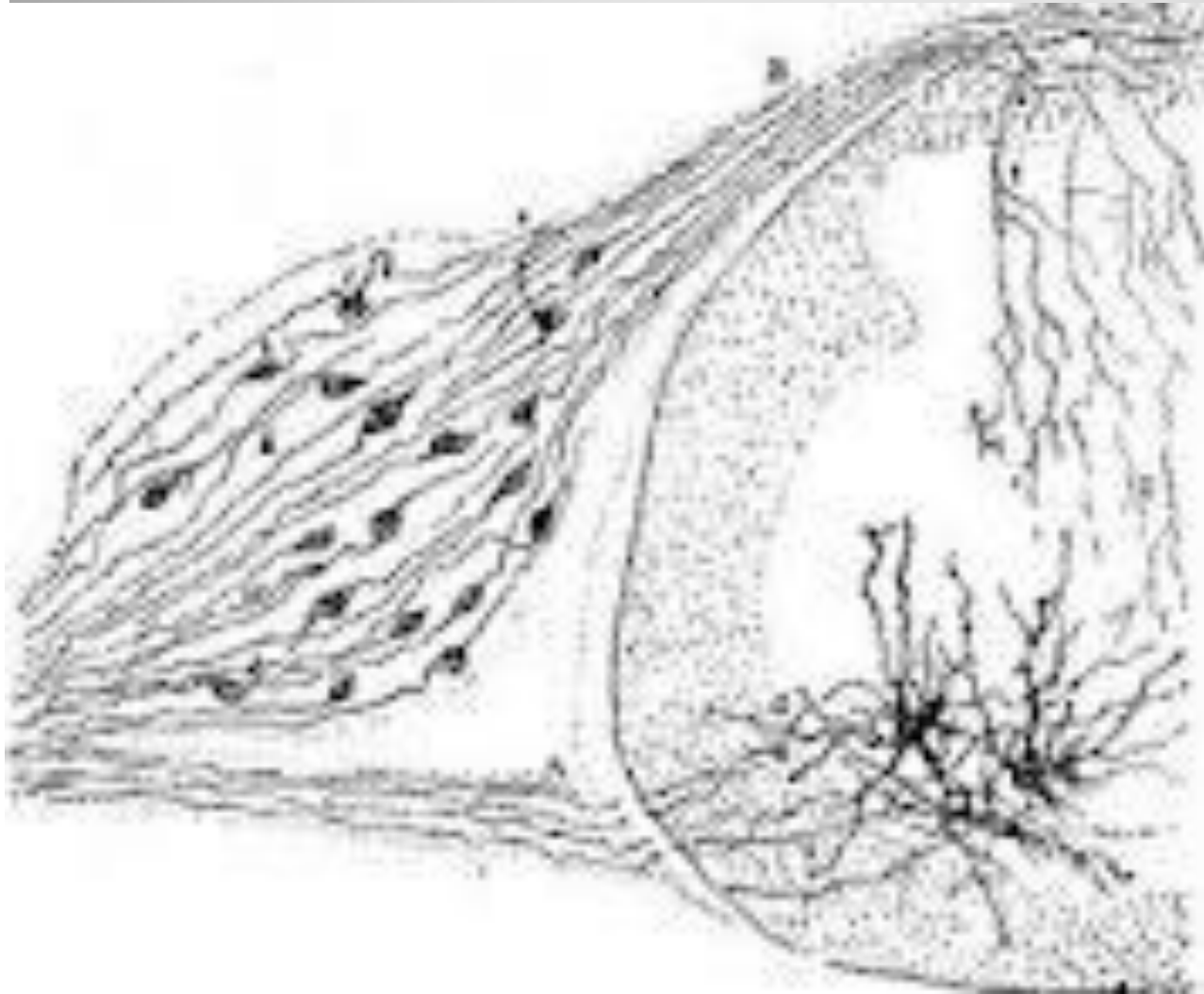
нервные волокна

прослойка соединительной ткани

артерия

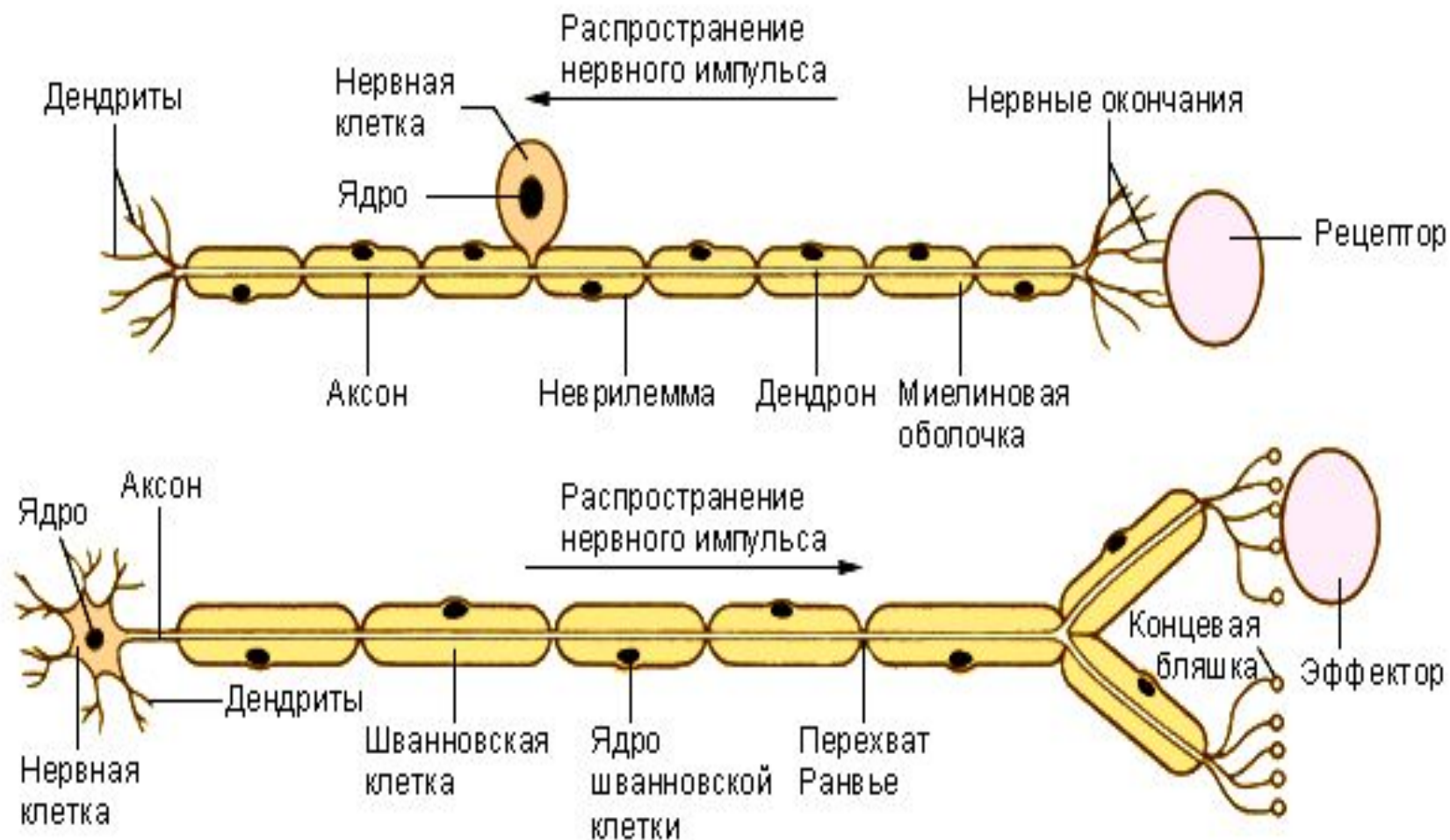
## Морфоструктура спинномозгового узла

## Взаимодействие СМУ со СМ.



Дендриты псевдоуниполярных из СМУ направляются на периферию в составе периферического или смешанного нерва и заканчиваются рецепторами, а аксоны формируют задний корешок спинного мозга, который направляется в задние рога СМ.

# Двигательные и чувствительные нервы





## Узел собаки импрегнация серебром

увеличение x 10



увеличение x 200



нервные волокна

тела нейронов

нейрофибриллы

участок ветвления отростка

мантыйный глиоцит

кровеносный капилляр

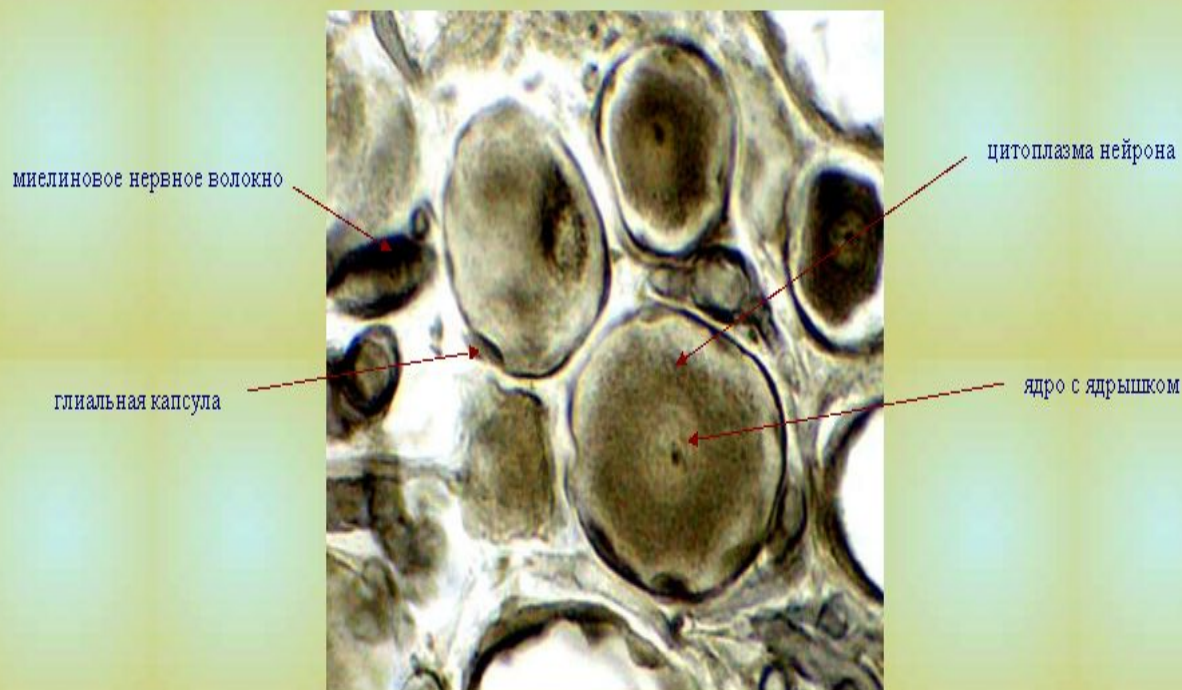
нейролеммоцит

1. **Крупные А-нейроны:** Размер тела 60-120 мкм. Толщина дендрита 10-20 мкм. Скорость проведения импульса 75 – 120 м/сек. Отвечают за проприоцептивную чувствительность скелетных мышц, суставов и сухожилий. Аксоны этих нейронов в составе заднего корешка направляются в ядро Кларка задних рогов СМ, тонкое и клиновидное ядра продолговатого мозга.
2. **Средние В-нейроны:** Размер тела 30-60 мкм. Дендриты толщиной 5-10 мкм. Скорость проведения импульса 25-75 м/сек. Отвечают за экстероцептивную, интероцептивную и, частично, проприоцептивную чувствительность (тельца Фаттер-Пачини, осязательные тельца Мейснера, мышечные веретена). Аксоны направляются в собственное ядро заднего рога, ядро Кларка, тонкое и клиновидное ядро.
3. **Малые С-нейроны:** Диаметр тела 15-30 мкм. Их дендриты толщиной 0,5-5 мкм. Скорость проведения импульса 0,5-30 м/сек. Эти волокна образуют температурные и ноцицептивные (болевые) экстерорецепторы. Аксоны направляются в Роландово вещество и собственное ядро заднего рога спинного мозга.

**Морфо-функциональная классификация протонейронов:**

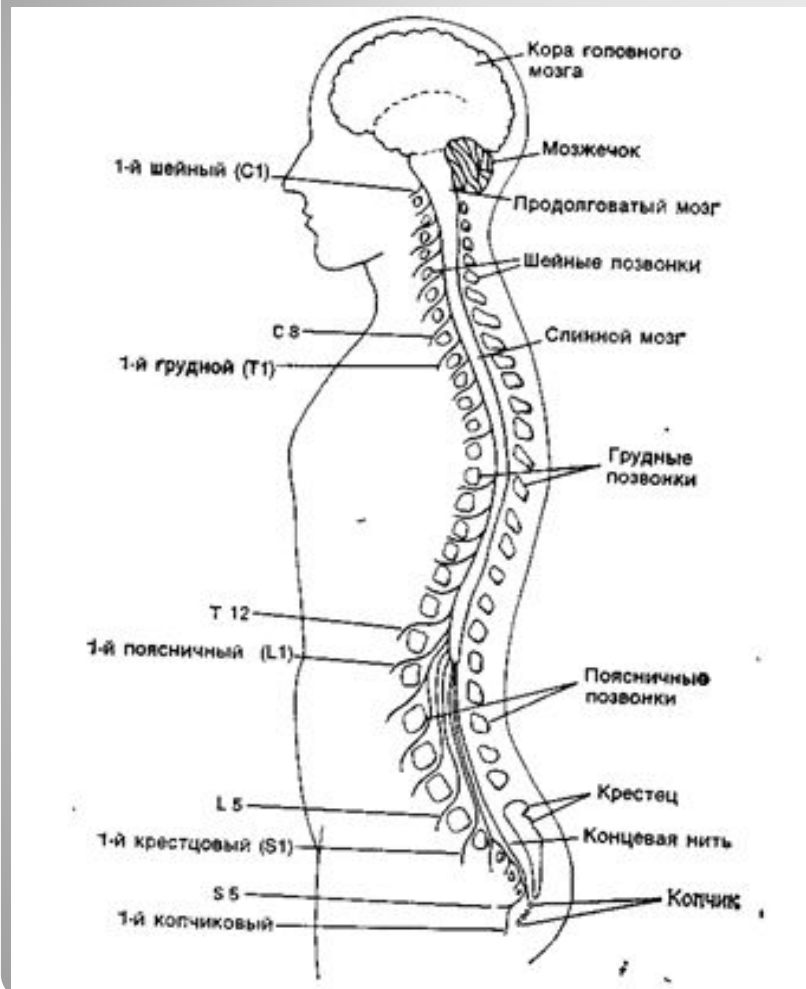
# Нейрохимическая классификация псевдоуниполярных:

Нервный узел собаки  
импрегнация осмием  
увеличение x 400



1. ГАМК-ергические нейроны
2. Глутамат-ергические нейроны
3. Холинергические нейроны
4. Аспартат-ергические нейроны
5. Нитроксидергические нейроны
6. Пептидергические нейроны (вещество P, кальцитонин, соматостатин, холецистокинин, VIP).

**Спина́льный мозг** – наиболее древний орган ЦНС. Макроскопически представляет собой мозговую тяж, уплощенный в передне-заднем направлении. Средняя длина спинного мозга 43-45 см

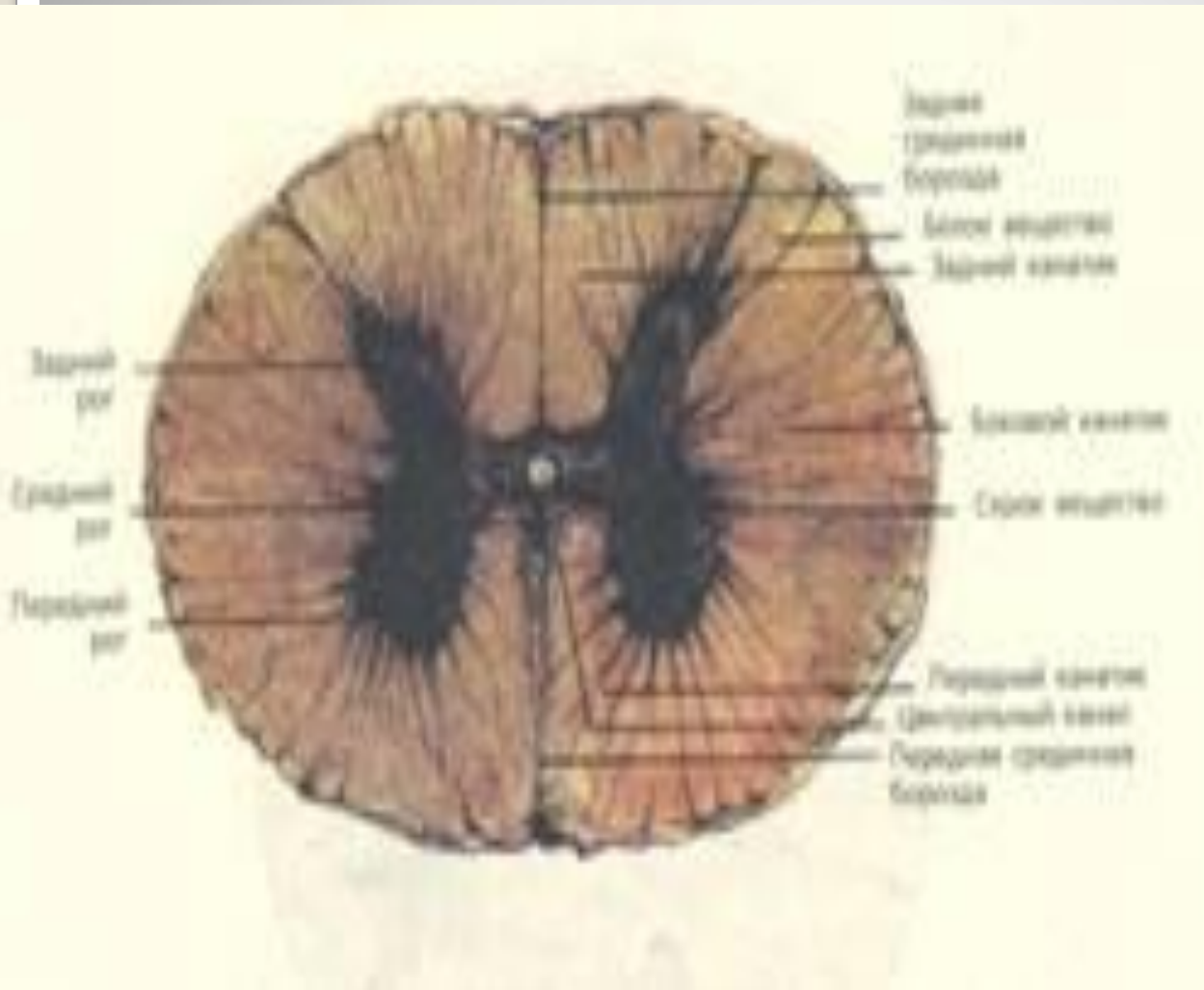


Сегменты однотипны по строению. По топографии делятся на шейные (8), грудные (12), поясничные (5), крестцовые (5) и копчиковый (1). Каждый сегмент иннервирует определенный метамер тела.

Срезы спинного мозга	Сегменты	Серое вещество						
		Задний рог		Боковой рог		Передний рог		
		Ступенчатое вещество	Собственное ядро заднего рога	Заднее грудное ядро (ядро Кларка)	Промежуточное медиальное ядро	Промежуточное латеральное ядро	Крестцовое парасимпатическое ядро	Медиальное моторное ядро
	C <sub>I</sub>							
	C <sub>II</sub>							
	C <sub>III</sub>							
	C <sub>IV</sub>							
	C <sub>V</sub>							
	C <sub>VI</sub>							
	C <sub>VII</sub>							
	C <sub>VIII</sub>							
	Th <sub>I</sub>							
	Th <sub>II</sub>							
	Th <sub>III</sub>							
	Th <sub>IV</sub>							
	Th <sub>V</sub>							
	Th <sub>VI</sub>							
	Th <sub>VII</sub>							
	Th <sub>VIII</sub>							
	Th <sub>IX</sub>							
	Th <sub>X</sub>							
	Th <sub>XI</sub>							
	Th <sub>XII</sub>							
	L <sub>I</sub>							
	L <sub>II</sub>							
	L <sub>III</sub>							
	L <sub>IV</sub>							
	L <sub>V</sub>							
	S <sub>I</sub>							
	S <sub>II</sub>							
	S <sub>III</sub>							
	S <sub>IV</sub>							
	S <sub>V</sub>							
	Co <sub>I</sub>							

# Спина́льный мозг

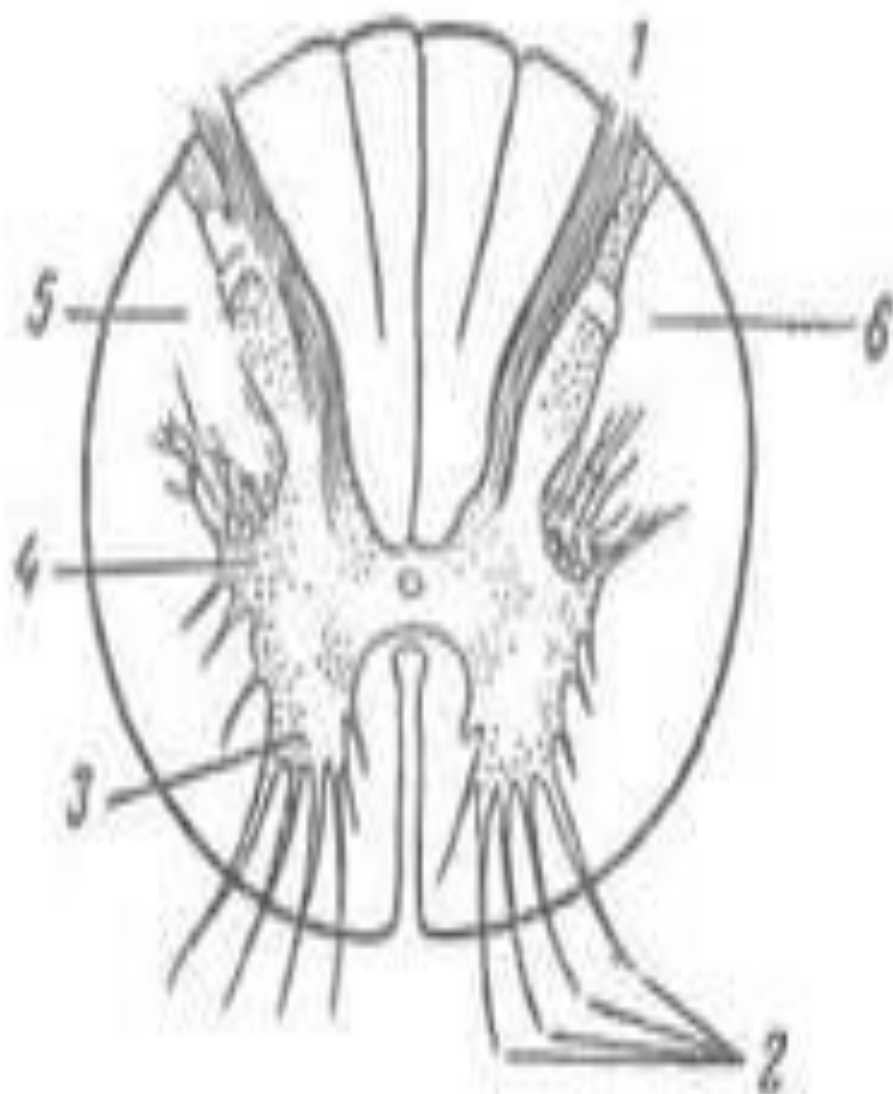
# Общий план строения спинного мозга



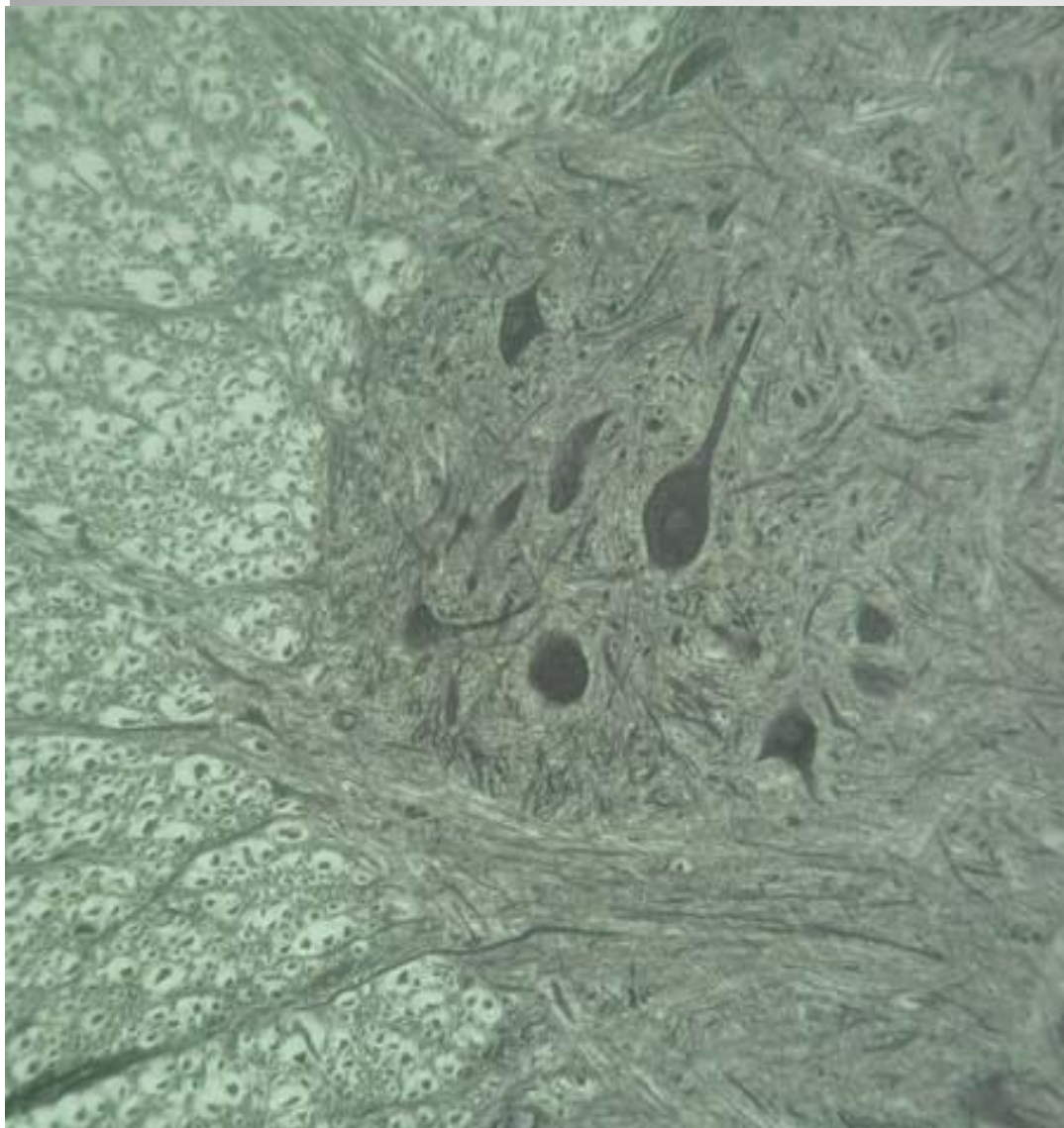
Снаружи СМ покрыт тремя оболочками – ТМО, ПО и ММО. Для него характерна билатеральная симметрия. В центре СМ располагается центральный СМК. СМК выстлан эпендимоцитами и содержит цереброспинальную жидкость. На две симметричные половинки спинной мозг делят задняя спайная линия и передняя расщелина. Вокруг ЦК располагается серое вещество, похожее на бабочку. Оно представлено передними, задними, боковыми рогами и промежуточной зоной. Вокруг «бабочки» серого вещества располагаются собственные канатики спинного мозга, которые связывают между собой выше- и нижележащие сегменты. Белое вещество находится по периферии и состоит из передних, задних и боковых канатиков.

Рис. 7.1. Поперечный разрез спинного мозга.

1 — задние корешки; 2 — передние корешки; 3 — передний рог; 4 — боковой рог; 5 — задний рог; 6 — белое вещество.



## Тканевой состав серого и белого вещества СМ



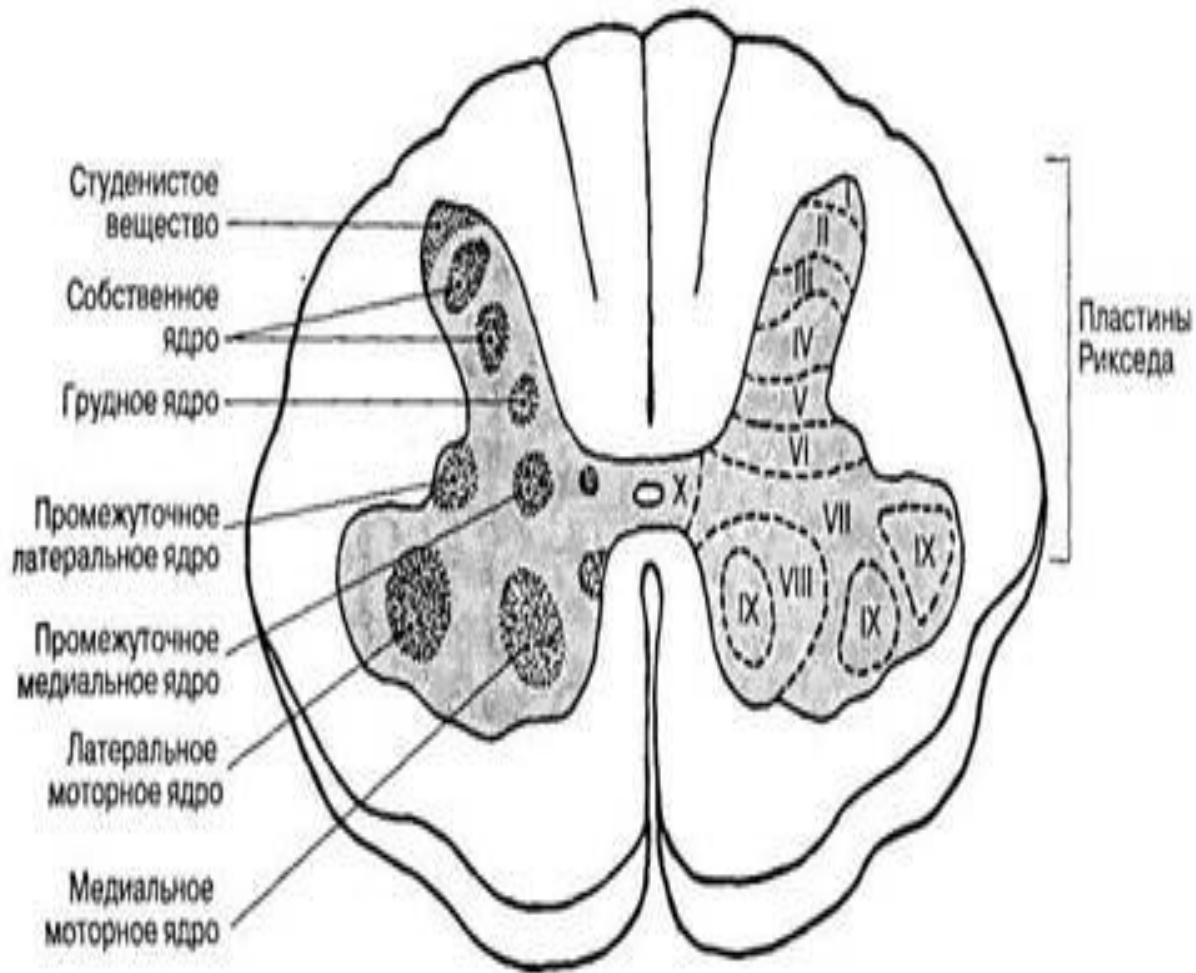
**Серое вещество** СМ состоит из тел мультиполярных нейронов, безмякотных нервных волокон, клеток глии (эпендимоцитов, олигодендроцитов, плазматических астроцитов, микроглиоцитов). Вокруг перикарионов располагаются сплетения нервных волокон и глиальных отростков, которые называются нейропилем. Между нейронами встречаются прослойки р.с.т. с кровеносными сосудами.

**Белое вещество**, представлено миелиновыми волокнами, фибриллярными астроцитами, олигодендроцитами, микроглиоцитами. Нервные волокна в белом веществе образуют систему проводящих путей.

- **Мультиполярные нейроны серого вещества делятся на три типа:**
- **1. Изодендритические нейроны** – филогенетически наиболее древний тип с немногочисленными длинными прямыми и, слабо ветвящимися, дендритами. Располагаются в промежуточной зоне (*базиллярные ядра*), в небольших количествах есть в передних и задних рогах. Это интернейроны висцеральной чувствительности.
- **2. Идиодендритические нейроны** – с большим количеством густо ветвящихся дендритов, переплетающихся и имеющих вид куста или клубка. Эти нейроны характерны для *двигательных ядер передних рогов, студневидного вещества и ядра Кларка*.
- **3. Аллодендритические нейроны** – переходная форма, имеет умеренно ветвящиеся дендриты. Располагаются в дорсальной части передних и вентральной части задних рогов, типичны для *собственного ядра заднего рога*.

**Морфофункциональная  
классификация нейронов СМ:**

## Пластинчатая организация серого вещества СМ

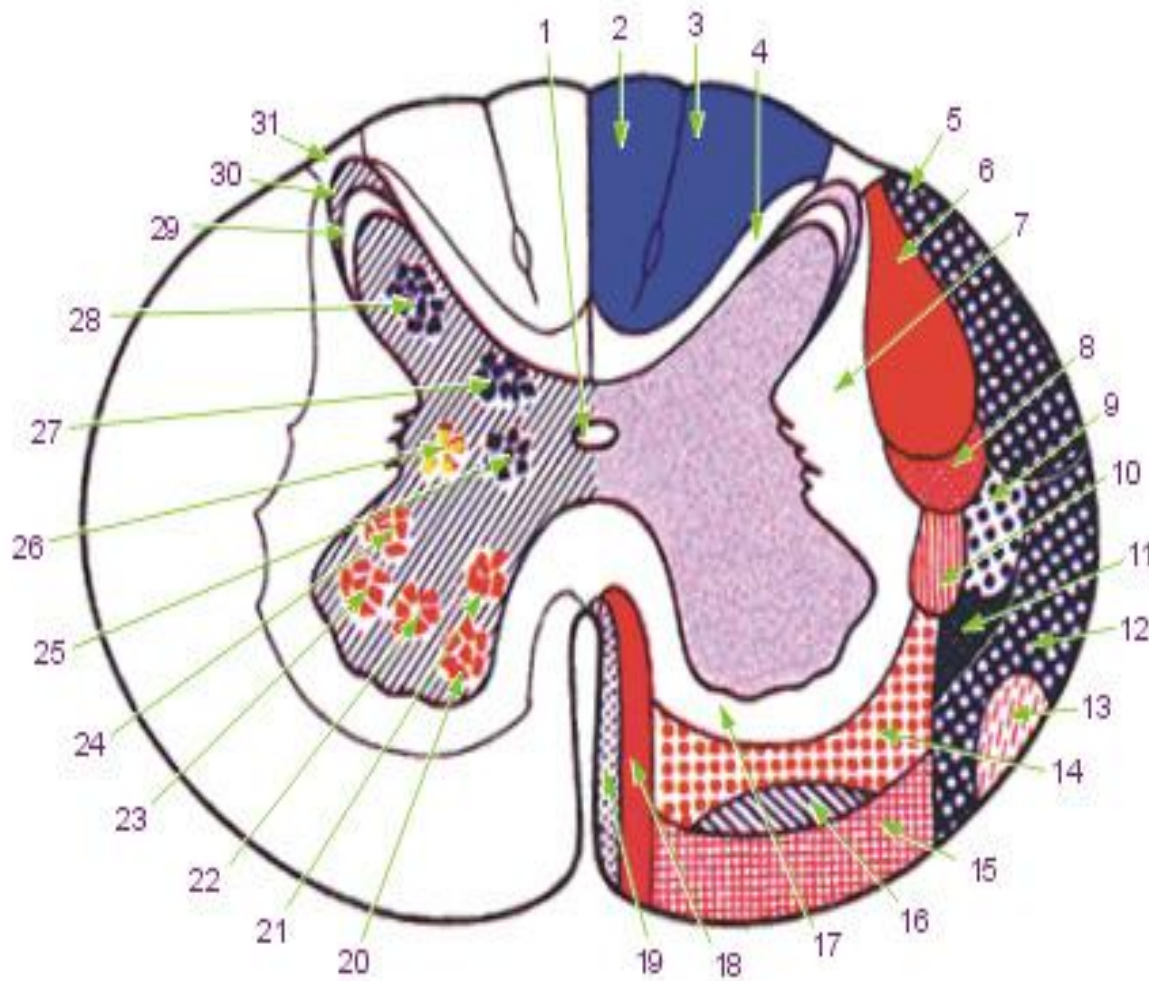


Основателем пластинчатой организации серого вещества СМ является **Риксед** (1950). Он выделил 10 пластин, которые хорошо видны на сагитальном разрезе СМ.

Пластинки с I по VI соответствуют задним рогам, VII – промежуточной зоне, VIII-IX – передним рогам, X – нейронам, расположенным около центрального канала. Пластины состоят из нейронов, которые группируются в колонки, каждая клеточная колонка иннервирует определенный метамер тела.



## Ядерная организация серого вещества СМ

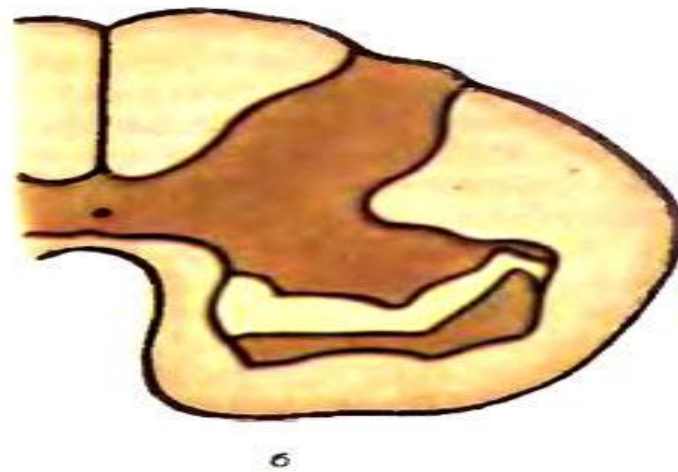
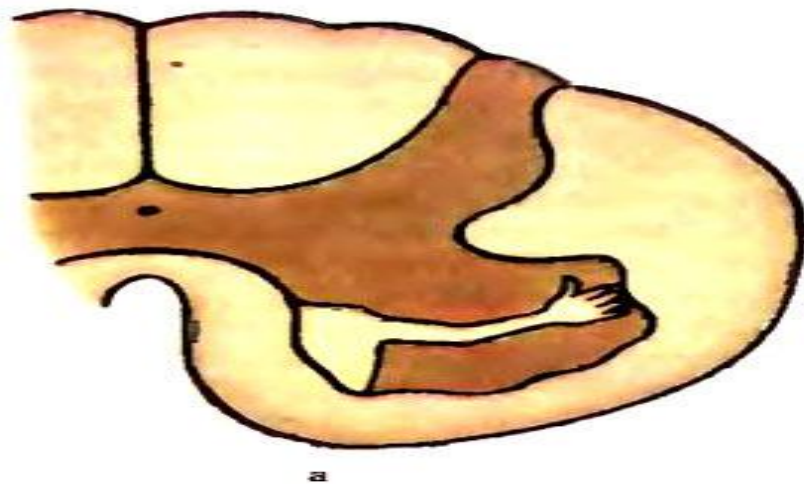
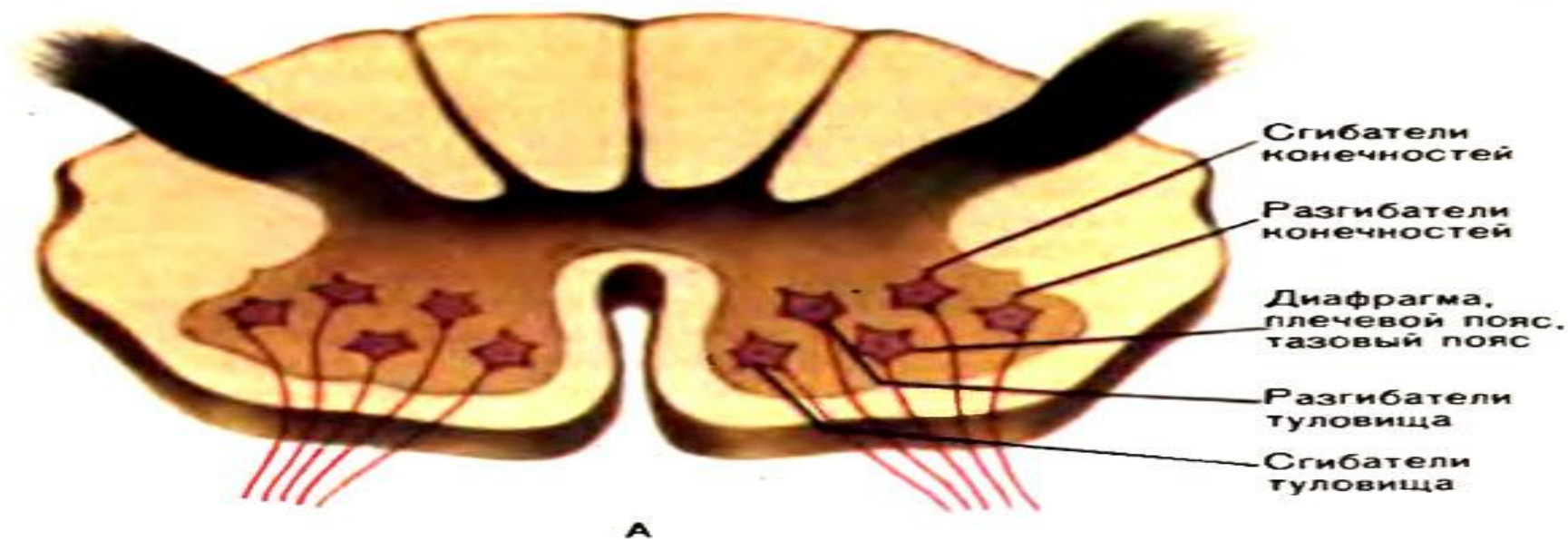


Впервые описана Рамон-Кахалем. Они обнаружили, что на поперечном разрезе СМ нейроны собраны в группы, которые напоминают ядра:

Ядра задних рогов (чувствительные): краевая зона Лиссауэра, студенистое вещество Роланда, собственное ядро, грудное ядро Кларка.

Ядра боковых рогов (вегетативные, симпатические): латеральные и медиальные промежуточные ядра.

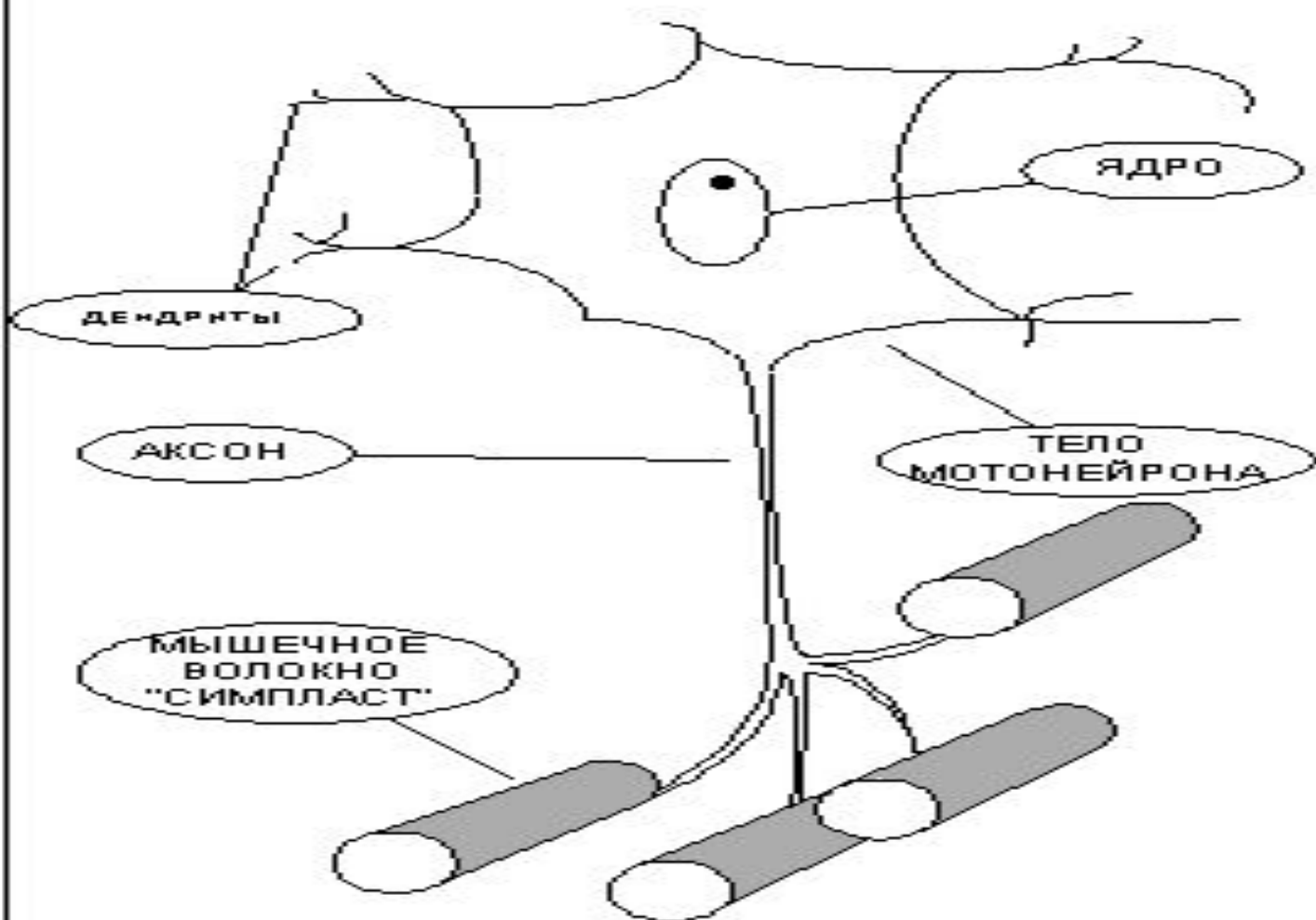
Ядра передних рогов (двигательные): 5 групп ядер – 2 латеральных (сгибатели и разгибатели конечностей), 2 медиальных (сгибатели и разгибатели туловища) и 1 центральное (сгибатели и разгибатели плечевого и тазового пояса).



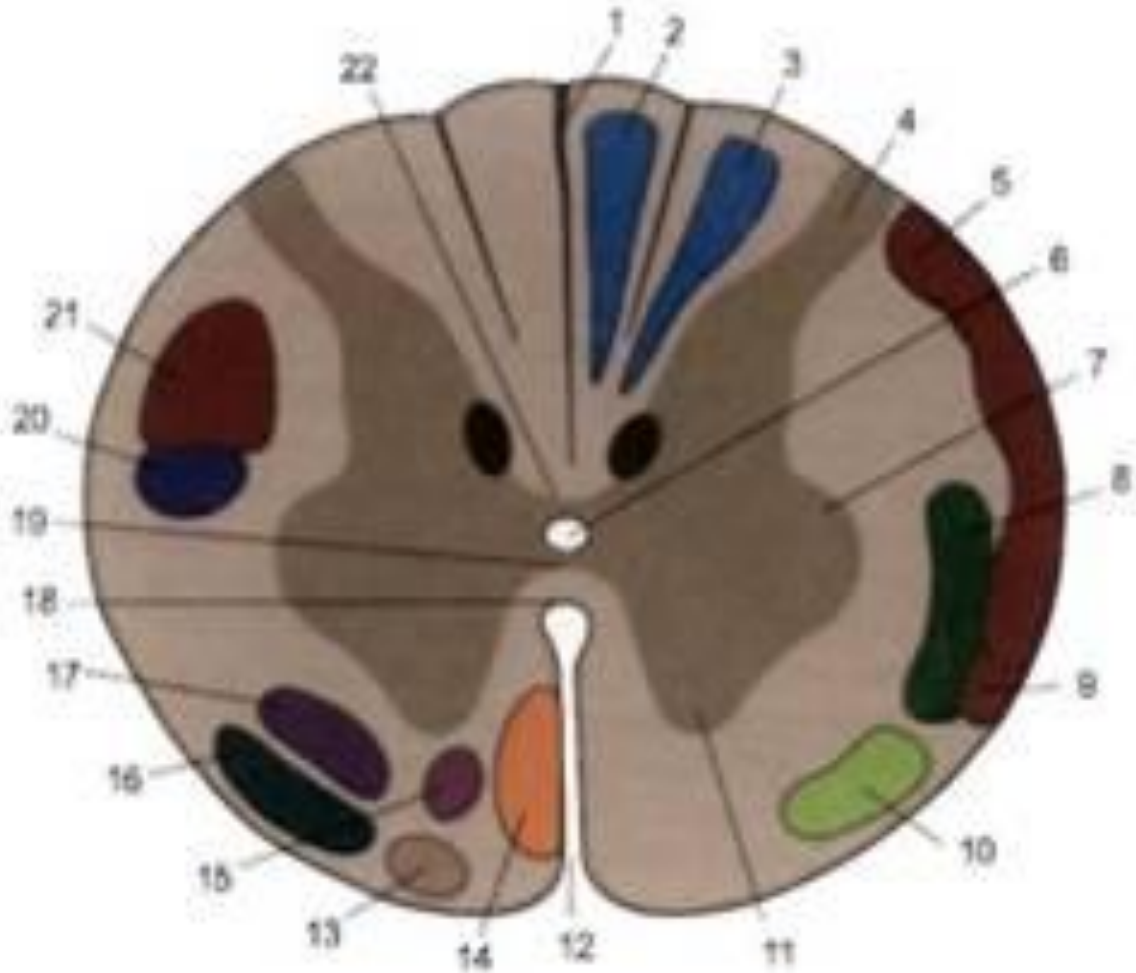
Б

**Двигательные ядра**

## МОТОНЕЙРОН



**Один мотонейрон иннервирует группу волокон**

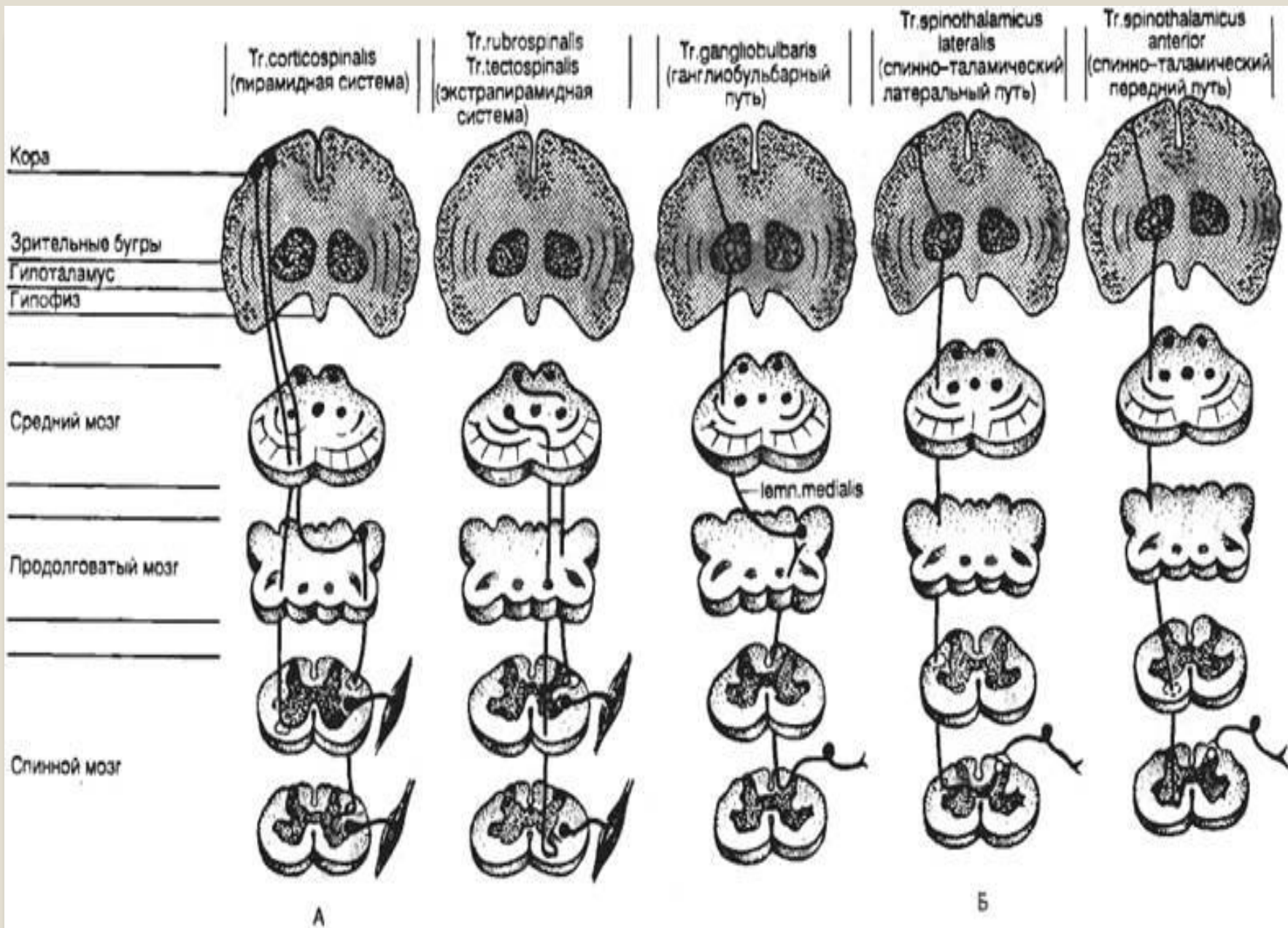


**Система проводящих путей белого вещества.** Мякотные волокна белого вещества собраны в пучки, которые формируют систему проводящих путей. Все пути делятся на восходящие (чувствительные) и нисходящие (двигательные). Восходящие связывают интернейроны СМ и протонейроны СМУ с ГМ, а нисходящие направляются из ГМ в СМ.

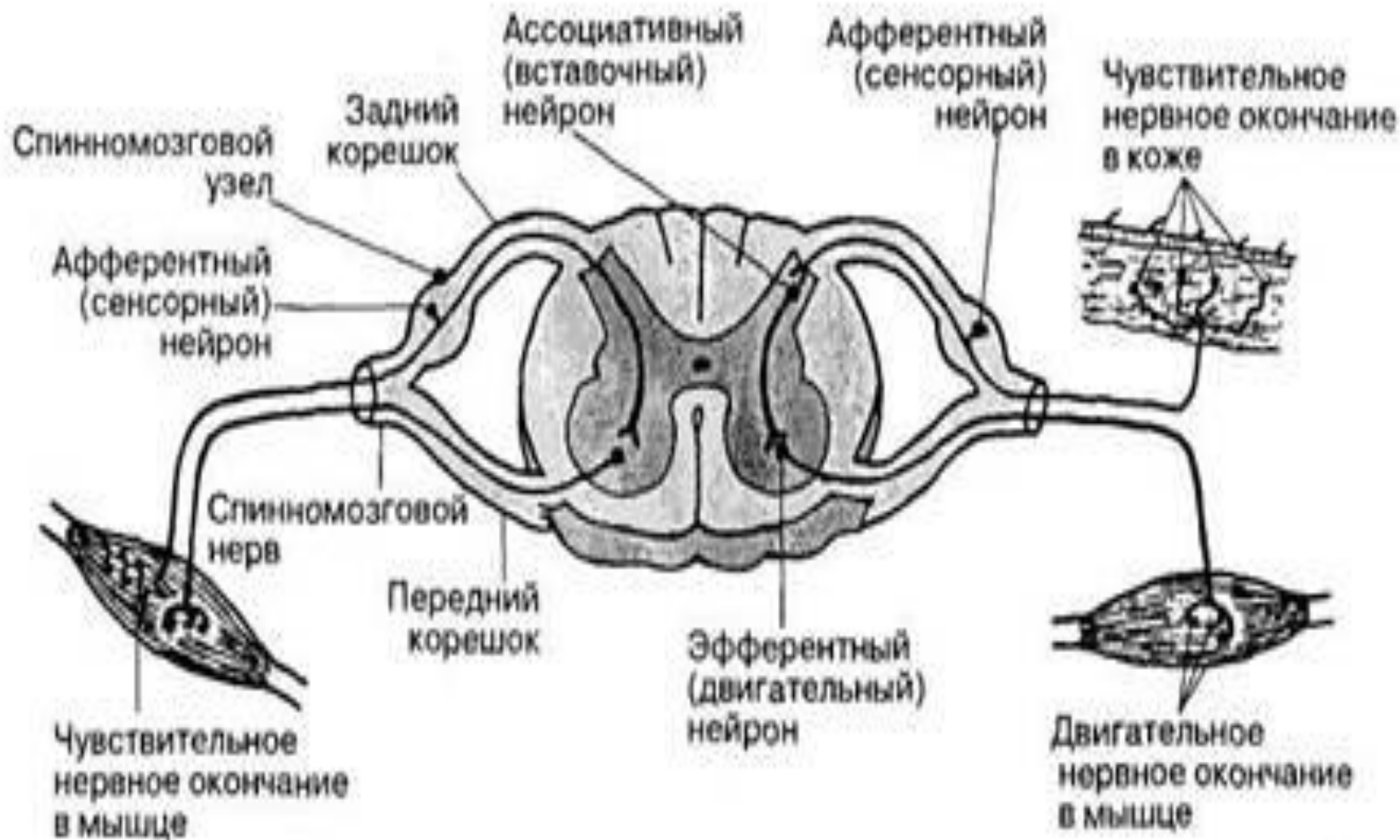
**Восходящие пути:** Голя, Бурдаха, задний спинномозжечковый путь Флексига, передний спинномозжечковый путь Говерса, спиноталамический путь общей чувствительности.

**Нисходящие пути:** пирамидные и экстрапирамидные.

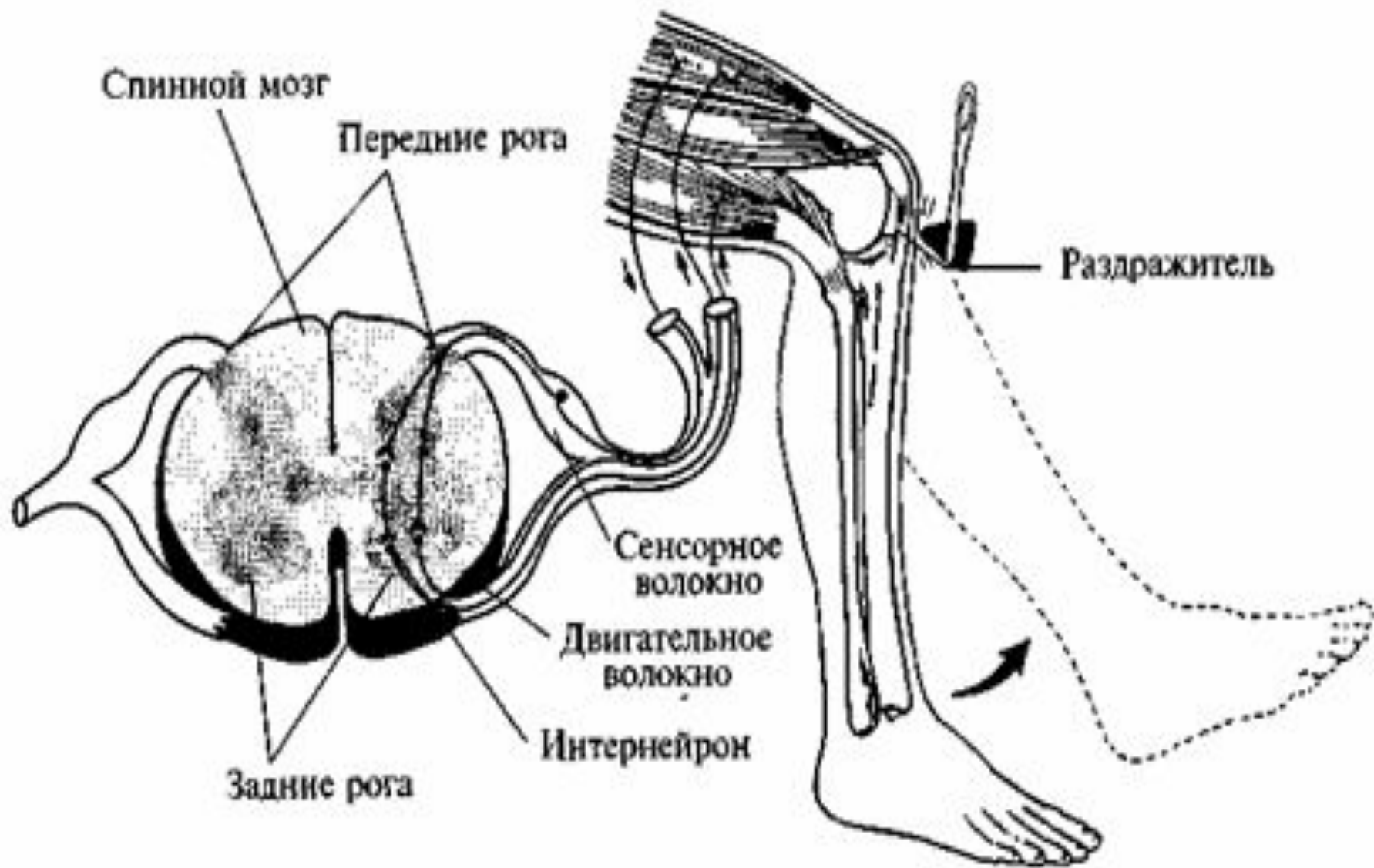
Проводящие пути на поперечном срезе верхнегрудного отдела спинного мозга. 1 — задняя срединная перегородка; 2 — тонкий пучок; 3 — клиновидный пучок; 4 — задний рог; 5 — спинномозжечковый путь, 6 — центральный канал, 7 — боковой рог; 8 — латеральный спиноталамический путь; 9 — передний спинномозжечковый путь; 10 — передний спиноталамический путь; 11 — передний рог; 12 — передняя срединная щель; 13 — оливоспинномозговой путь; 14 — передний корково-спинномозговой (пирамидный) путь; 15 — передний ретикулярно-спинномозговой путь; 16 — преддверно-спинномозговой путь; 17 — ретикулярно-спинномозговой путь; 18 — передняя белая спайка; 19 — серая спайка; 20 — красноядерно-спинномозговой путь; 21 — латеральный корково-спинномозговой (пирамидный) путь; 22 — задняя белая спайка.



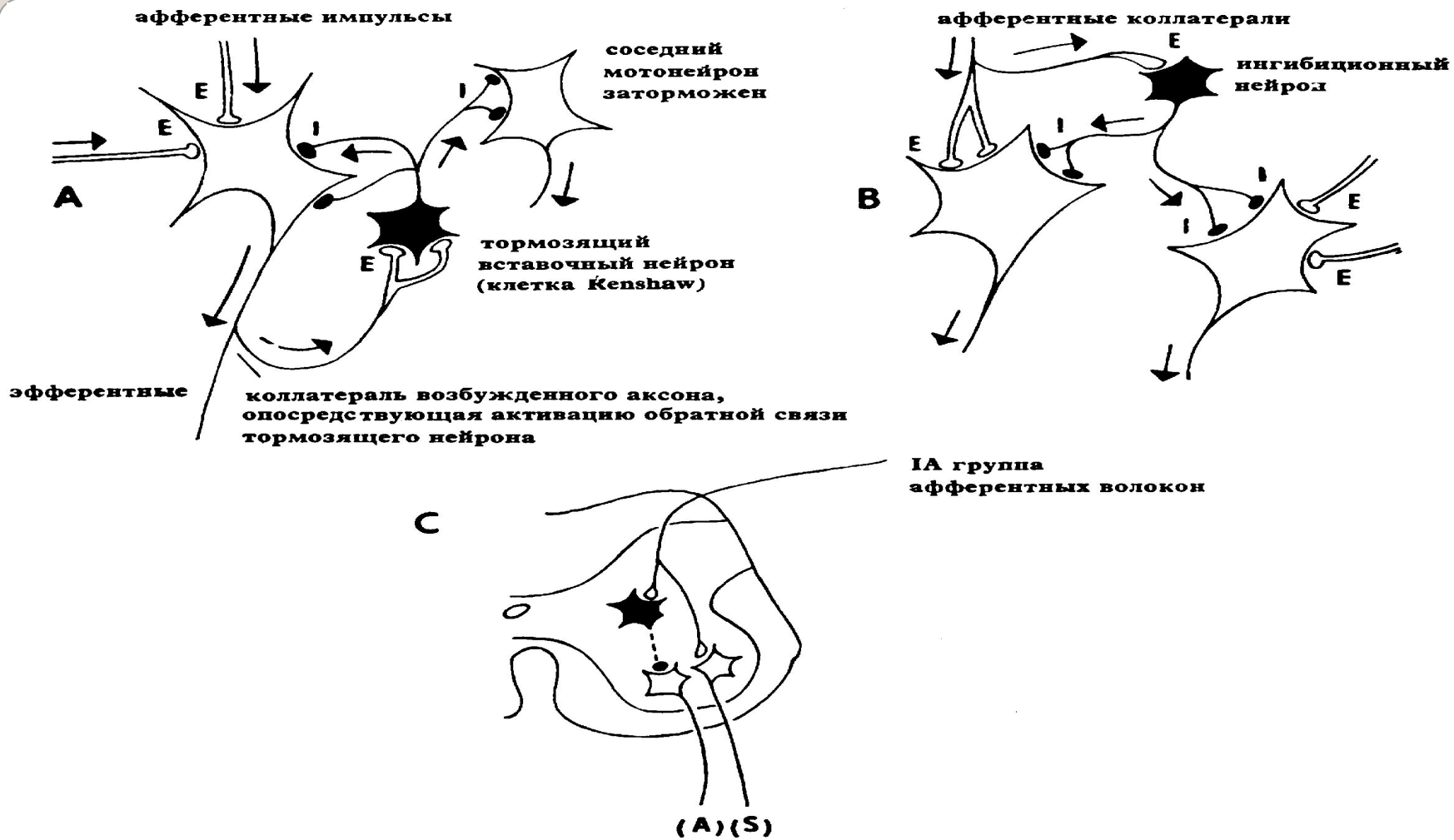
**Система восходящих путей спинного мозга**



# Собственный аппарат спинного мозга

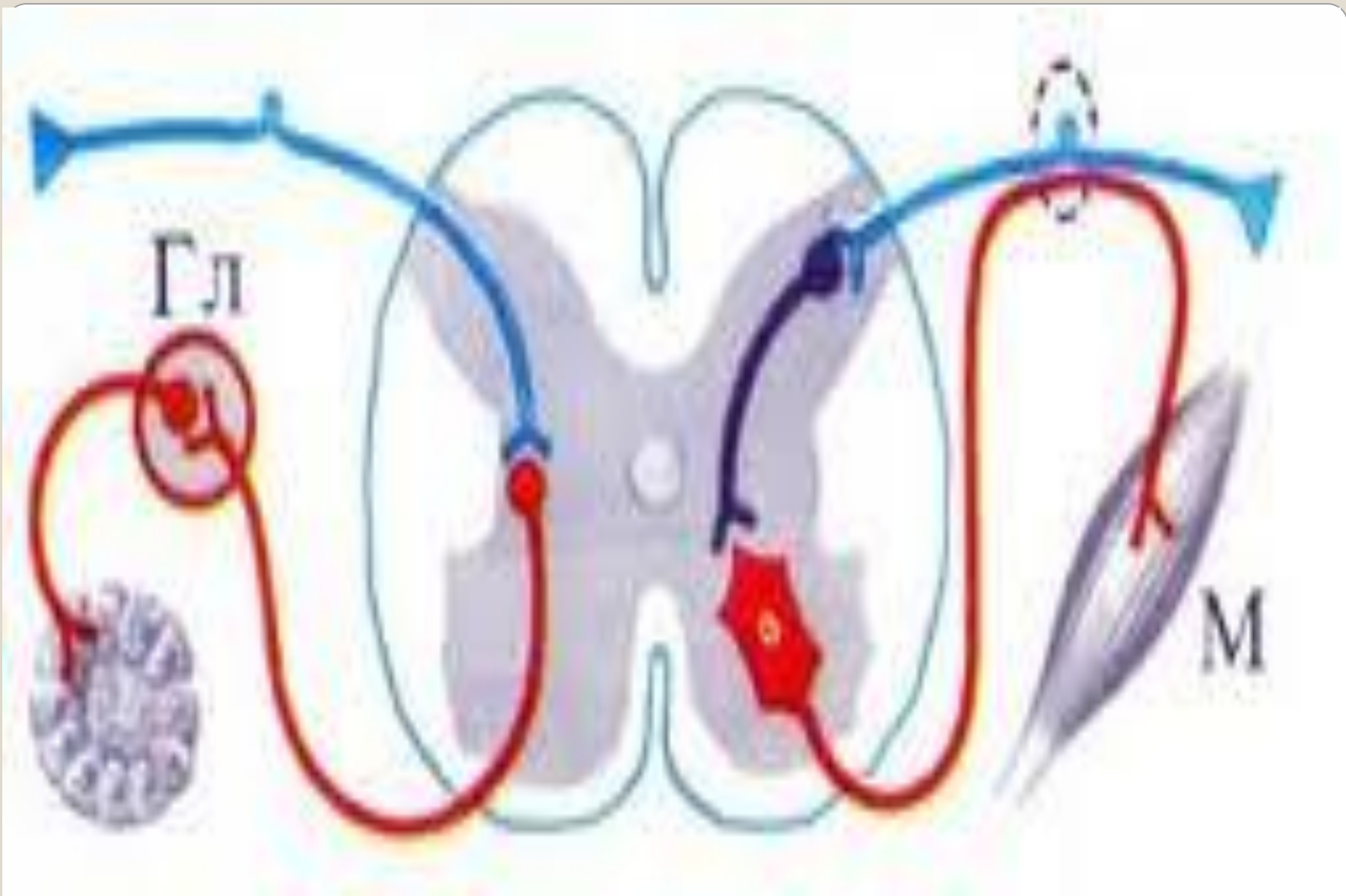


## Коленный рефлекс

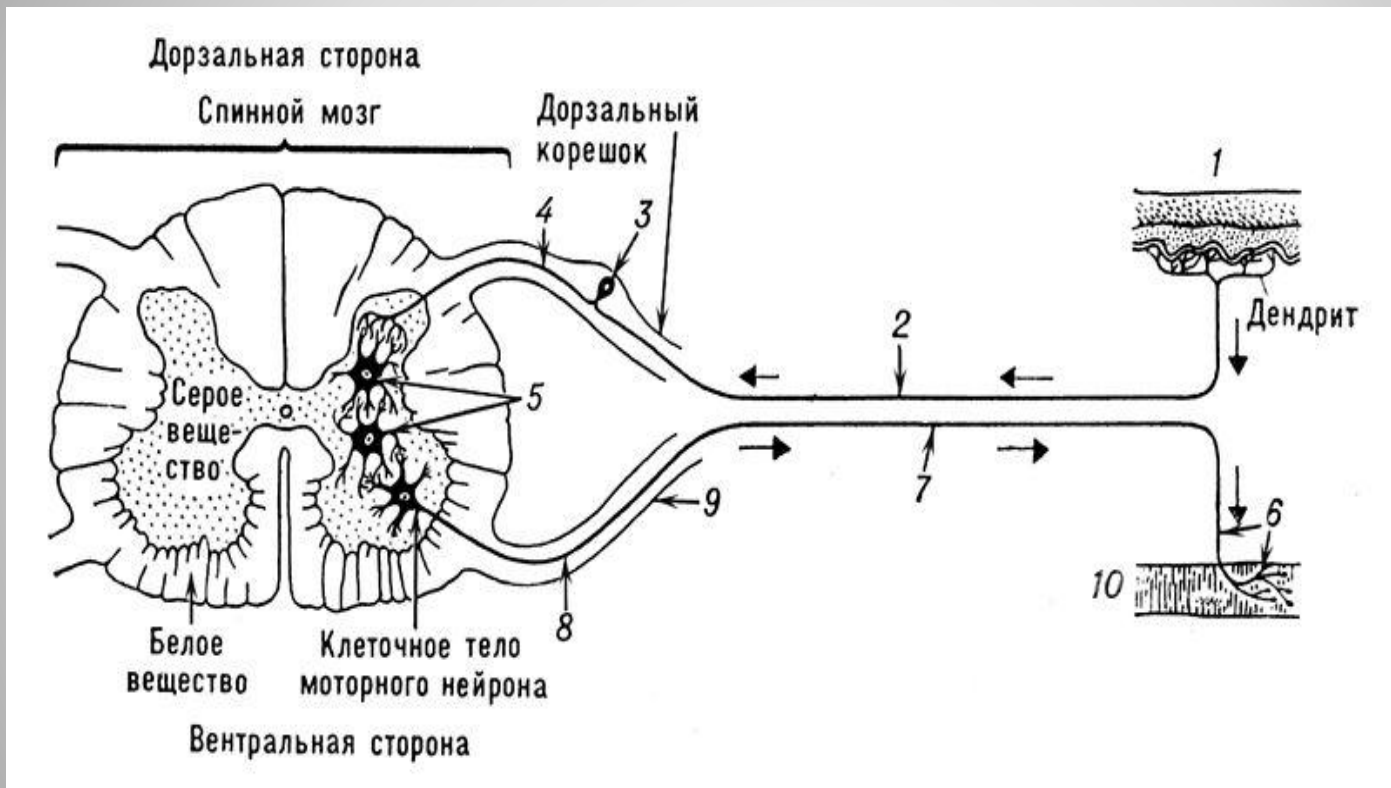


# Тормозные нейроны базиллярных ядер (клетки Рен-Шоу)





**Соматическая и вегетативная р.д.**



# Рефлекторная дуга