

# Лекция №7

- **Периферическая и центральная нервная система. Спинной мозг. Вегетативная нервная система.**
- **Кора большого мозга, мозжечок. Сосудистое сплетение. Оболочки мозга. Регенерация в нервной системе.**

# Классификация нервной системы

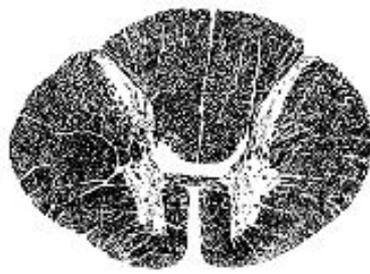
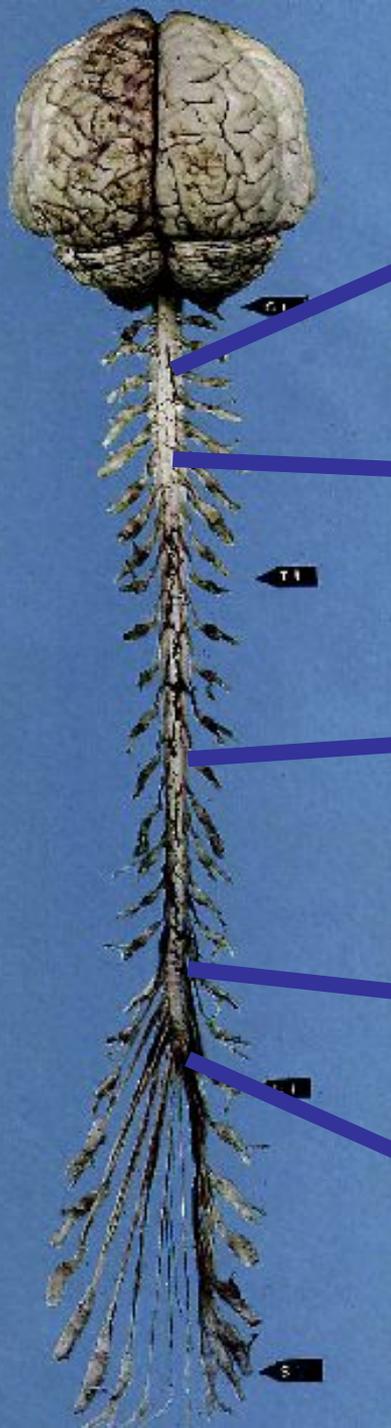
# Эволюция нервной системы

## Эмбриогенез нервной системы



# Спинной мозг

Форма, серое и белое вещество



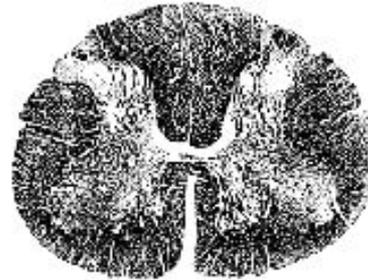
C3



C6



T6

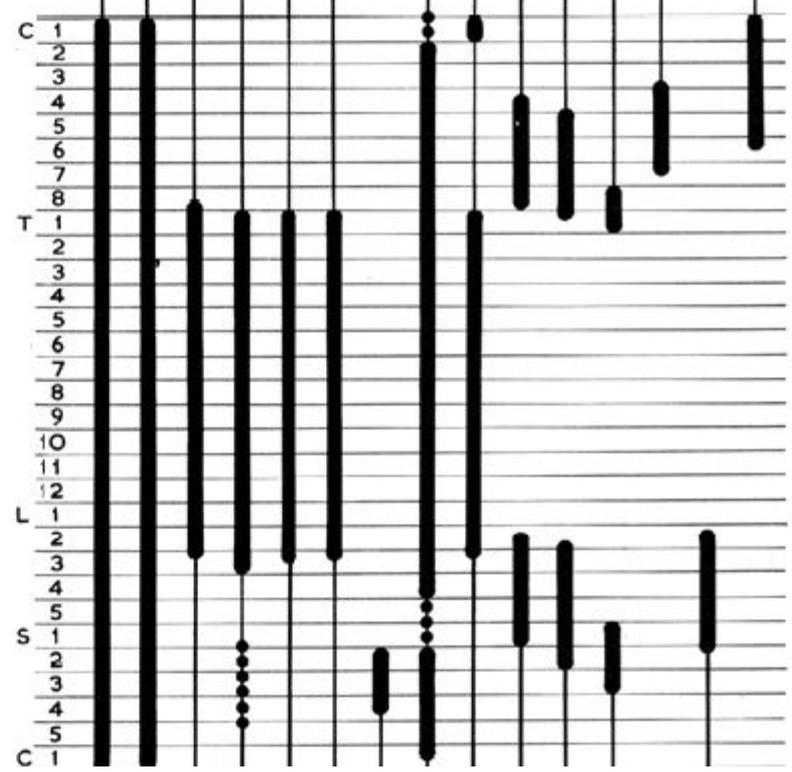
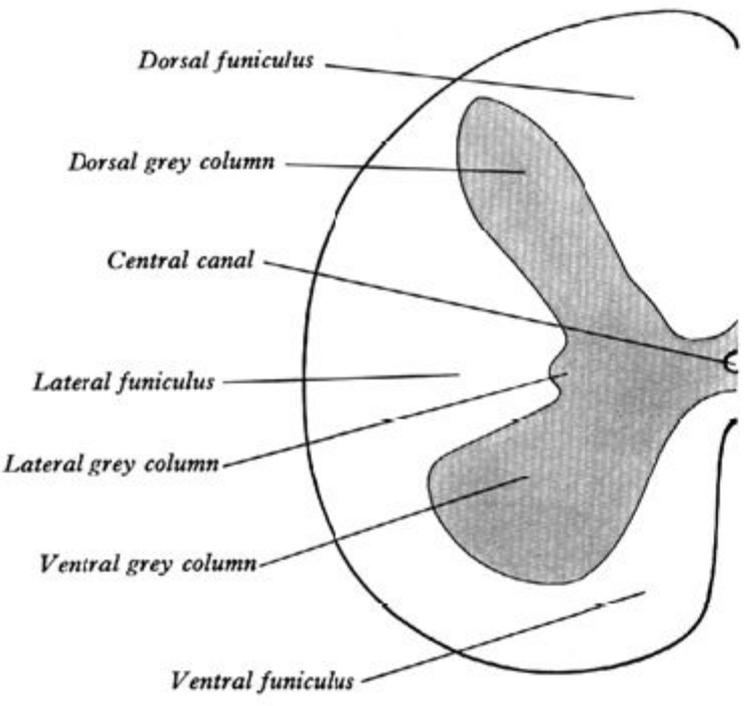
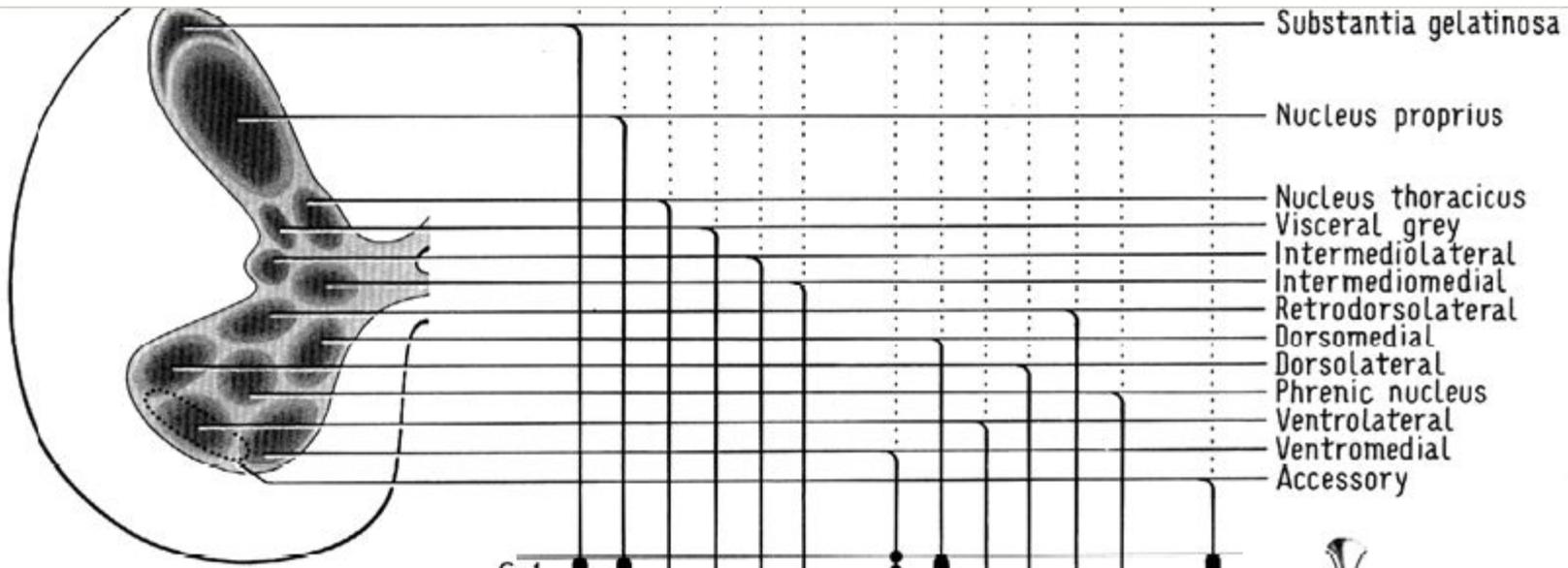


L3



S2





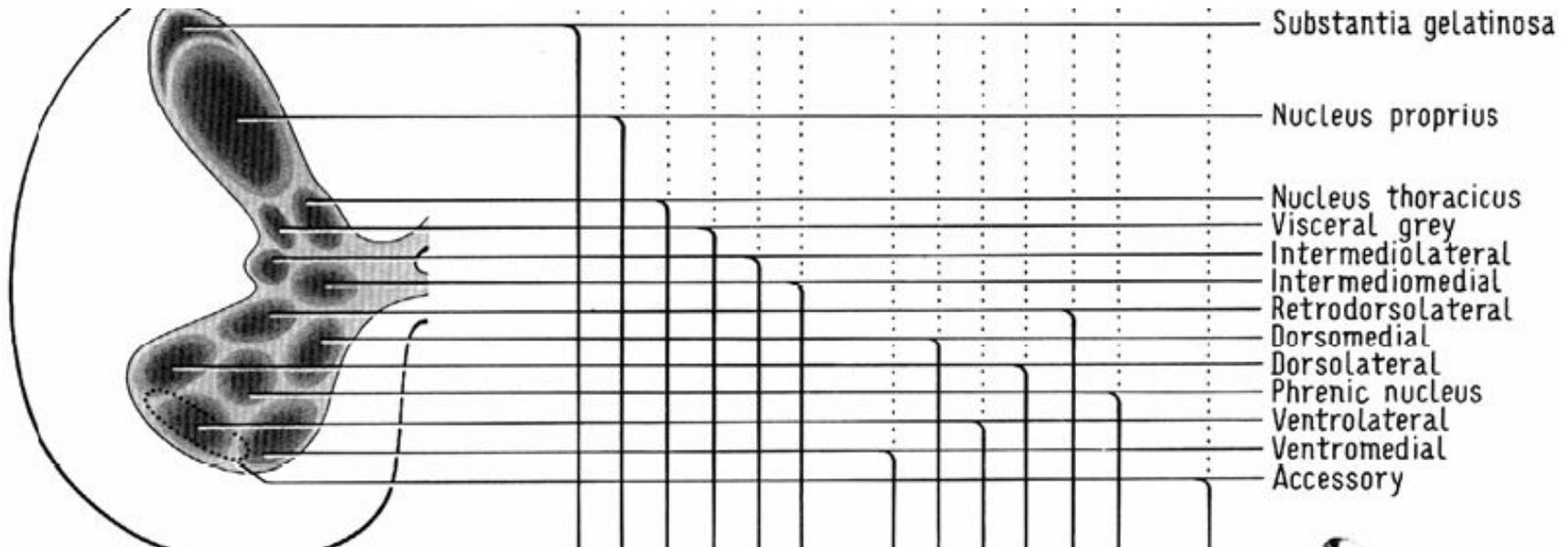
# Классификация нейронов спинного мозга

## Классификация всех нейронов по местонахождению их аксонов

**корешковые** нейроны - аксоны участвуют в образовании **передних корешков** мозга;

**пучковые** - аксоны участвуют в образовании пучков **белого вещества**;

**внутренние** - их аксоны **не выходят за пределы** серого вещества.



## Классификация клеток передних рогов

**Большие  
альфа-  
мото-  
нейроны**

**На них оканчиваются нисходящие проводящие пути от коры б.полушарий, ассоциативные нейроны простых рефлекторных дуг.**

**Иннервируют в ск. мышцах экстрафузальные мышечные волокна, участвуют в сознательных и безусловнорефлекторных движениях.**

**Малые  
альфа-  
мото-  
нейроны**

**Находятся под контролем подкорковых ядер головного мозга и обеспечивают сложные "бессознательные" движения (в т.ч. условнорефлекторные), влияют на тонус мышц.**

# Классификация клеток передних рогов

Контролируются ретикулярной формацией и осуществляют эфферентную иннервацию нервно-мышечных веретён.

Схема действия:

Сокращения интрафузальных мышечных волокон



Раздражение проприорецепторов



Замыкание простой рефлекторной дуги (с участием больших альфа-мотонейронов)



Сокращение скелетной мышцы или повышение её тонуса

Так осуществляется **тонкая регуляция произвольных движений и тонуса мышц.**

Гамма-мотонейроны

Клетки Реншоу

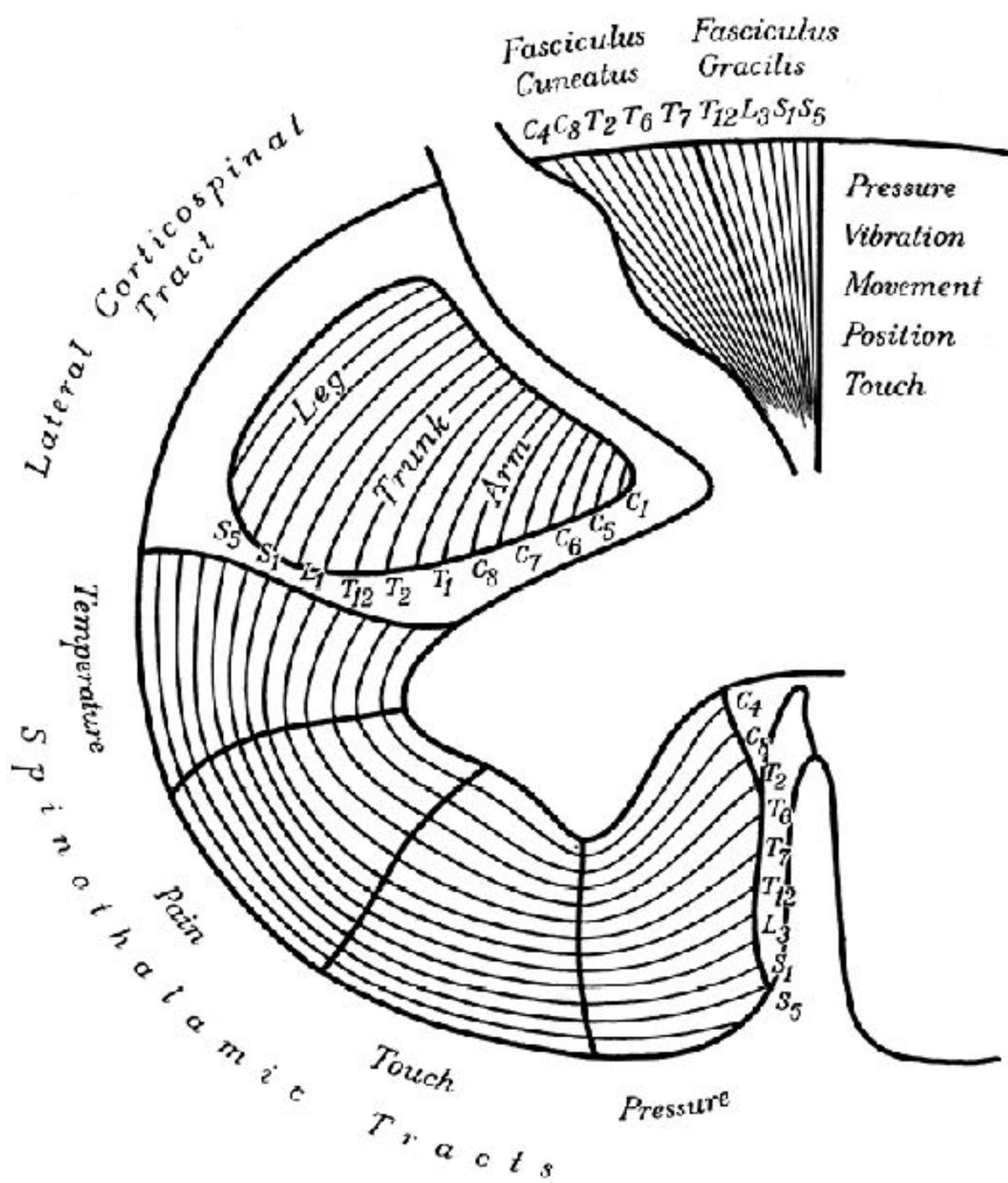
Тормозные нейроны: принимают сигналы от мотонейронов и при избыточности сигнала по принципу обратной связи осуществляют торможение мотонейронов.

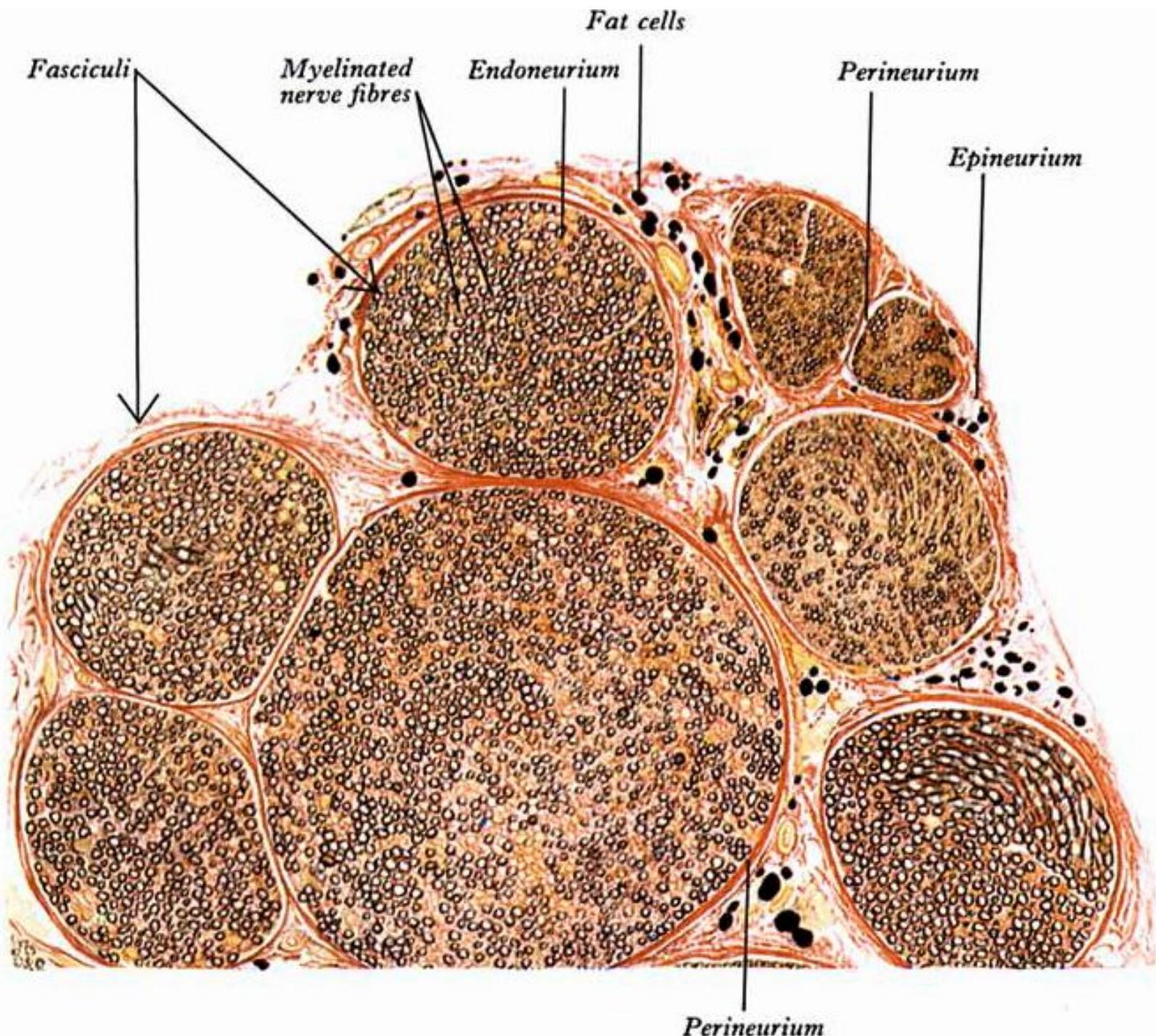
## Белое вещество спинного мозга

<b>ЗАДНИЕ КАНАТИКИ</b>	<b>Восходящие пучки - к продолговатому мозгу.</b>	<b>Содержат аксоны чувствительных нейронов спинномозговых узлов. Аксоны поднимаются (по той же стороне спинного мозга) до ассоциативных нейронов в ядрах продолговатого мозга.</b>
<b>БОКОВЫЕ КАНАТИКИ</b>	<b>Восходящие пучки: к мозжечку, к зрительному бугру, к среднему мозгу.</b>	<b>Содержат аксоны ассоциативных нейронов собственного и грудного ядер задних рогов, а также медиального промежуточного ядра боковых рогов.</b>
	<b>Нисходящие пучки: от коры больших полушарий (боковой пирамидный тракт); от ядер продолговатого и среднего мозга.</b>	<b>Содержат аксоны нейронов головного мозга. Аксоны образуют синапсы с мотонейронами передних рогов спинного мозга.</b>

# Белое вещество спинного мозга

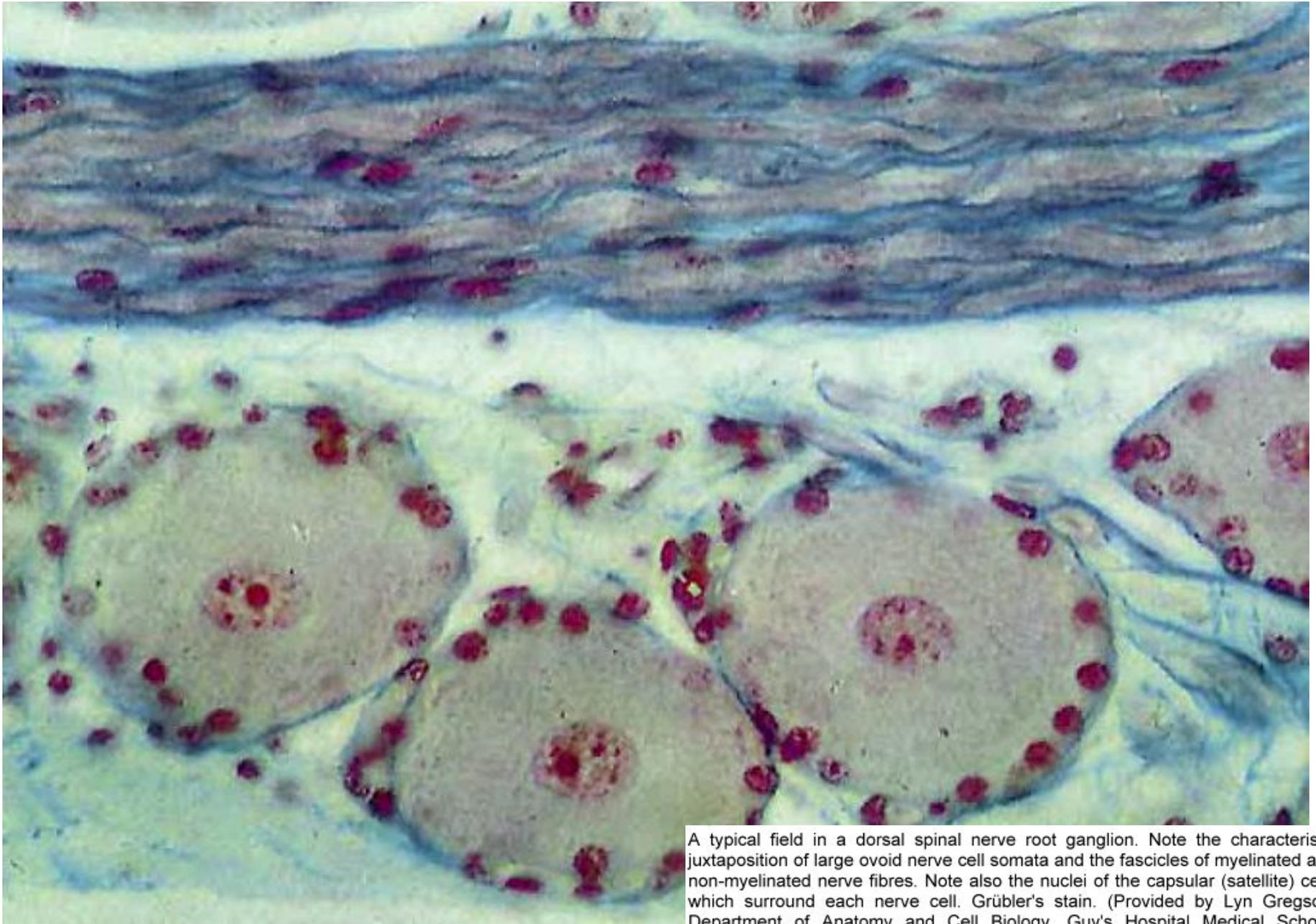
<p><b>ПЕРЕДНИЕ КАНАТИКИ</b></p>	<p><b>Нисходящие пучки: <u>от коры больших полушарий</u> (передний пирамидный тракт), <u>от среднего мозга</u> (от подкорковых центров зрения и слуха), <u>от продолговатого мозга.</u></b></p>	<p><b>Эти проводящие пути заканчиваются на мотонейронах передних рогов спинного мозга.</b></p>
<p><b>ВСЕ КАНАТИКИ</b></p>	<p><b>Собственные пучки - огибают со всех сторон серое вещество.</b></p>	<p><b>Содержат аксоны диффузных пучковых клеток, которые идут из одних сегментов спинного мозга в соседние и тоже заканчиваются на мотонейронах.</b></p>



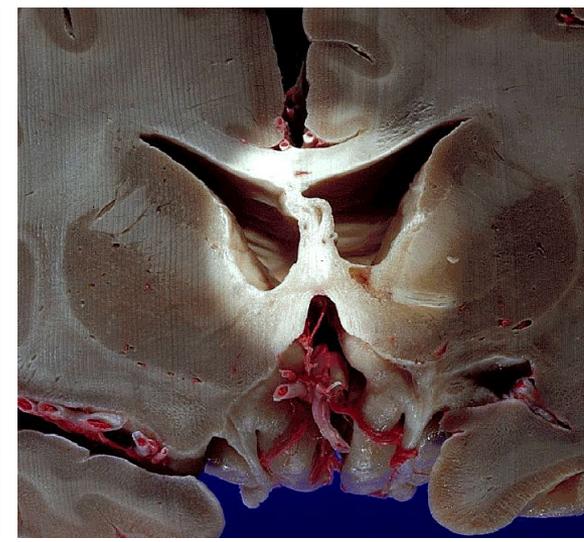
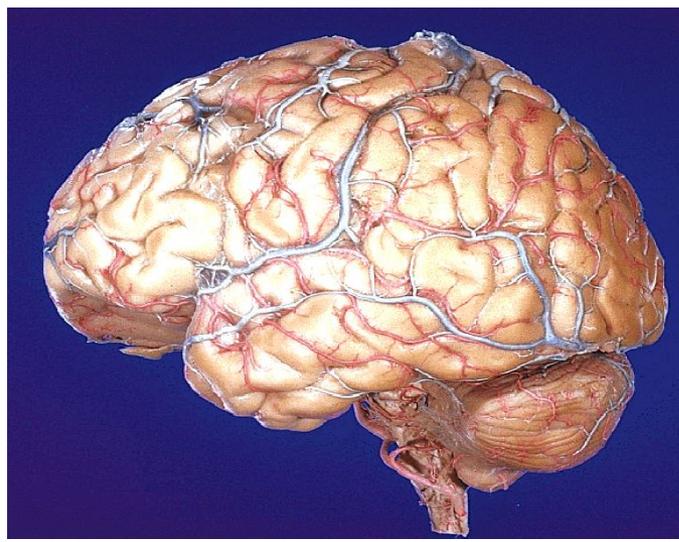
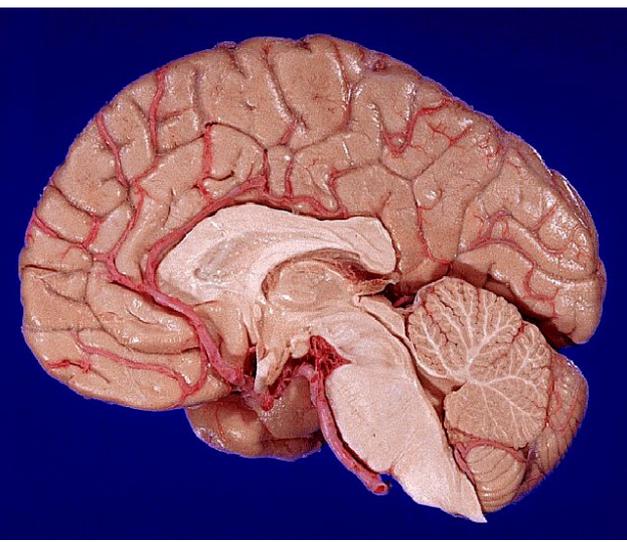


Нервные с

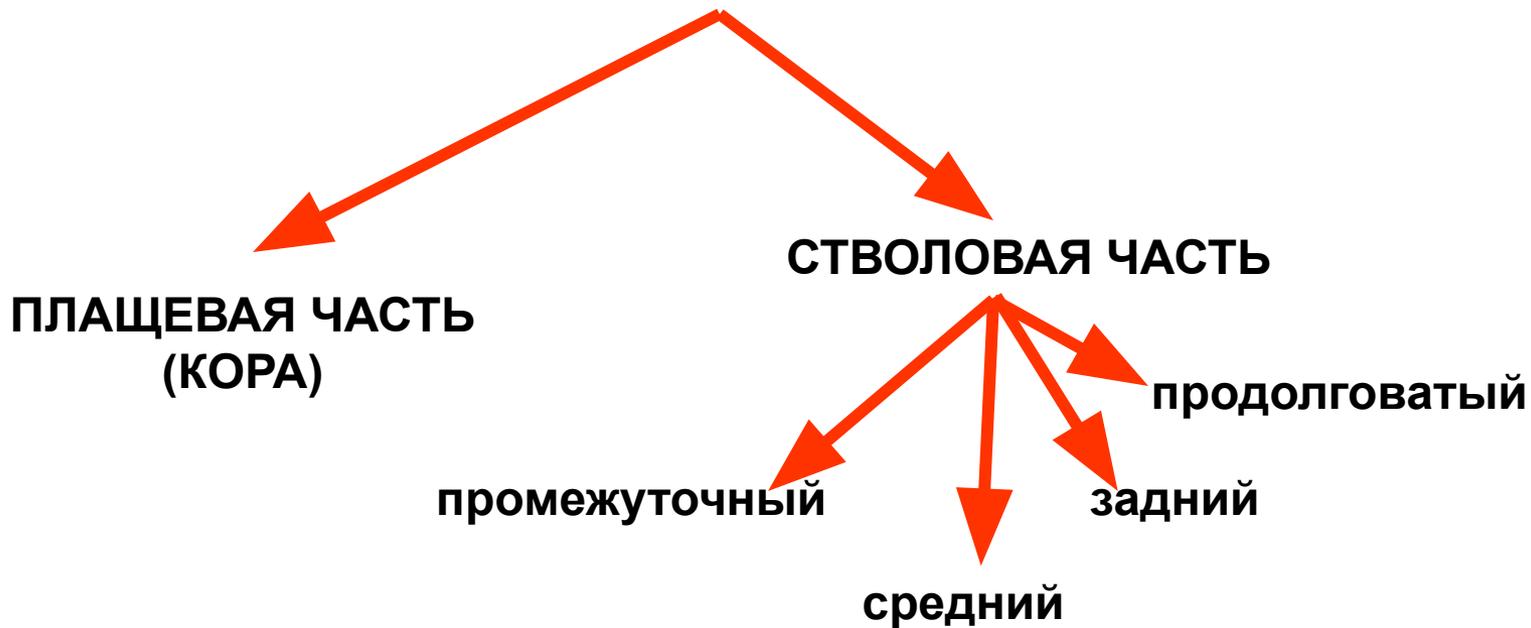
# Нервные узлы



A typical field in a dorsal spinal nerve root ganglion. Note the characteristic juxtaposition of large ovoid nerve cell somata and the fascicles of myelinated and non-myelinated nerve fibres. Note also the nuclei of the capsular (satellite) cells which surround each nerve cell. Grüber's stain. (Provided by Lyn Gregson, Department of Anatomy and Cell Biology, Guy's Hospital Medical School, London.)



# ГОЛОВНОЙ МОЗГ

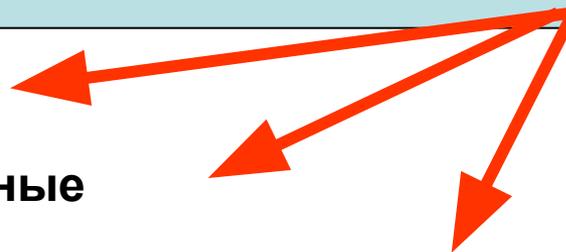


Серое вещество представлено ядрами

чувствительные

ассоциативные

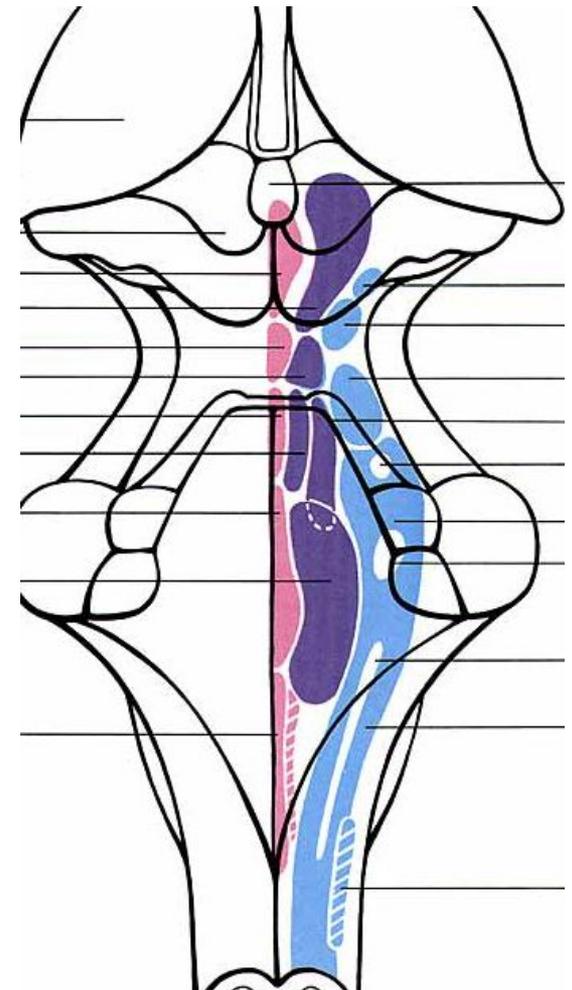
двигательные



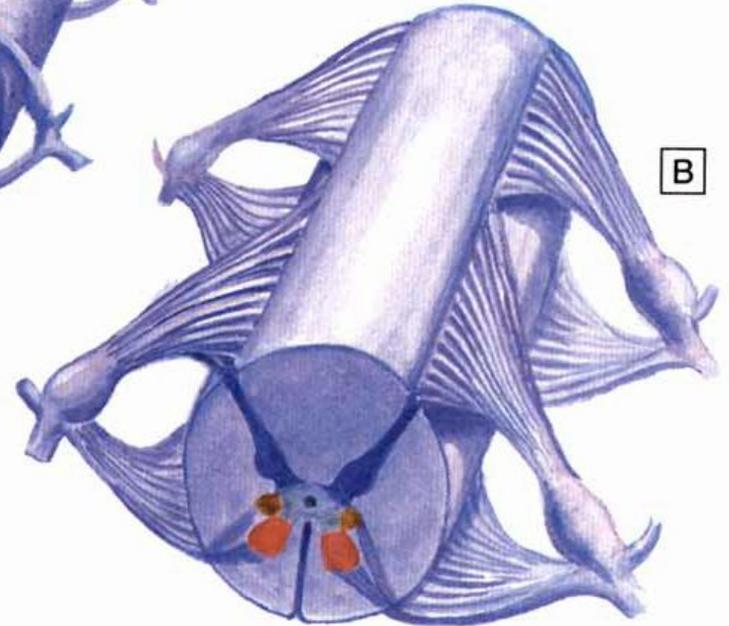
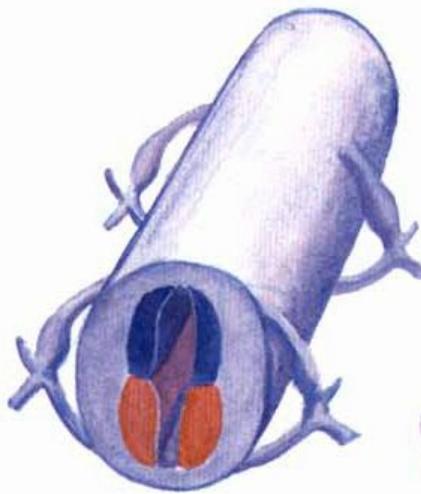
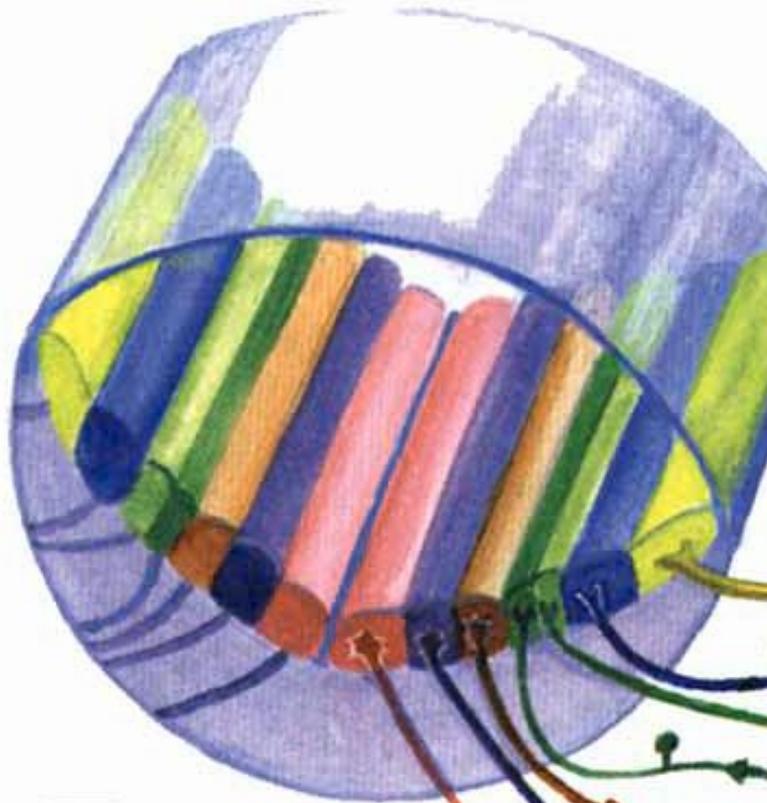
## типы нервных центров

1. Ядерного типа (понятие о ядре как относительно ограниченной группе нейронов со сходным строением и функциями). Примеры ядер макроскопического (хвостатое, красное, черное вещество, зубчатое мозжечка) и микроскопического (черепных нервов, гипоталамические и др.) уровня.

2. Проекционного (экранного) типа.



**ВВ! Причина увеличения количества вставочных нейронов – экстенсивный и интенсивный пути эволюции**



**C**

*Special somatic sensory (vestibulocochlear)*

*General somatic sensory*

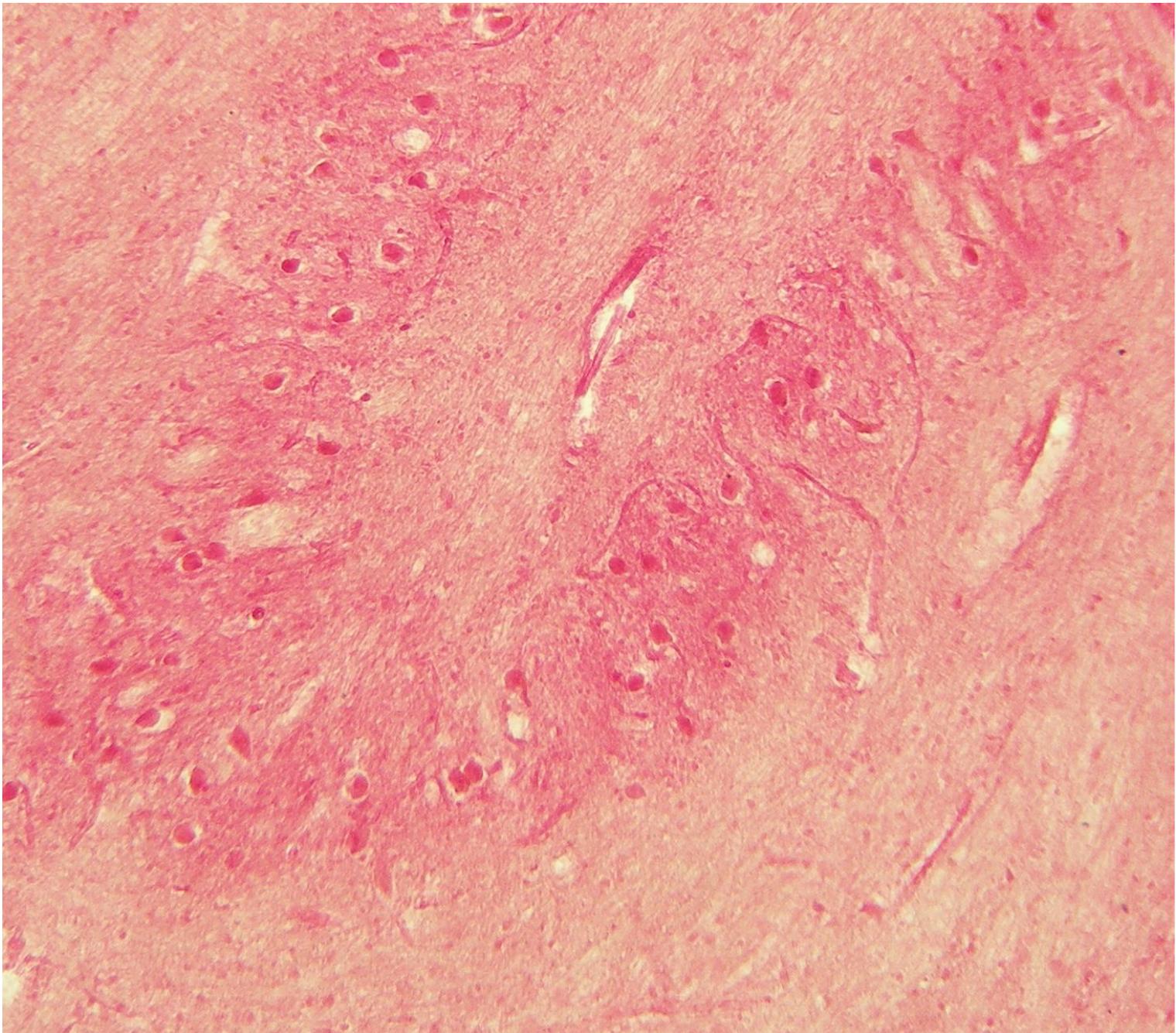
*Special visceral sensory (taste)*

*General visceral sensory*

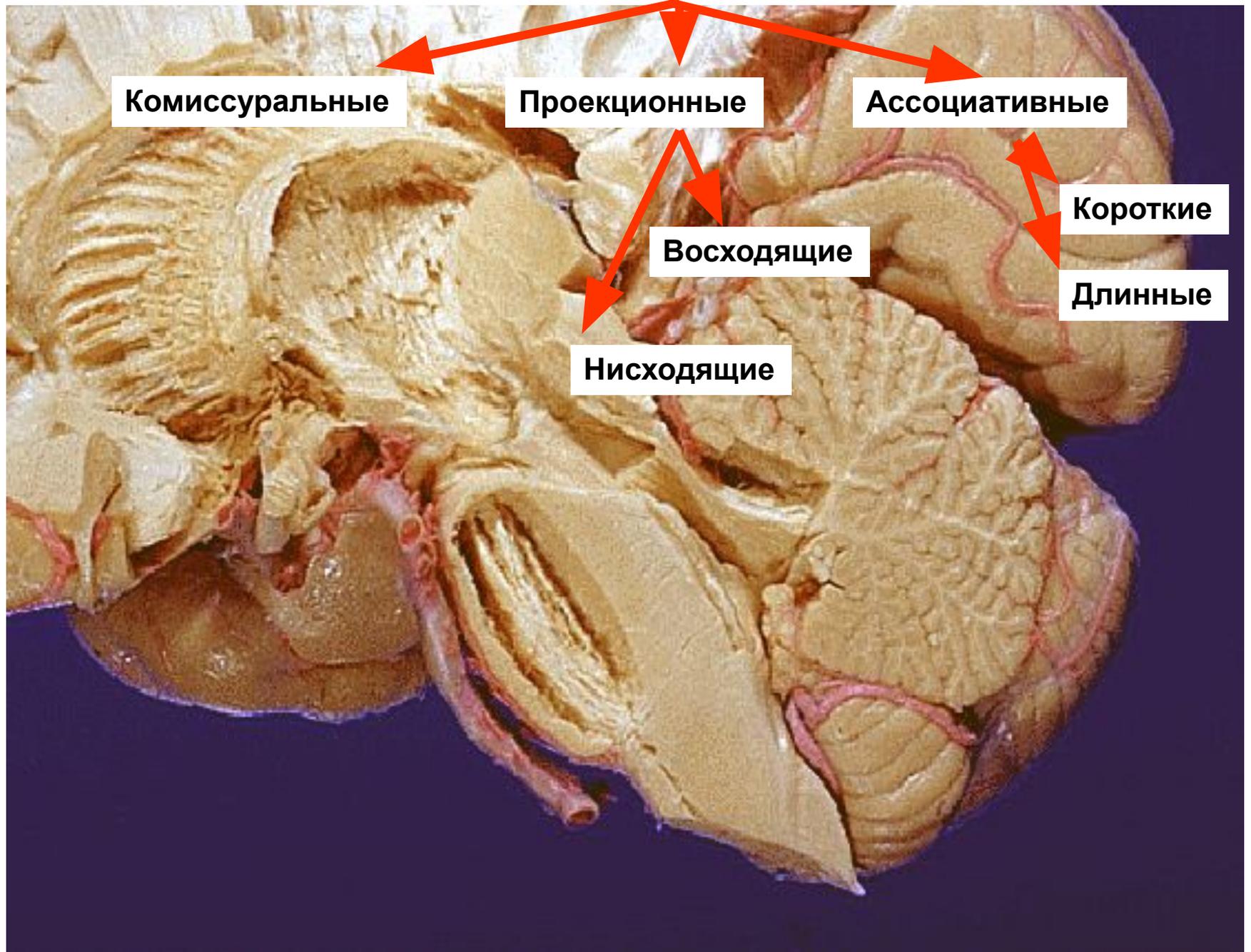
*Visceral motor*

*Branchiomotor*

*Somatic motor*



# Белое вещество ствола головного мозга.





# Ретикулярная формация.

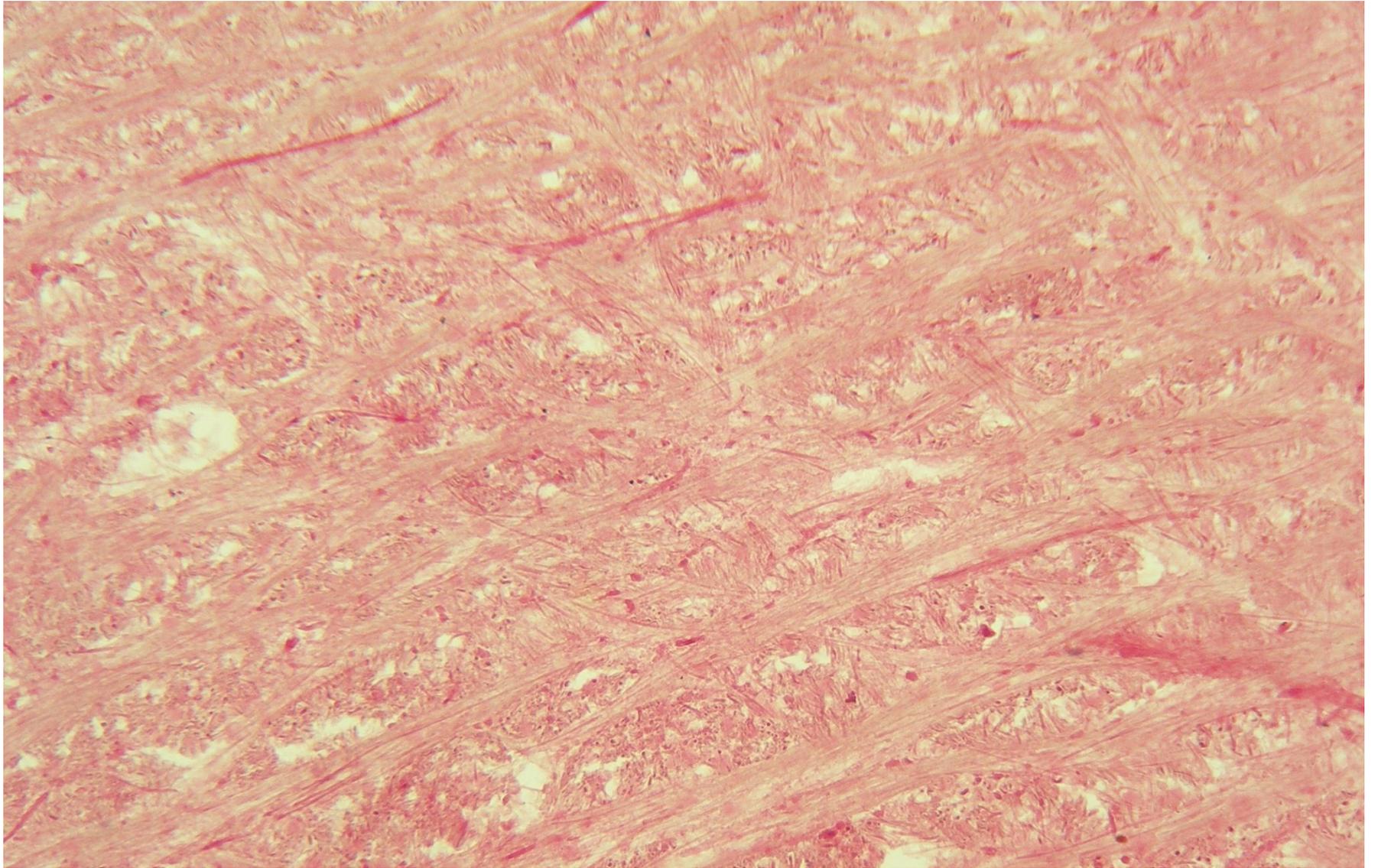
**Нейроны:** разные по размерам мультиполярные, сгруппированные в ядра

**Организация:** диффузная сеть в каудальных отделах ствола, компактность - краниально.

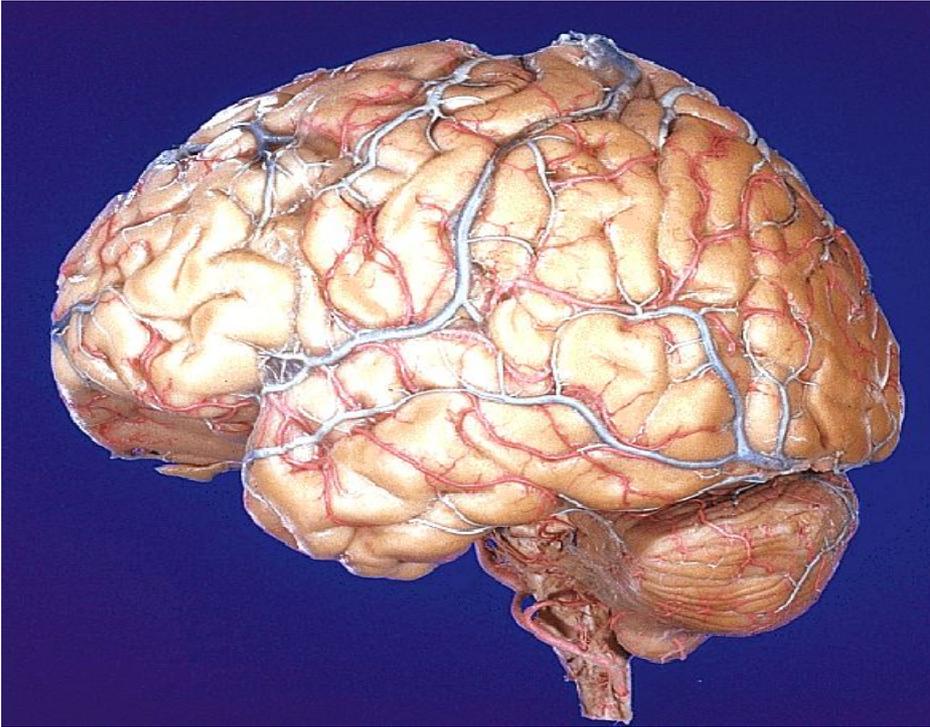
**Связи –** восходящие (активирующие кору), нисходящие (тормозящие мотонейроны спинного мозга).

**Нейромедиаторы:** АХ, норадреналин, серотонин, дофамин, ГАМК.  
**Функции –** половое поведение, агрессия, восприятие боли.





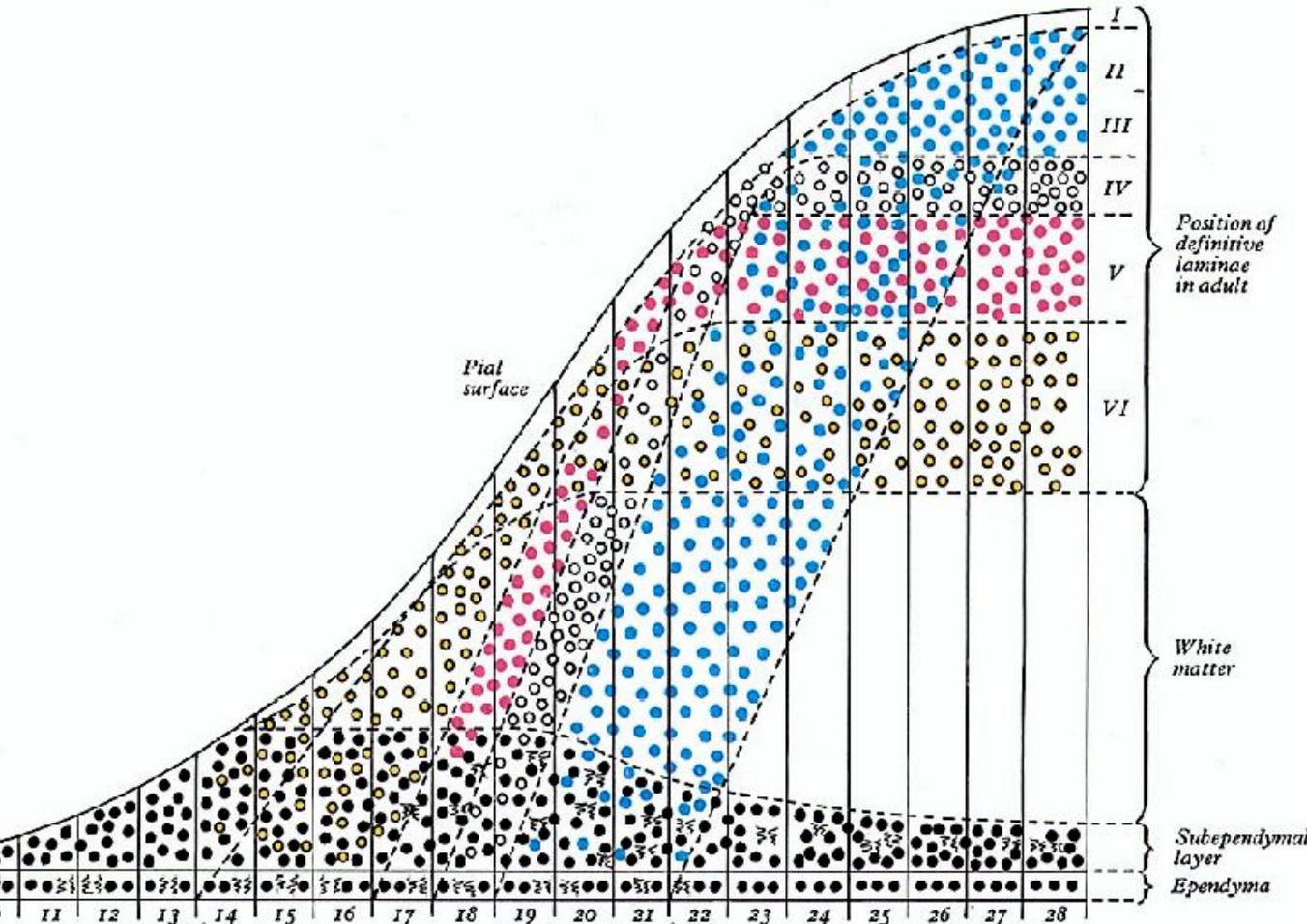
# Кора головного мозга



1. Экранный центр
2. Площадь – 1500 – 2500 кв.см.
3. Толщина – 3-5 мм
4. 30%- поверхность мозга, 70% - в глубине борозд
5. 10-15 млрд нейронов и более 100 млрд глиоцитов

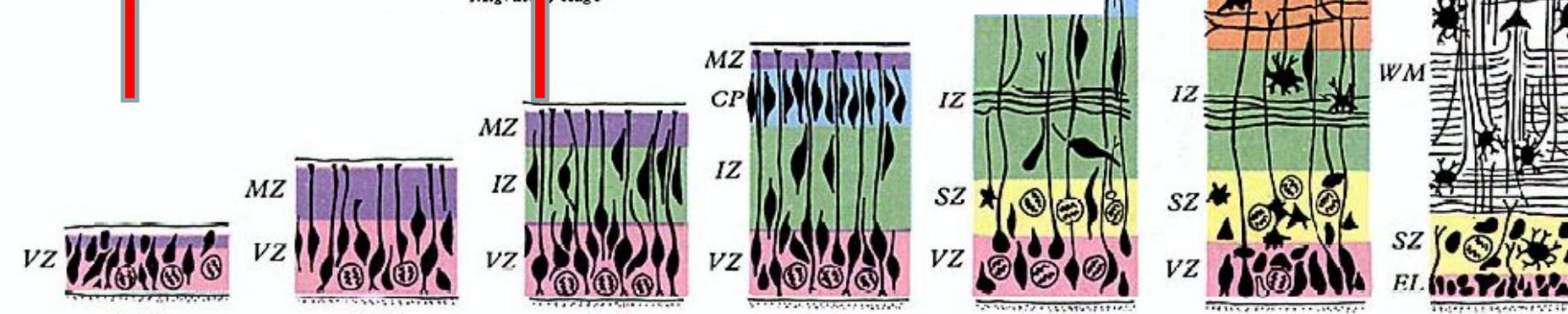
**Миелоархитектоника**

**Цитоархитектоника – 52 поля**



Proliferative stage

Migratory stage



A



21 неделя

B



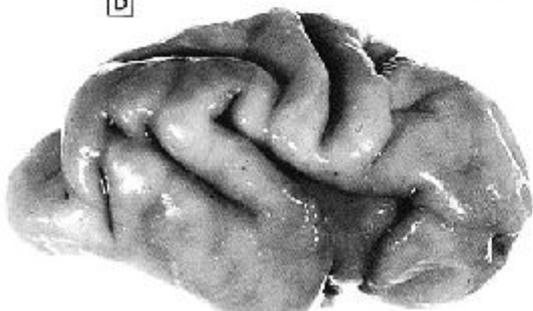
24 недели

C



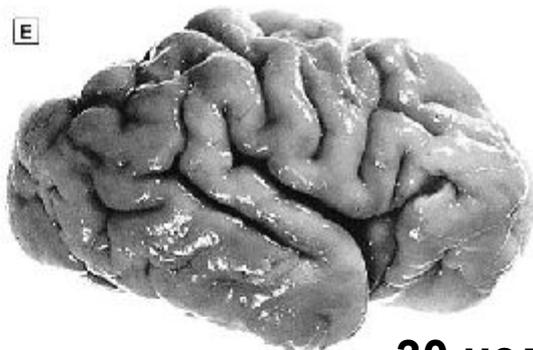
26 недель

D



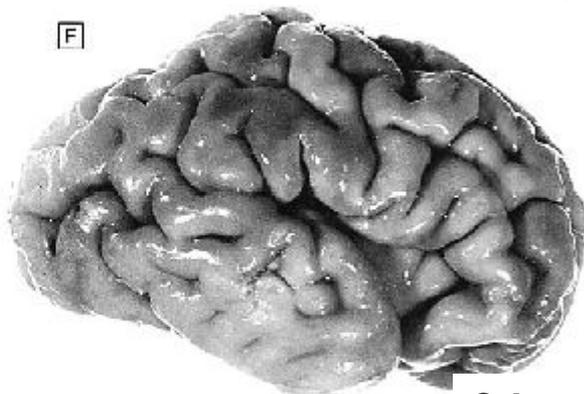
28 недель

E



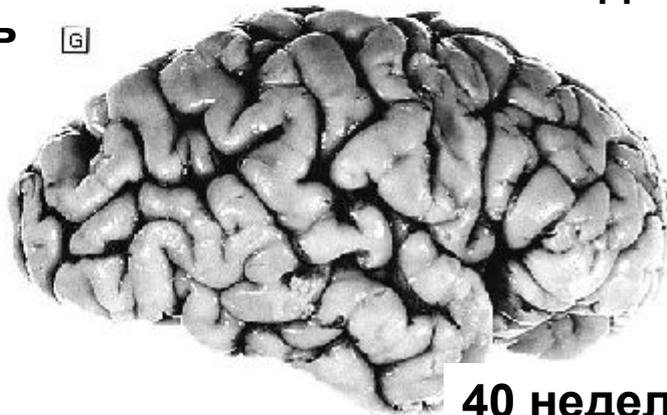
30 недель

F

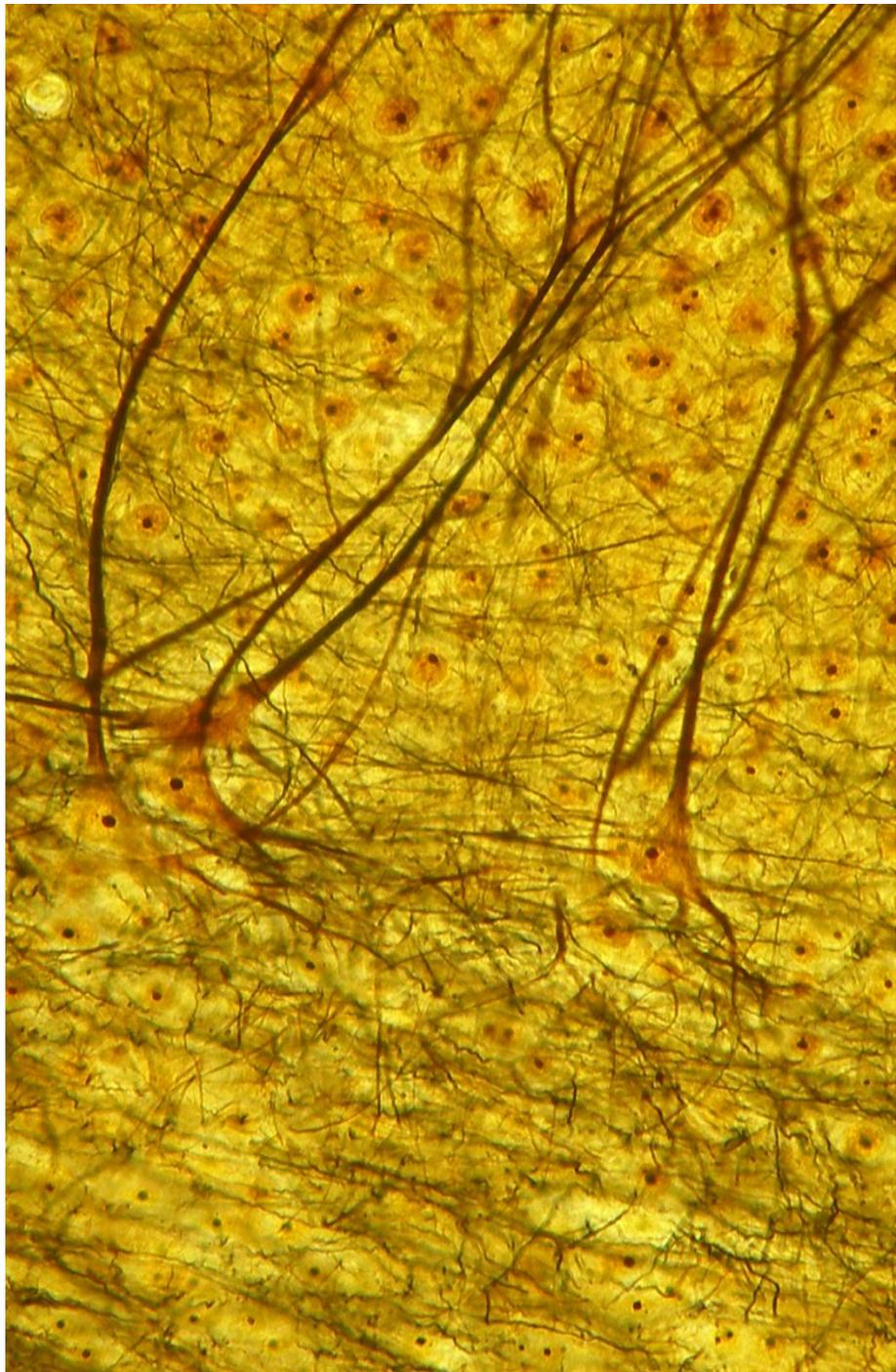


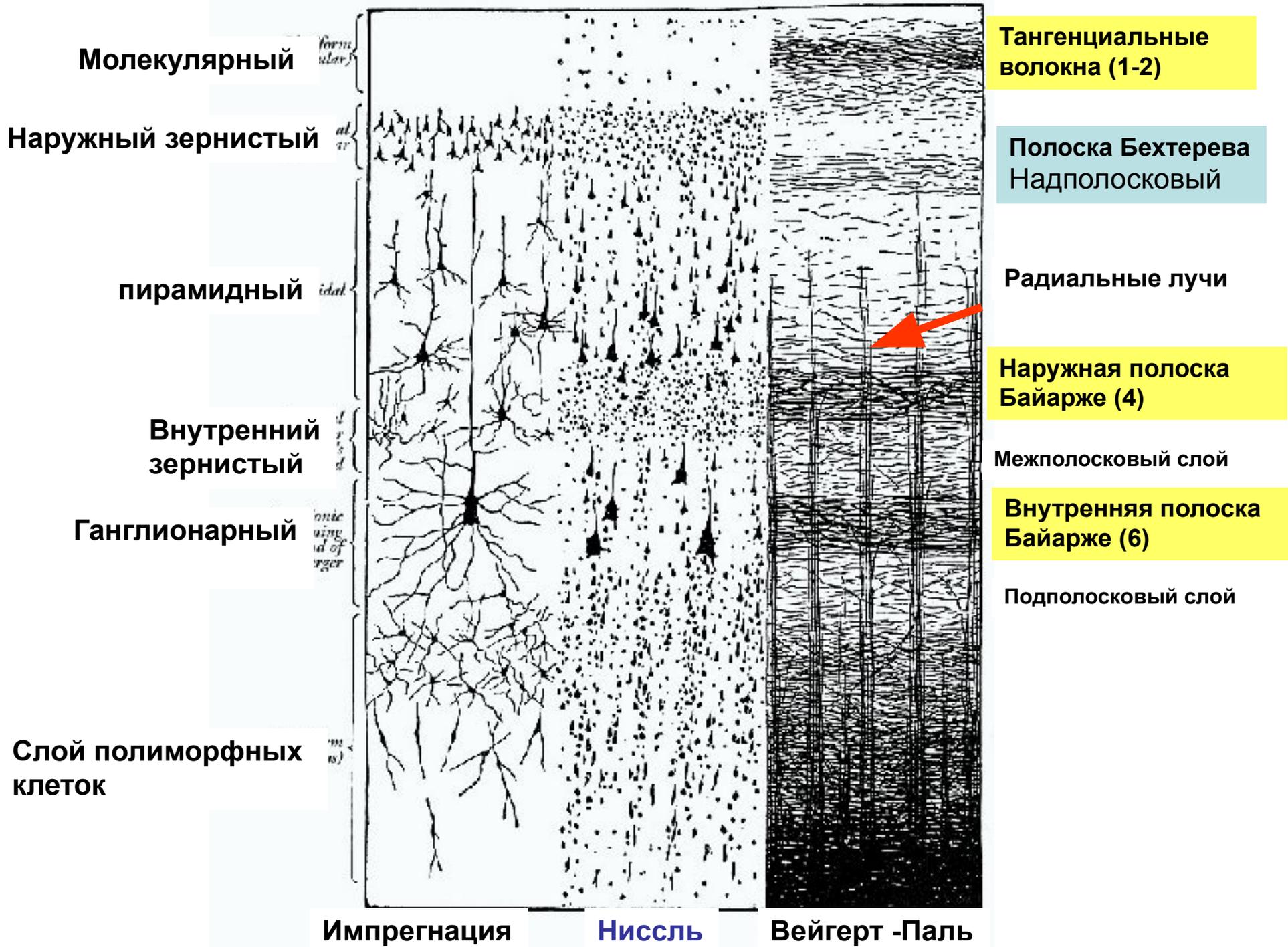
34 недели

G



40 недель



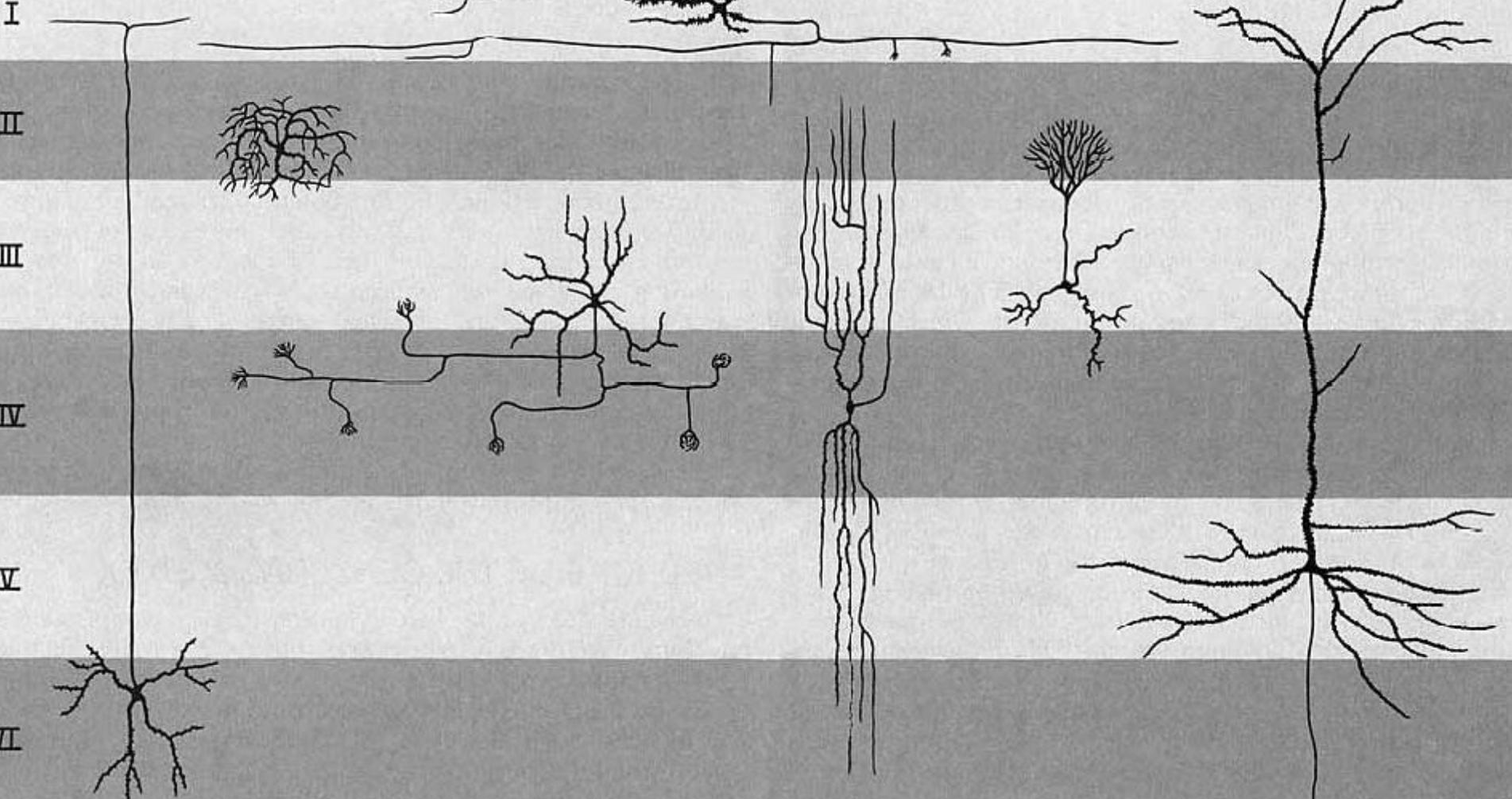


## По форме перикарионов и их расположению:

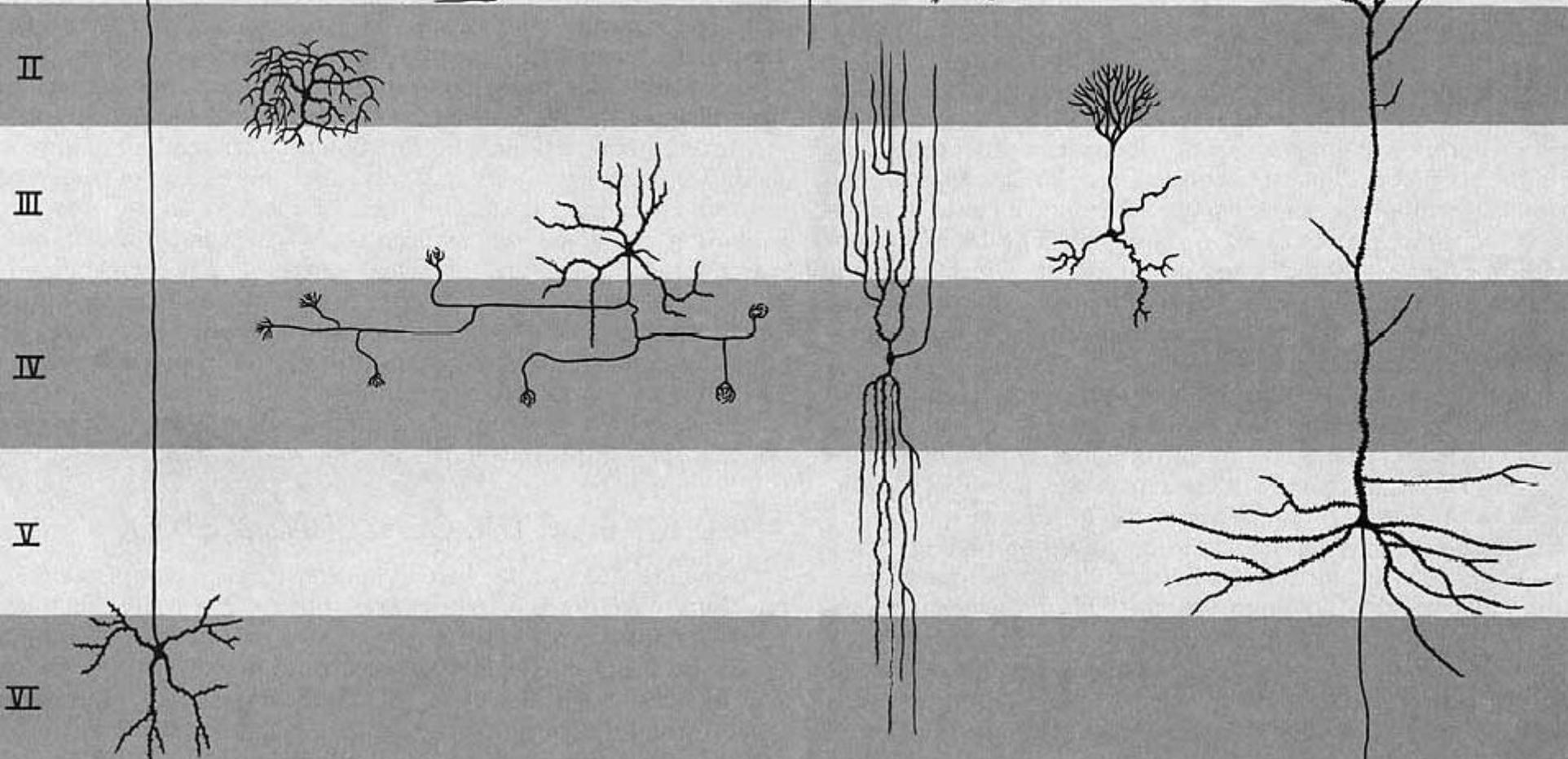
- пирамидные (до 50% нейронов коры). по размерам подразделяются на малые, средние, большие и гигантские (клетки Беца моторной коры);

Аксоны крупных пирамид образуют пирамидные пути, идущие к передним рогам спинного мозга, давая коллатерали к подкорковым ядрам и другим структурам мозга. Аксоны средних и мелких пирамид связывают отдельные участки коры - ассоциативные и комиссуральные нейроны.

- звездчатые; - возбуждают пирамидные клетки
- горизонтальные клетки Кахаля (с веретеновидной формой горизонтально расположенных перикарионов);
- перевернутые пирамидные (Мартинотти);
- веретеновидные (дендриты отходят полярно, а аксон от перикариона или даже от начального участка одного из дендритов).

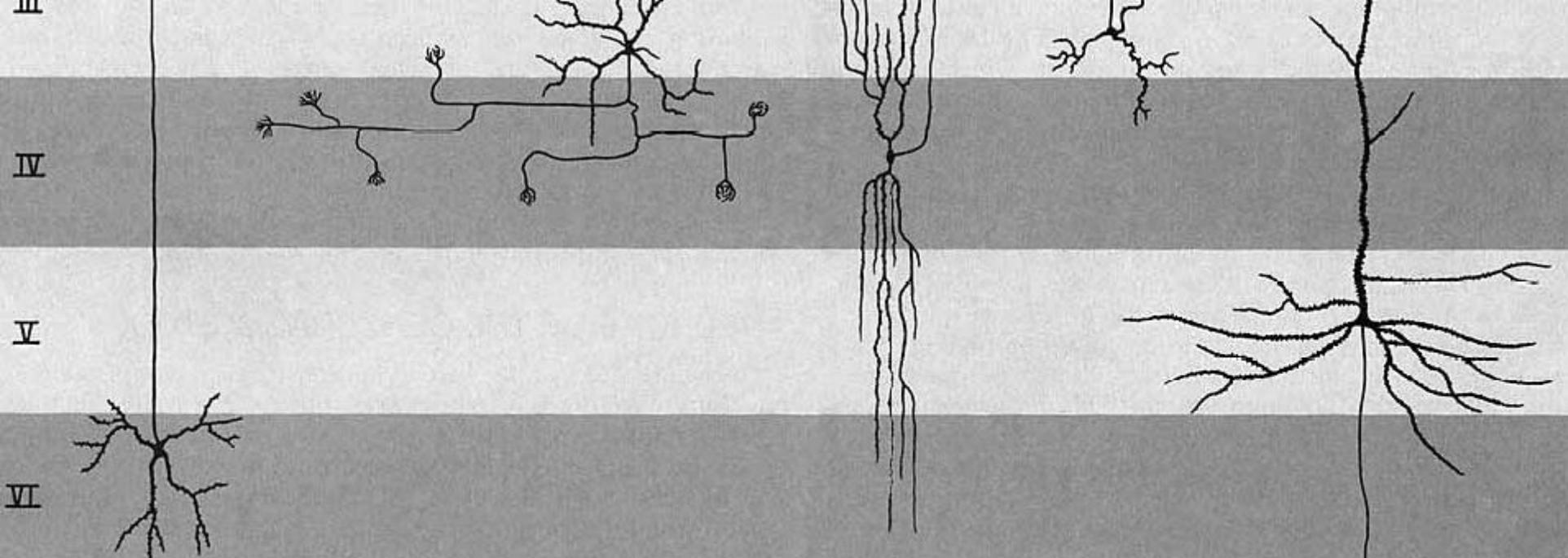


1. Молекулярный слой: мелкие звездчатые, а в основном горизонтальные. (небольшие по размеру тормозные клетки; основное содержимое слоя - нервные волокна от нижележащих клеток, которые идут параллельно поверхности)
2. Наружный зернистый: звездчатые, мелкие пирамидные. (количество клеток - больше; к-ки небольшого размера (мелкие пирамиды, звёздчатые (возбуждающие), и неск-ко видов тормозных нейронов)



**3. Пирамидный**: мелкие (наружный подслой) и средние (внутренний) пирамидные, звездчатые (основные клетки - пирамиды среднего размера. Небольшое к-во тормозных нейронов).

**4. Внутренний зернистый**: звездчатые (шипиковые звездчатые) нейроны (Основные клетки - звёздчатые (возбуждающие), небольшие по размеру, много горизонтально идущих миелиновых нервных волокон - наружная полоска Байярже)

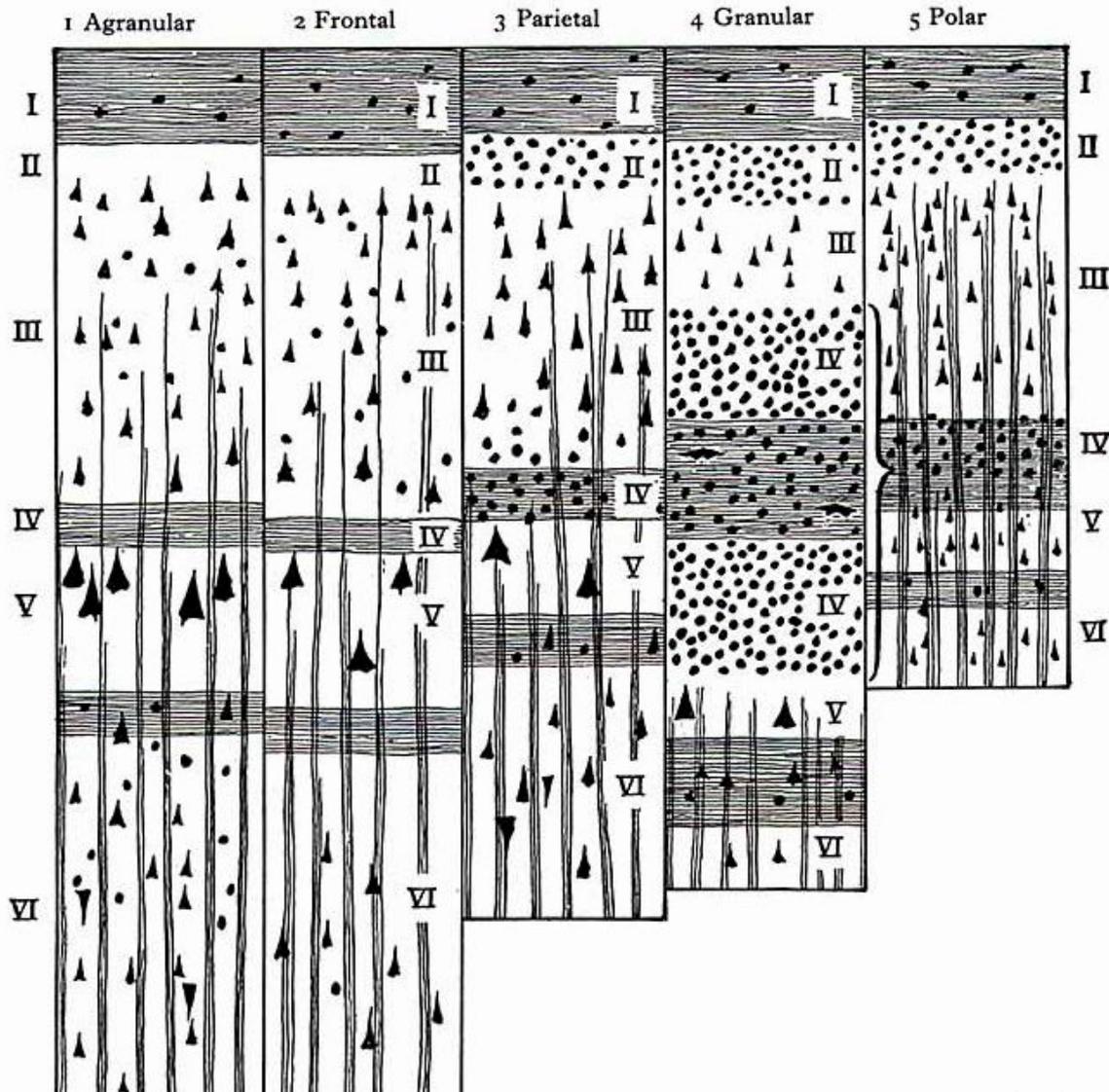


seq.

**5. Ганглиозный:** средние, крупные и гигантские пирамидные. Основные клетки - крупные пирамиды (в прецентральной извилине - гигантские пирамиды (клетки Беца). Их аксоны образуют пирамидные пути, идущие к мотонейронам спинного мозга. Имеется много горизонтальных нервных волокон – внутренняя полоска Байарже. Небольшое количество тормозных нейронов.

**6. Полиморфный:** звездчатые, веретеновидные, пирамидные **мелкие пирамиды** (в верхней части слоя), **тормозные** нейроны различной формы. Концентрация клеток по направлению к белому веществу убывает. Здесь проходят пучки проекционных волокон от пирамидных клеток.

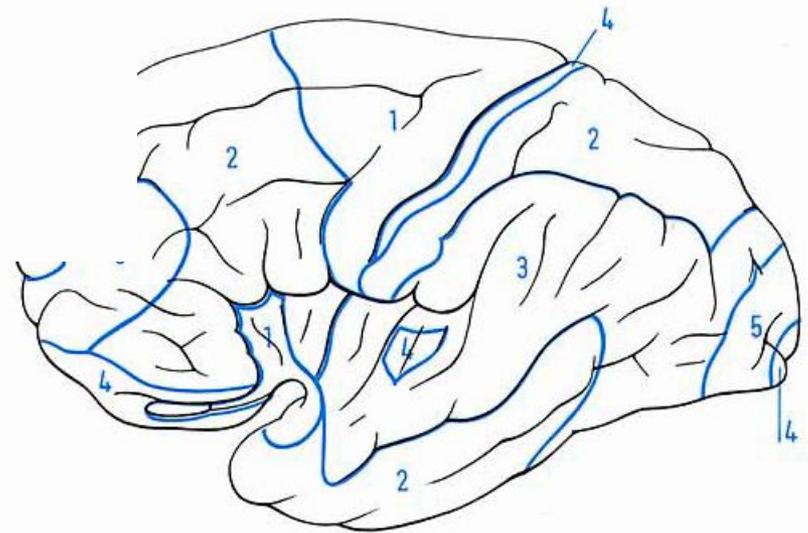
**NB!** Клетки Мартинотти встречаются во всех слоях, кроме молекулярного



## Типы коры

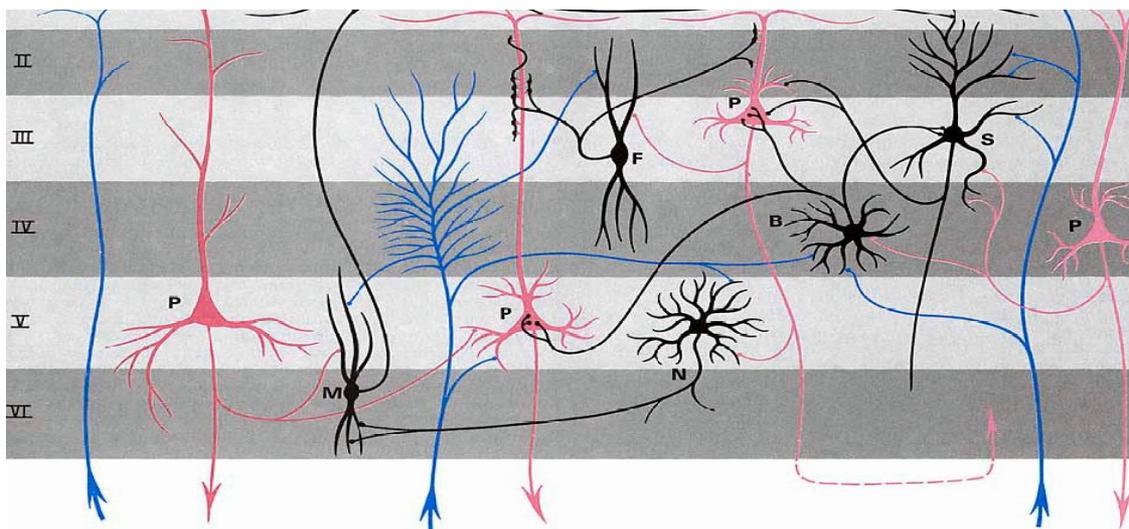
**Гранулярная – чувствительные отделы. Наиболее развиты – 2 и 4 слои.**

**Агранулярная – моторные отделы. Наиболее развиты 3, 5 и 6 слои. Источник эфферентных путей.**



# Модуль

Вертикальные колонки диаметром в среднем 300 мкм. В среднем содержат 4-5 тыс. нейронов, из которых половина пирамидные. Всего в коре около 3 млн. модулей. каждый связан с несколькими десятками других. Модуль, как структурная единица, содержит все компоненты рефлекторной цепи: афферентный вход, интернейроны, эфферентный выход. Афферентные входы: специфические таламокортикальные волокна, доставляющие информацию определенной модальности; интегративные (связующие) кортико-кортикальные волокна ассоциативного или комиссурального (мозолистое тело, спайки) типа, являющиеся аксонами малых и средних пирамидных нейронов; крупные и гигантские пирамидные нейроны формируют эфферентный выход (проекционные волокна).



# Модуль

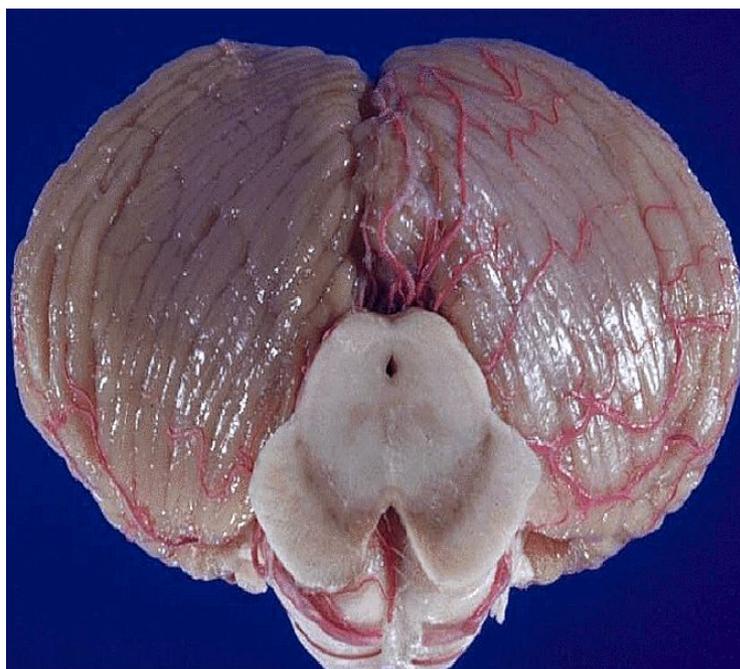
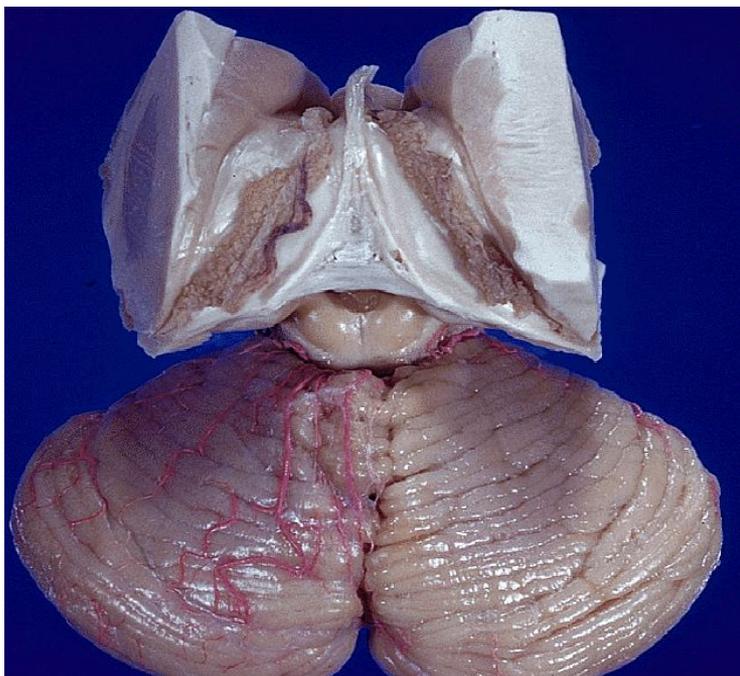
Система локальных связей – вставочные нейроны 17 типов. Наиболее важные: Аксо-аксонные клетки – 2-3 слой коры. Аксоны идут горизонтально и образуют тормозные синапсы на аксонах пирамидных нейронов тех же слоев. Клетки- «канделябры» (веретеновидные).

Корзинчатые клетки – во 2,3,4 и 5 слоях. Аксоны идут горизонтально и заканчиваются на телах 20-30 соседних пирамидных клеток. Томозят мотонейроны в пределах одной колонки – отсюда название «колонковые» корзинчатые клетки.

Клетки с двойным букетом дендритов. Тела – во 2 и 3 слоях. Дендриты идут вверх и вниз. Аксон и его коллатерали образуют синапсы на пирамидных и непиримидных (тормозных) нейронах – отсюда – двойная функция.

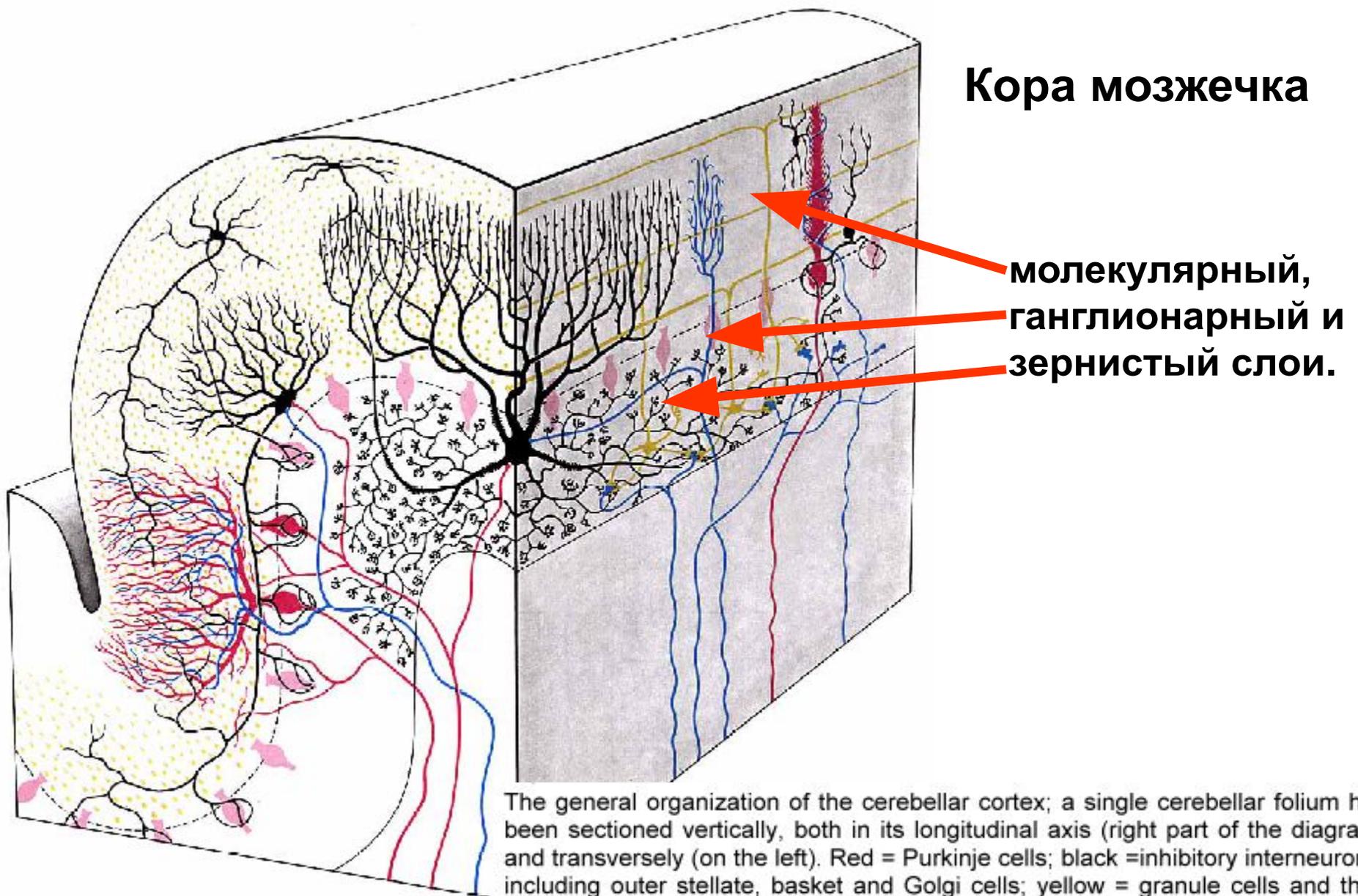
Клетки с аксонным пучком – звездчатые нейроны 2-го слоя. Аксоны образуют в 1-м слое синапсы с апикальными концами дендритов пирамидных нейронов и с горизонтальными ветвями кортико-кортикальных волокон.

# Мозжечок



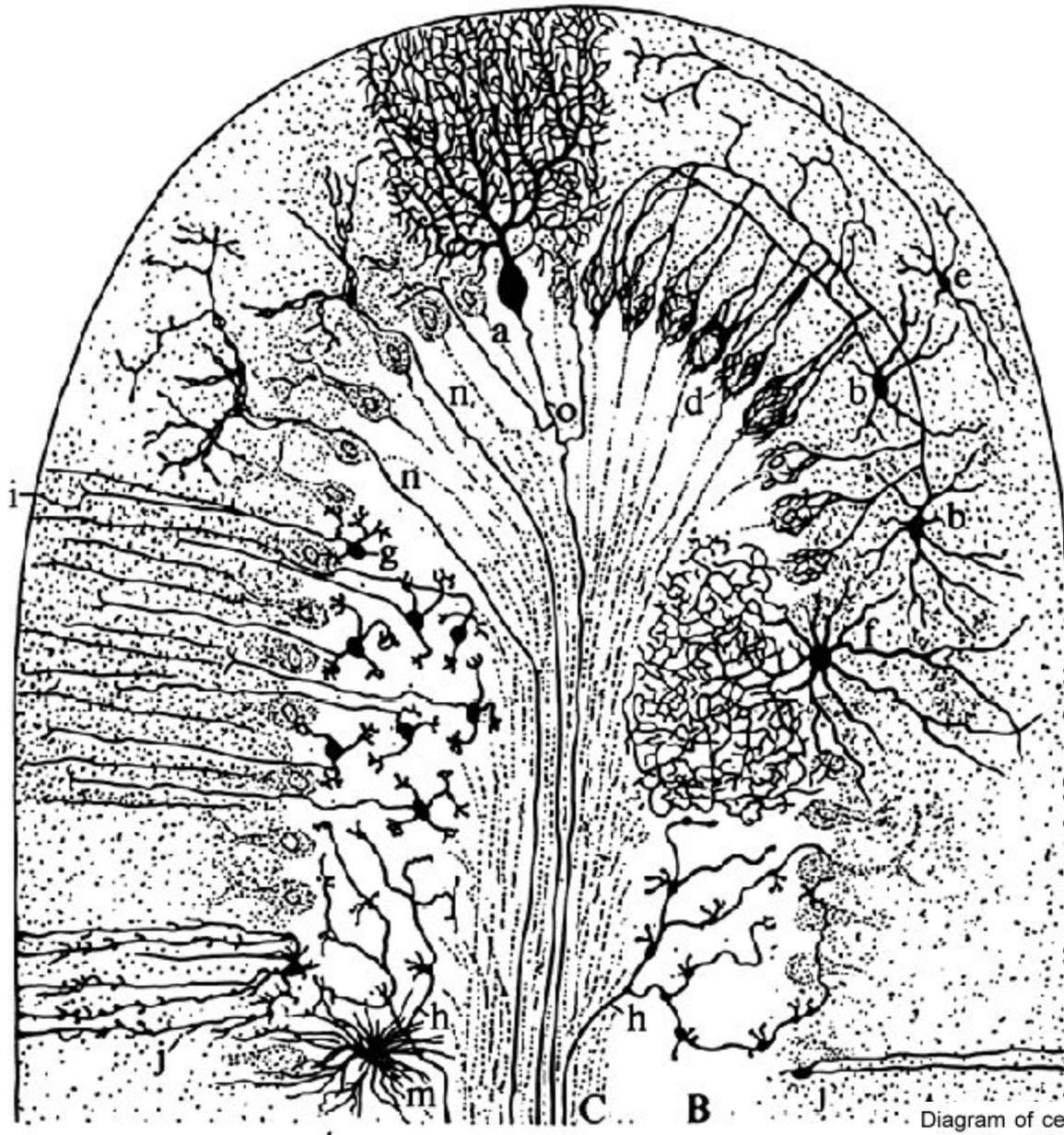
Функции  
Строение  
Положение  
Серое  
вещество  
(кора и ядра)  
Белое  
вещество

## Кора мозжечка



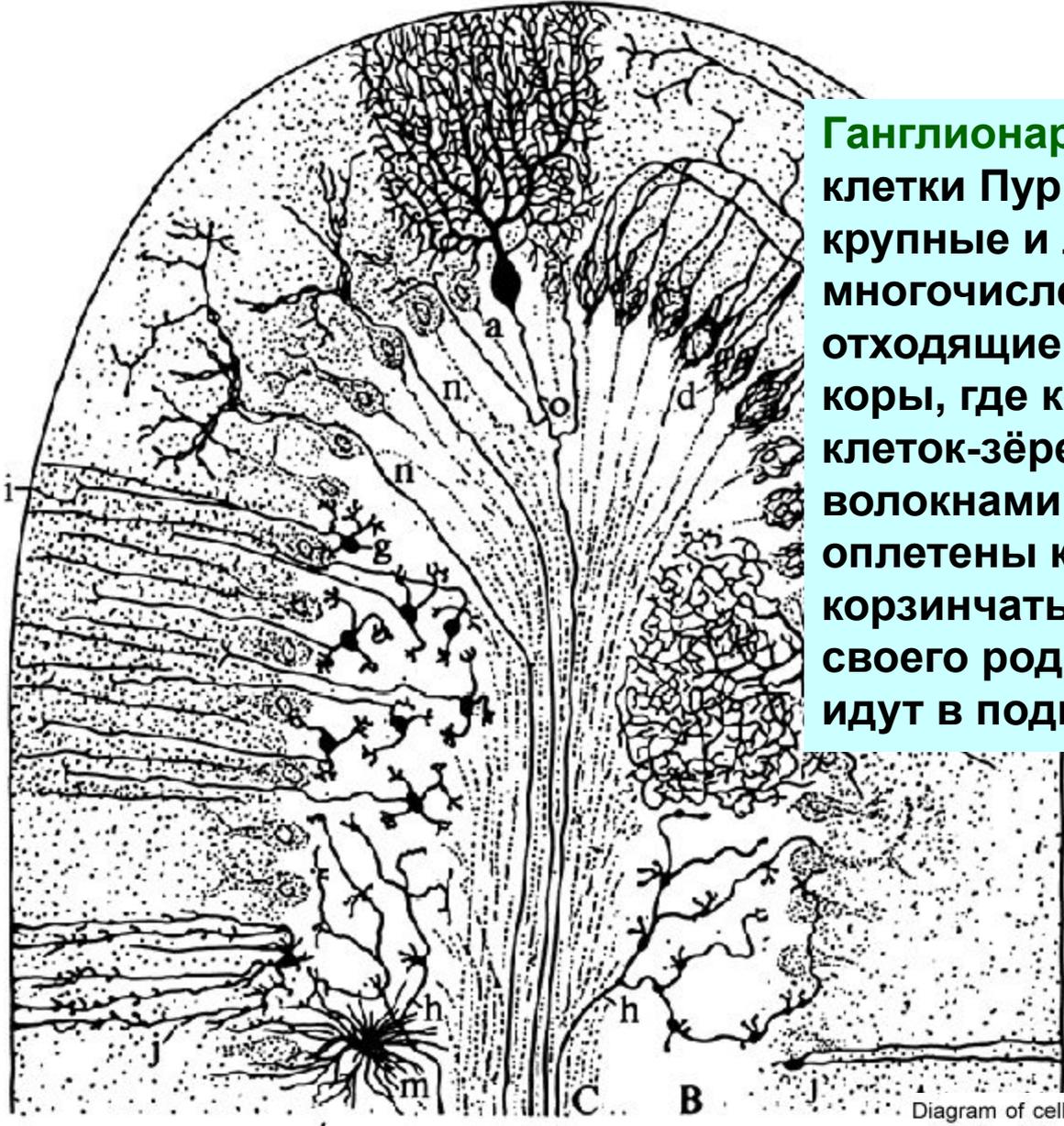
**молекулярный,  
ганглионарный и  
зернистый слой.**

The general organization of the cerebellar cortex; a single cerebellar folium has been sectioned vertically, both in its longitudinal axis (right part of the diagram) and transversely (on the left). Red = Purkinje cells; black = inhibitory interneurons, including outer stellate, basket and Golgi cells; yellow = granule cells and their ascending axons which bifurcate into longitudinally disposed horizontal fibres; blue = climbing fibres and mossy afferents. Note also the synaptic glomeruli formed between the terminals of the mossy afferent fibres, the complex dendrite tips of the granule cells and the ramifications of the Golgi cell axon. (Redrawn from Eccles et al 1967 with the permission of the authors and publishers.)



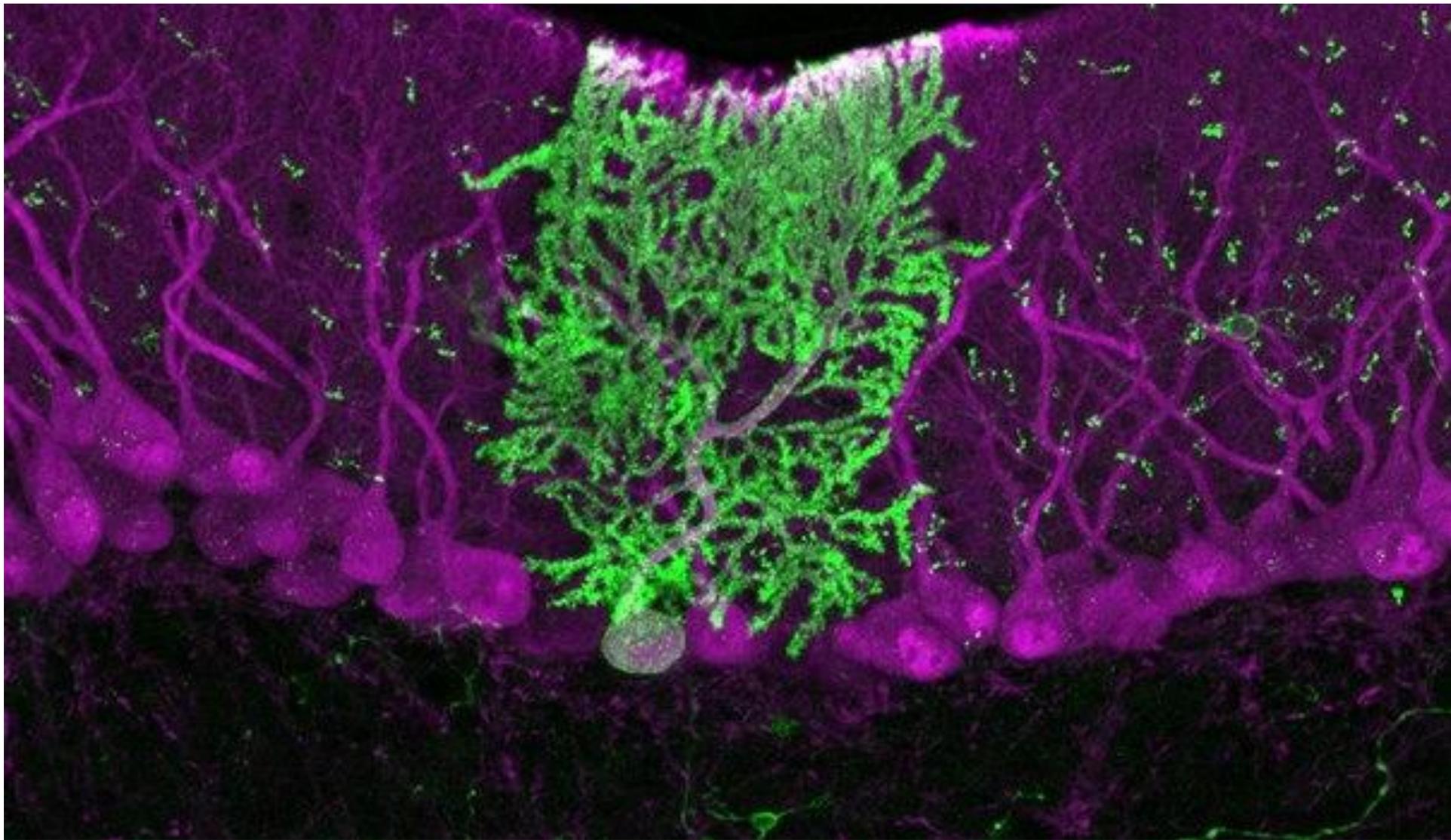
**Молекулярный слой:**  
**Звёздчатые клетки** - в поверхностной части слоя; небольшие, имеют много отростков.  
**Корзинчатые клетки** - в нижней трети слоя, более крупные; аксоны идут параллельно поверхности коры; от аксонов отходят коллатерали, оплетающие тела клеток следующего слоя коры (грушевидных клеток).

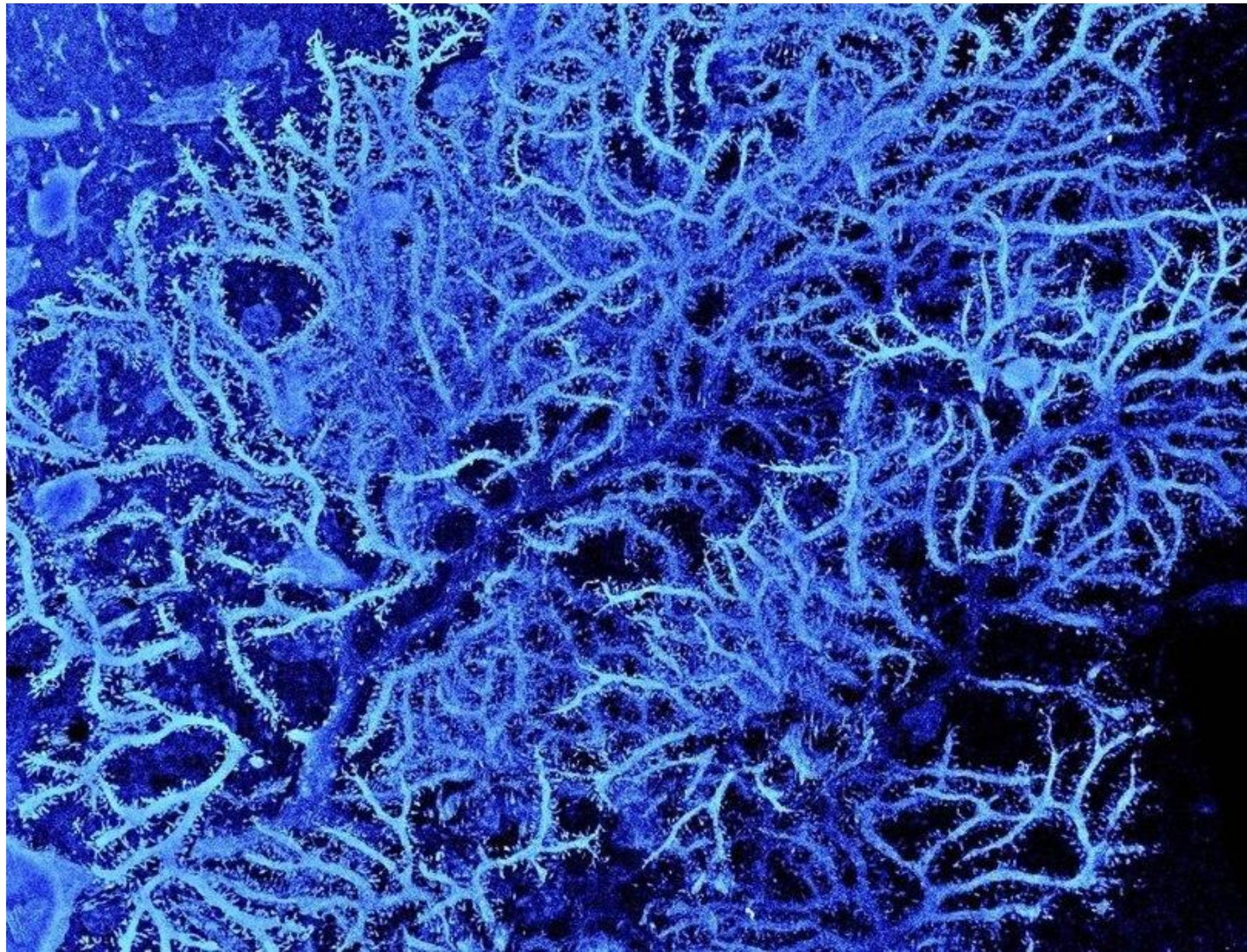
Diagram of cell types in the cerebellar cortex oriented perpendicular to the long axis of a folium. a = Purkinje cell; A = molecular layer; b = basket cell; B = granular layer; C = cerebellar white matter; d = baskets formed by a basket cell axon; e = superficial stellate cell; f = Golgi cell; g = granule cell; h = mossy fibre; i = axon of granule cell bifurcating in parallel fibres; j = Bergmann glial cell; m = astroglial cell; n = climbing fibre; o = collateral branching of a Purkinje cell axon. (Redrawn from Cajal 1955.)

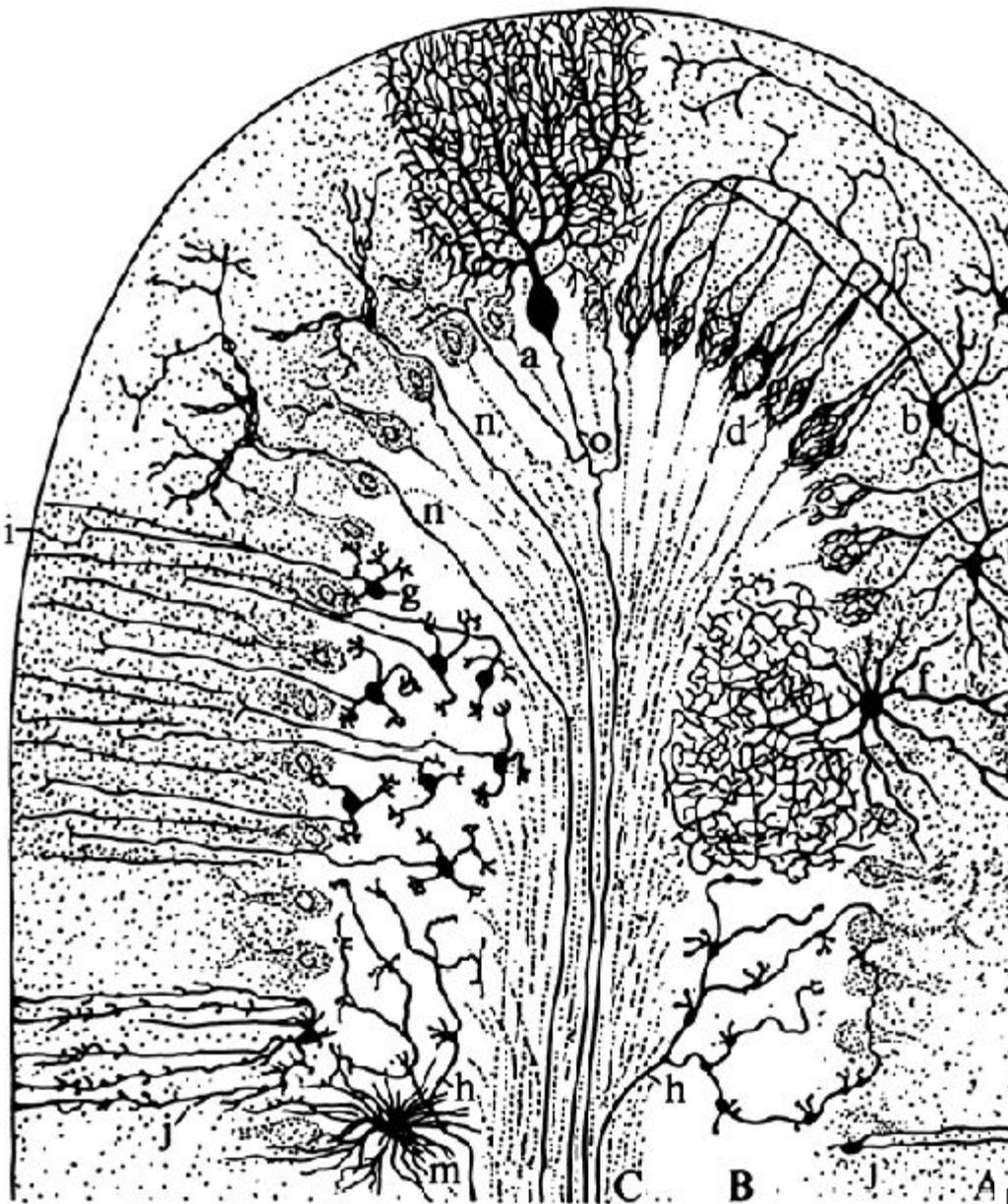


**Ганглионарный слой:**  
**клетки Пуркинье.**  
 крупные и легко различимые, имеют многочисленные дендриты, отходящие в молекулярный слой коры, где контактируют с аксонами клеток-зёрен и афферентными волокнами лазящего типа; тела густо оплетены коллатералиями аксонов корзинчатых клеток, образующих своего рода "корзинки", аксоны же идут в подкорковые ядра мозжечка.

Diagram of cell types in the cerebellar cortex oriented perpendicular to the long axis of a folium. a = Purkinje cell; A = molecular layer; b = basket cell; B = granular layer; C = cerebellar white matter; d = baskets formed by a basket cell axon; e = superficial stellate cell; f = Golgi cell; g = granule cell; h = mossy fibre; i = axon of granule cell bifurcating in parallel fibres; j = Bergmann glial cell; m = astroglial cell; n = climbing fibre; o = collateral branching of a Purkinje cell axon. (Redrawn from Cajal 1955.)







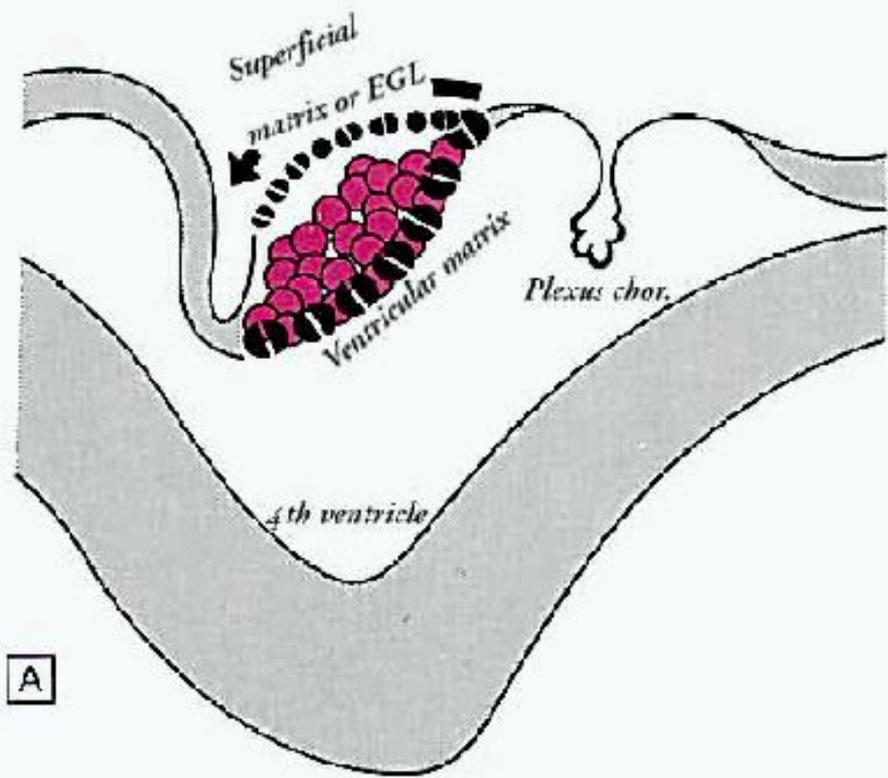
### Зернистый слой:

**Клетки-зёрна** - наиболее многочисленные и мелкие; их аксоны поднимаются в молекулярный слой коры здесь Т-образно ветвятся, затем идут параллельно поверхности коры и контактируют с дендритами всех прочих клеток коры.

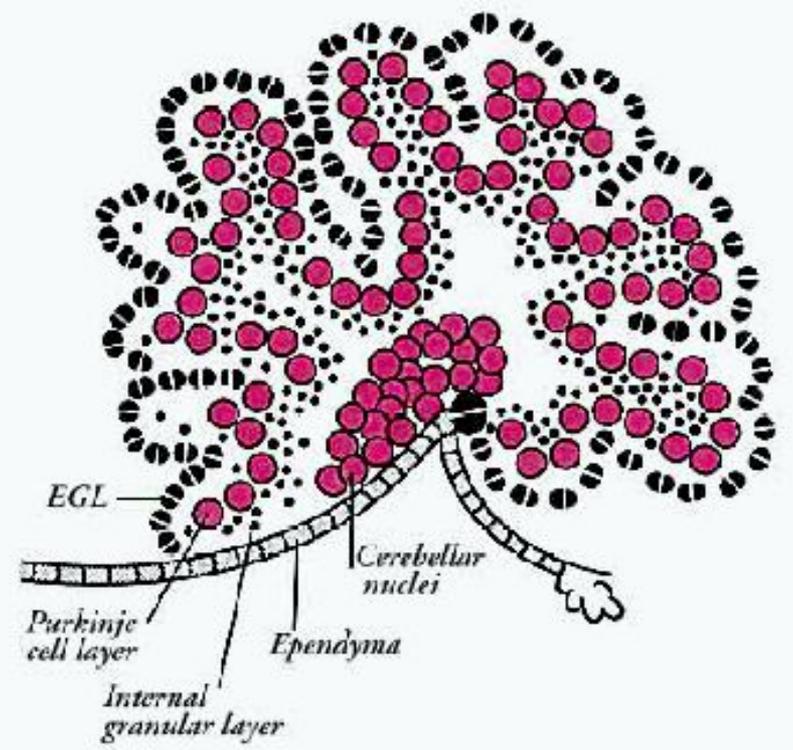
**Большие звёздчатые нейроны** (клетки Гольджи).

**Веретеновидные горизонтальные клетки.**

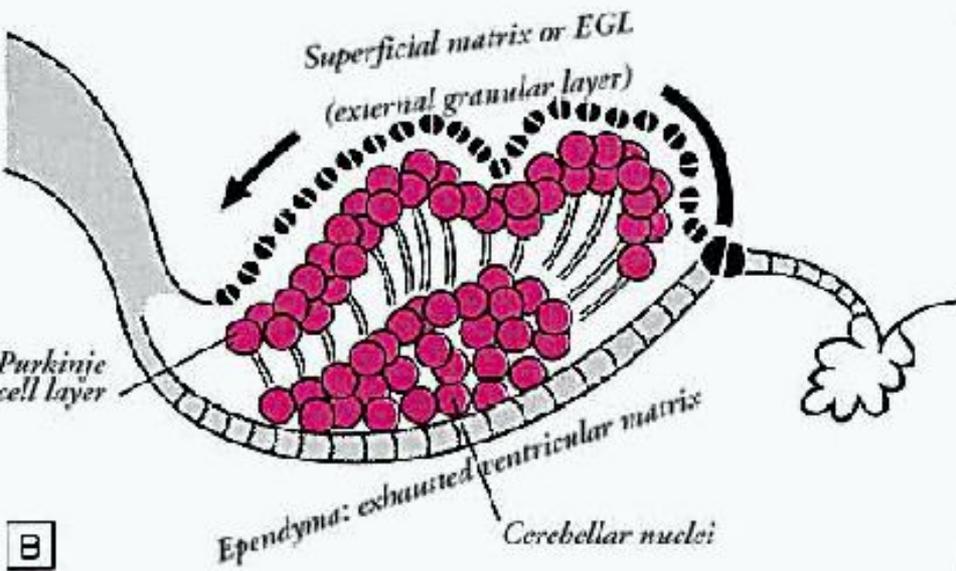
Diagram of cell types in the cerebellar cortex oriented perpendicular to the long axis of a folium. a = Purkinje cell; A = molecular layer; b = basket cell; B = granular layer; C = cerebellar white matter; d = baskets formed by a basket cell axon; e = superficial stellate cell; f = Golgi cell; g = granule cell; h = mossy fibre; i = axon of granule cell bifurcating in parallel fibres; j = Bergmann glial cell; m = astroglial cell; n = climbing fibre; o = collateral branching of a Purkinje cell axon. (Redrawn from Cajal 1955.)



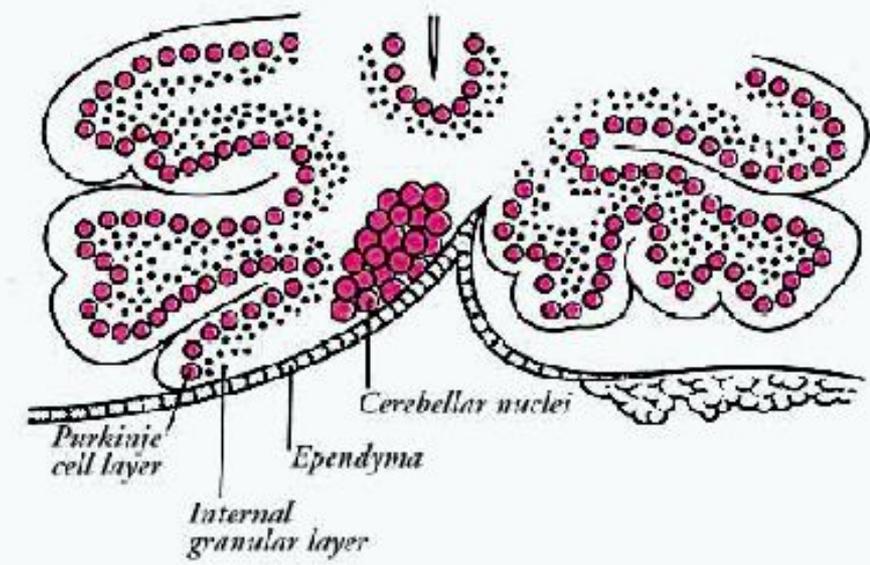
A



C



B



D

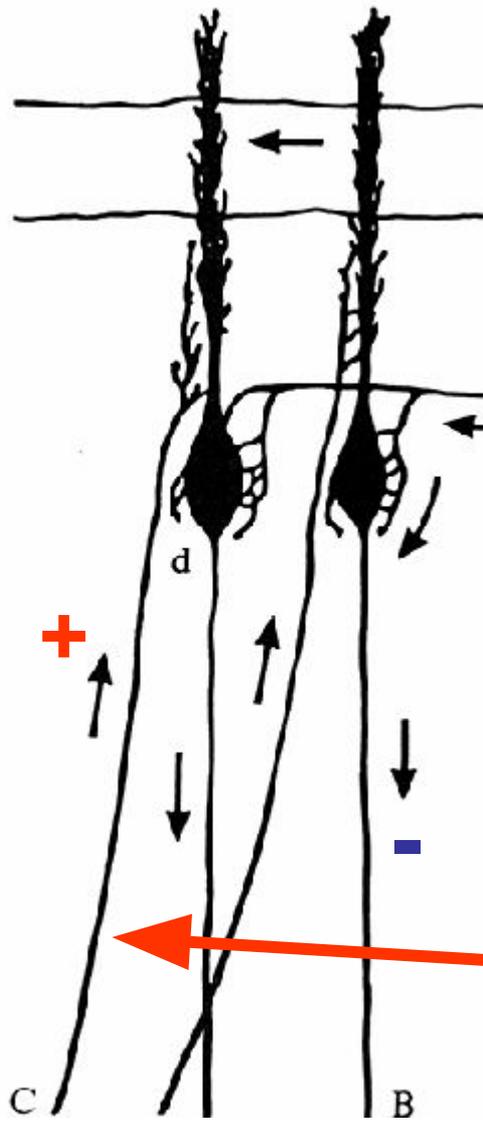
## Основные рефлекторные дуги в коре мозжечка

Между клетками коры мозжечка имеются строго определённые связи, и сами клетки выполняют определённые функции. При этом можно выделить два основных способа прохождения сигнала через кору и три способа корректировки сигнала.

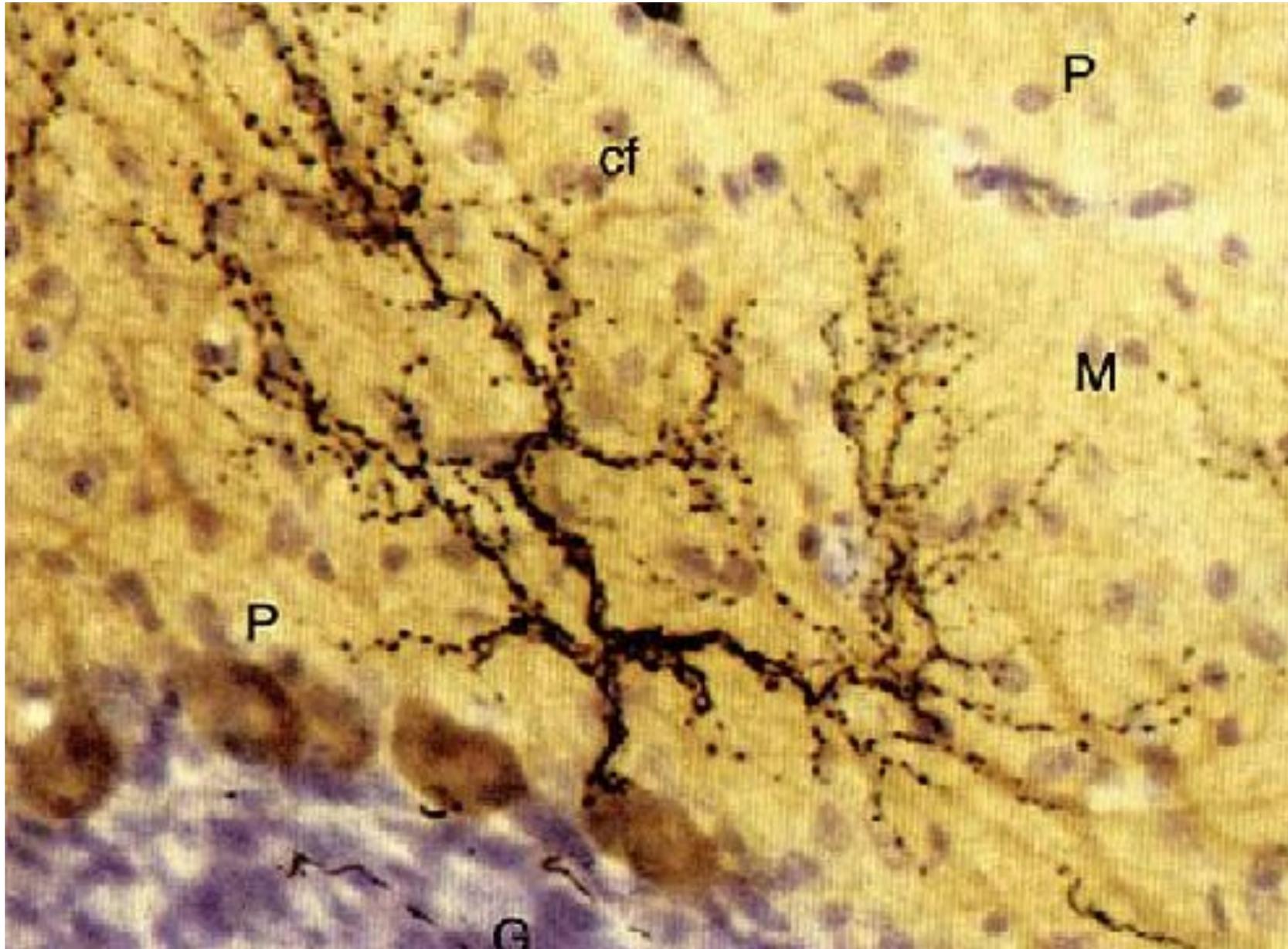
### Кратчайшая рефлекторная дуга



Лазящие волокна - один из двух типов афферентных волокон, подходящих к коре мозжечка. Они идут от спинного мозга и вестибулярных ядер и в молекулярном слое коры контактируют непосредственно с дендритами грушевидных клеток, возбуждая их. Аксоны грушевидных клеток направляются к ядрам мозжечка и оказывают на них тормозное действие. Тем самым ограничивается активность ядер мозжечка (посылающих сигналы через средний мозг к мотонейронам спинного мозга).



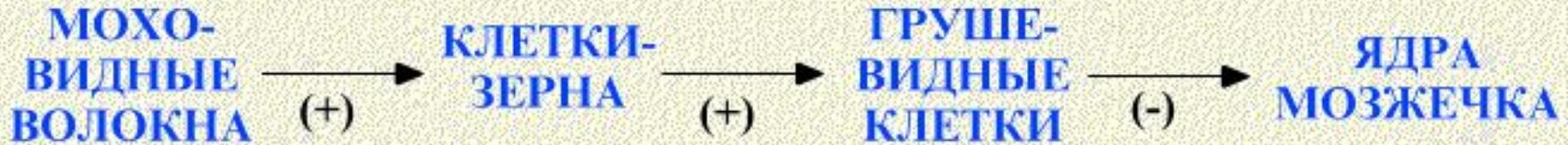
Лазящие волокна



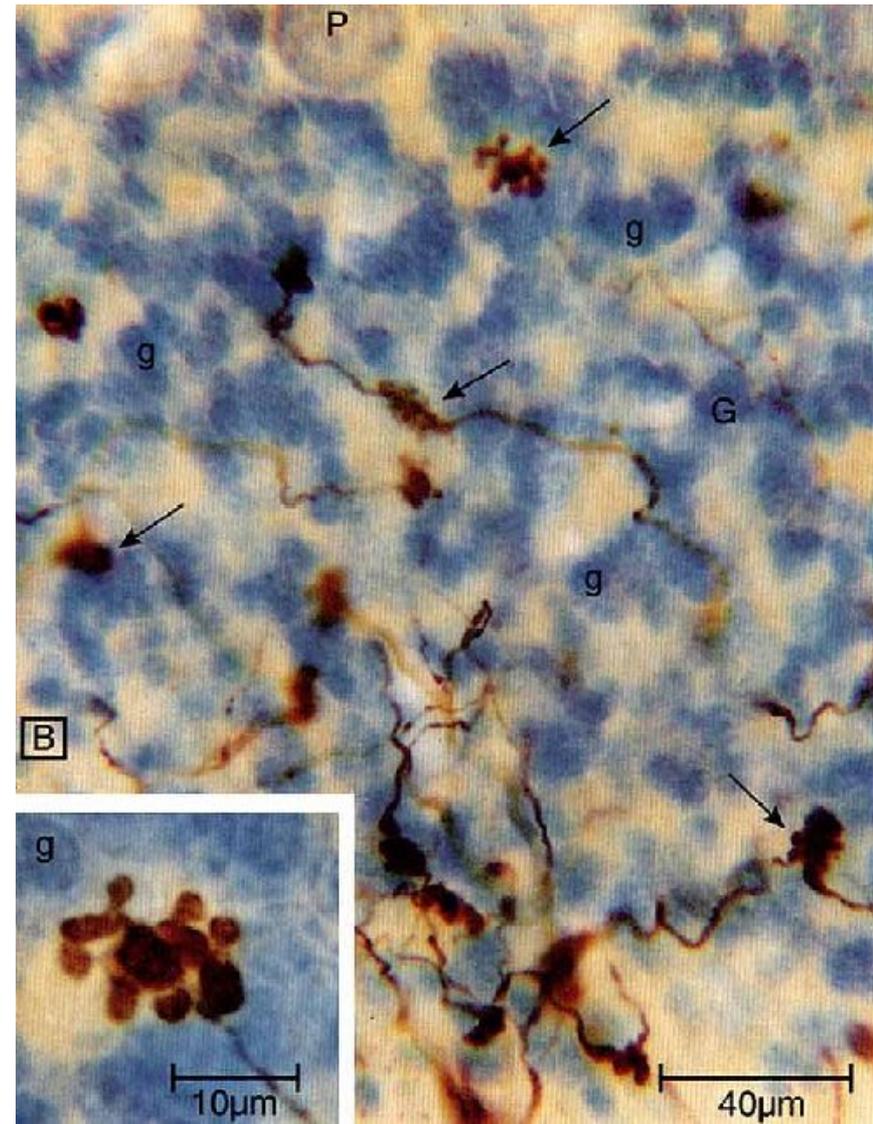
Photographs of (A) phaseolus vulgaris lectin-labelled climbing fibres, and (B, C) mossy fibres of the cerebellum of the rat. The varicosities along the climbing fibre (A) are the sites of synaptic contact with the proximal dendrites of the Purkinje cell. Purkinje cell somata and proximal dendrites are lightly immunostained with an antibody against Zebrin. Mossy fibres enter the granular layer from the white matter (W) and terminate with multiple complex terminals, that are known as

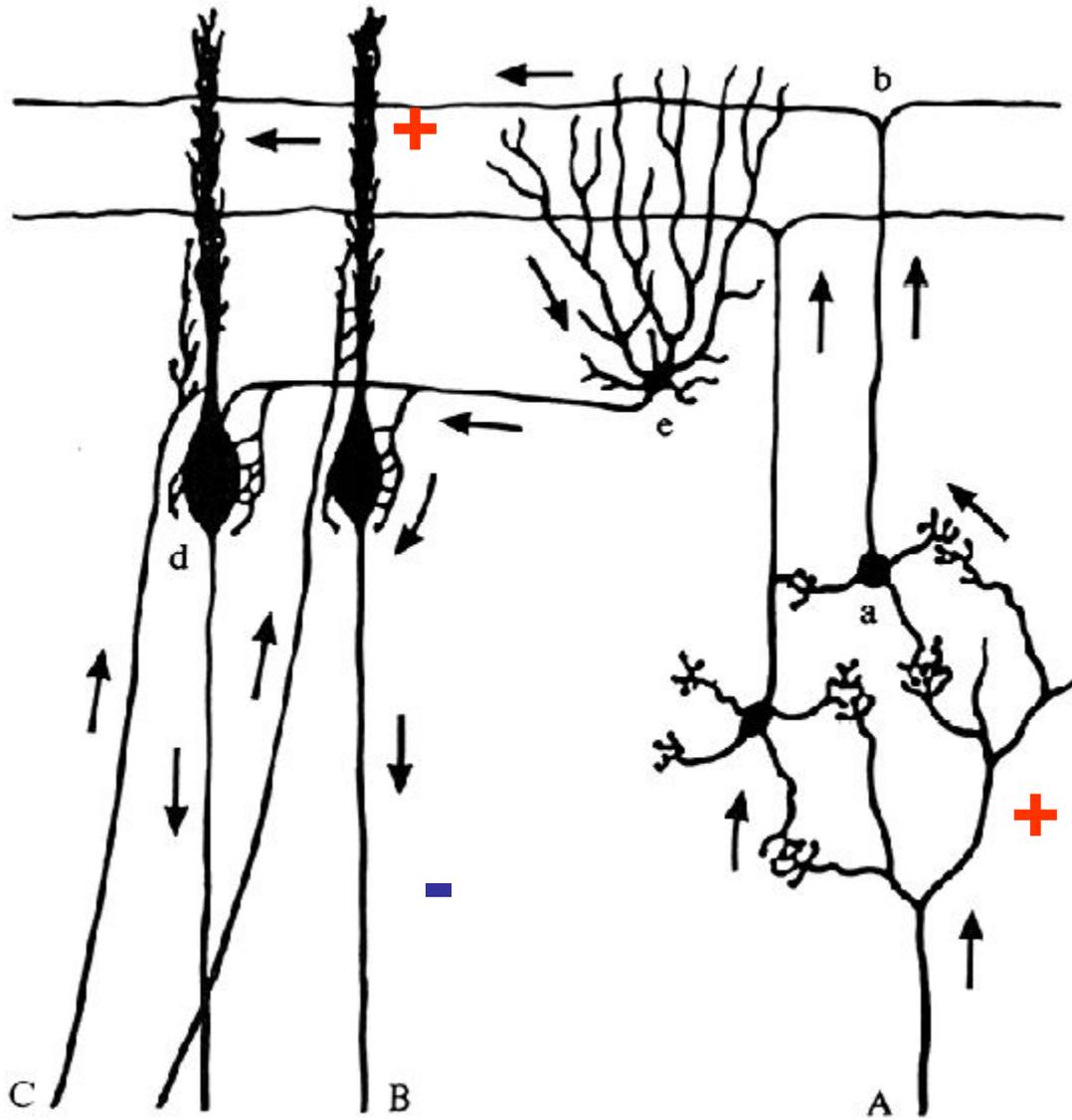
50 μm

## Длинная рефлекторная дуга



Здесь в качестве афферентных выступают т.н. моховидные волокна. Они идут от ядер олив и некоторых ядер моста и образуют синапсы с дендритами клеток-зёрен (в зернистом слое); эти контакты имеют вид клубочков. Аксоны клеток-зёрен в молекулярном слое коры Т-образно ветвятся и контактируют с дендритами всех прочих клеток коры. В том числе они возбуждают грушевидные клетки. Дальнейшее - как в предыдущей дуге: грушевидные клетки тормозят подкорковые ядра мозжечка.





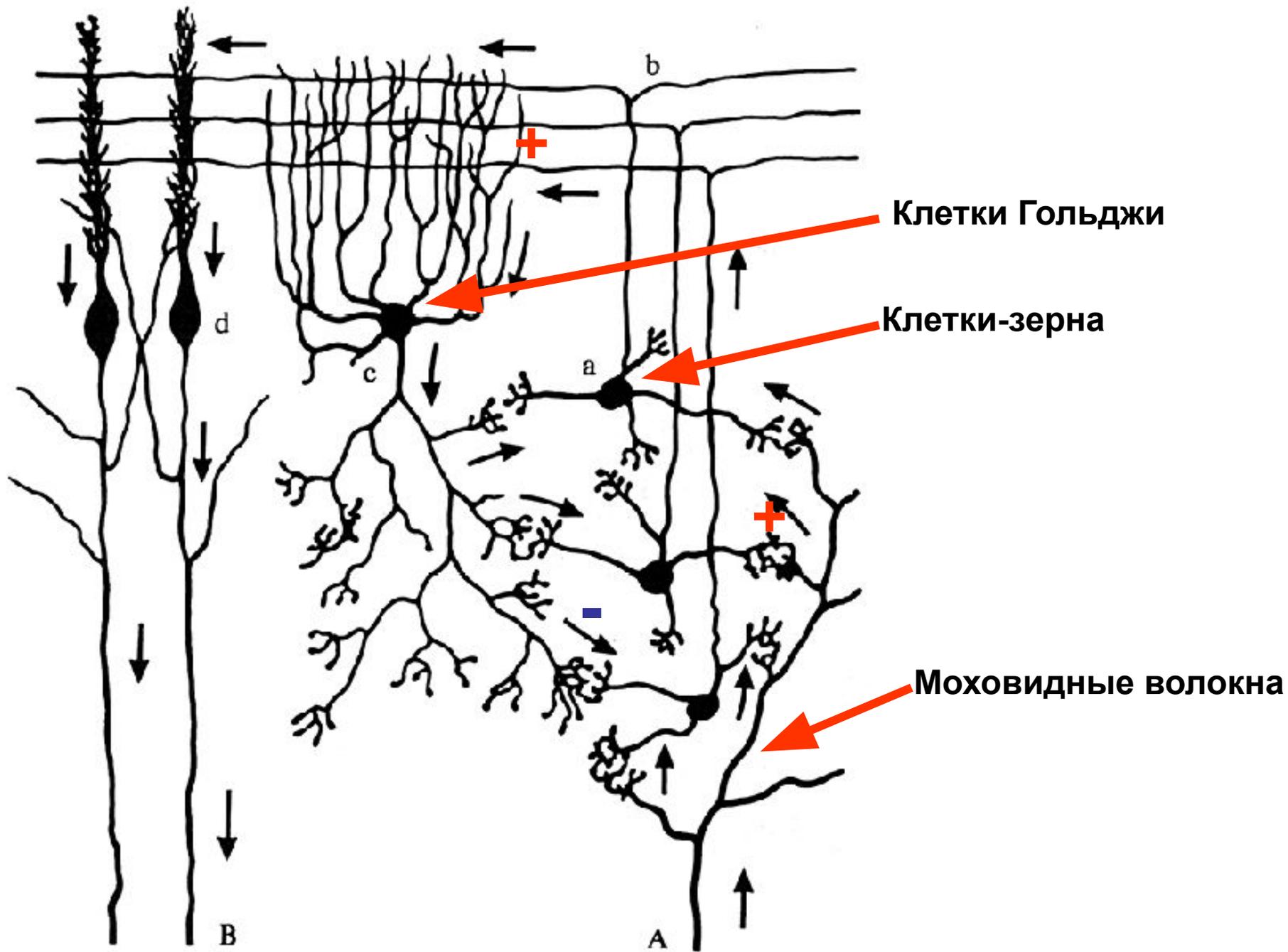
**A.** Diagrams of Golgi-stained neurons, showing the main circuits of the cerebellar cortex. The direction of impulse conduction is shown by arrows. Purkinje cells are drawn as seen en face with their compressed dendritic trees. In **A** a mossy fibre contacts several granule cells (a). The axon of a granule cell bifurcates in two parallel fibres (b) that terminate on dendrites of a Golgi cell (c) and two Purkinje cells (d). Axonal arborizations of the Golgi cell terminate on granule cell dendrites. The axons of the Purkinje cells (b) leave the cortex. In **B** a basket cell and its axon (e), that forms baskets around the somata of two Purkinje cells (d), and two climbing fibres, terminating on the Purkinje cell dendrites, are illustrated. Basket cell axons are oriented in a plane perpendicular to the long axis of the folia (see 8.156, 162). This diagram is only schematic because parallel fibres, that run in the long axis of the folia, and basket cell axons cannot be seen in a single section. (Redrawn from Cajal 1955.)

## Корректировка сигнала в коре мозжечка

Корректировка - (ограничение) входного сигнала



Данная связь образуется благодаря двум дополнительным контактам. Клетки-зёрна контактируют своими аксонами (в молекулярном слое) не только с грушевидными клетками, но и с дендритами клеток Гольджи, возбуждая эти клетки. Аксоны клеток Гольджи идут к клубочкам зернистого слоя и тормозят здесь передачу возбуждения с моховидных волокон на клетки-зёрна. В результате, ограничивается величина входного сигнала, поступающего с моховидных волокон к коре мозжечка.



# Корректировка сигнала в коре мозжечка

## Корректировка (ограничение) ответа



Клетки-зёрна возбуждают (кроме грушевидных и клеток Гольджи) также нейроны молекулярного слоя - корзинчатые и звёздчатые клетки (образуя синапсы с их дендритами). Те и другие своими аксонами контактируют с грушевидными клетками, вызывая их торможение. Торможение торможения, реализуемое в дуге, приводит к повышению тонуса ядер мозжечка.

Кора  
мозжечка

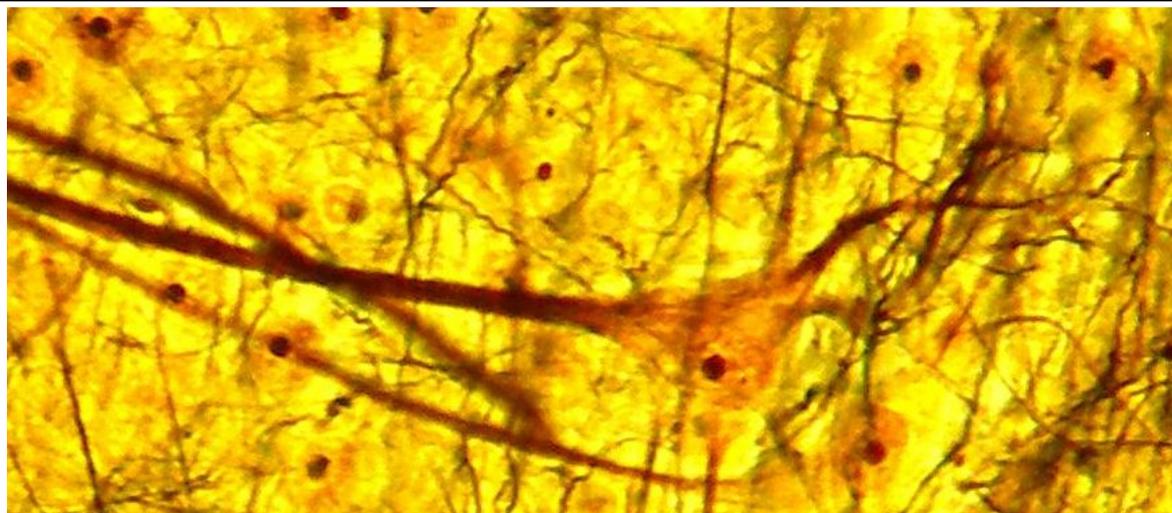
Кора больших полушарий

Грушевид-  
ные  
нейроны

**Пирамиды** - аналог грушевидных - основные эфферентные клетки.

3 отличия – пирамиды располагаются не в один ряд, а диффузно.

Аксоны пирамид направляются не в подкорковые ядра, а в спинной мозг (отдавая коллатерали к подкорковым ядрам и другим структурам), или к участкам коры, формируют синапсы возбуждающего, а не тормозящего типа.



## Таким образом:

Кора больших полушарий функционирует как кора мозжечка: в ней происходят восприятие входного сигнала и формирование ответа, коррегируемое многочисленными добавочными нейронами.

В отличие от мозжечка, анализ сигнала происходит на гораздо большей площади коры - за счёт многочисленных мелких пирамид, связывающих своими отростками различные отделы коры.