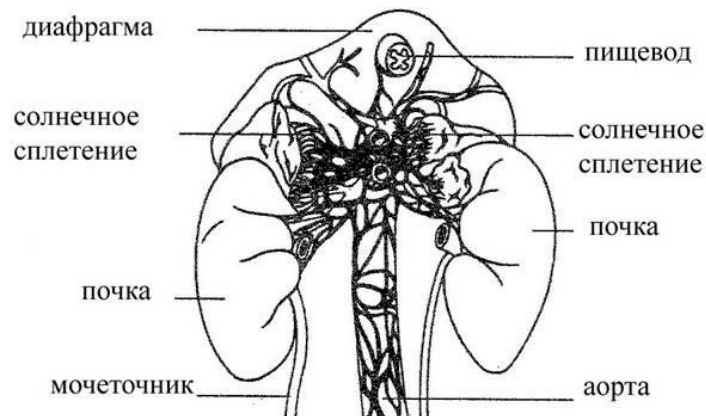
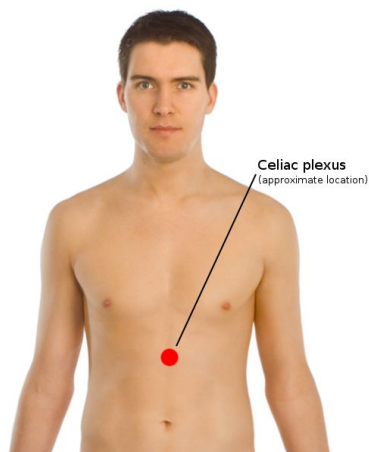




Различают **шейное, плечевое, поясничное, крестцовое, солнечное** и другие нервные сплетения





```
graph TD; A[Нервная система] --> B[Соматическая]; A --> C[Вегетативная]; B --> D[Совокупность афферентных и эфферентных нервных волокон, иннервирующих скелетные мышцы]; C --> E[Отдел, регулирующий деятельность внутренних органов, желез внутренней и внешней секреции, кровеносных и лимфатических сосудов.];
```

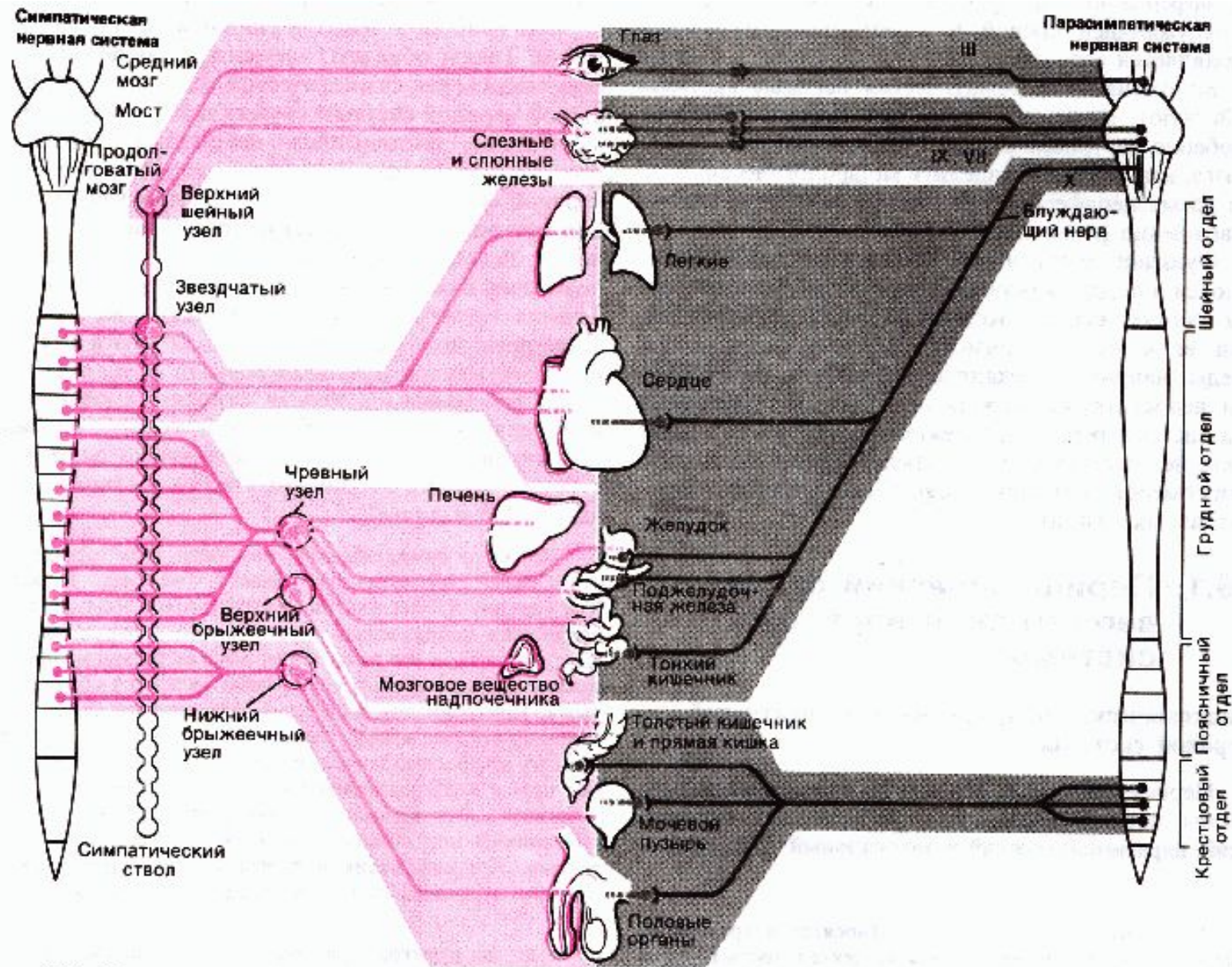
**Нервная система**

**Соматическая**

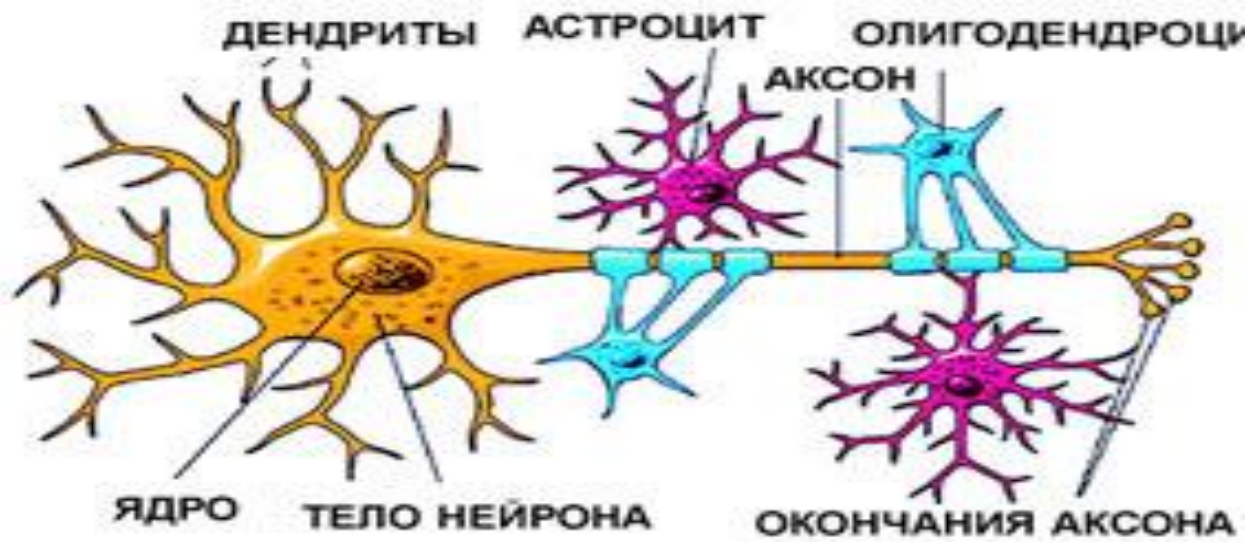
Совокупность афферентных и эфферентных нервных волокон, иннервирующих **скелетные мышцы**

**Вегетативная**

Отдел, регулирующий деятельность **внутренних органов, желез внутренней и внешней секреции, кровеносных и лимфатических сосудов.**

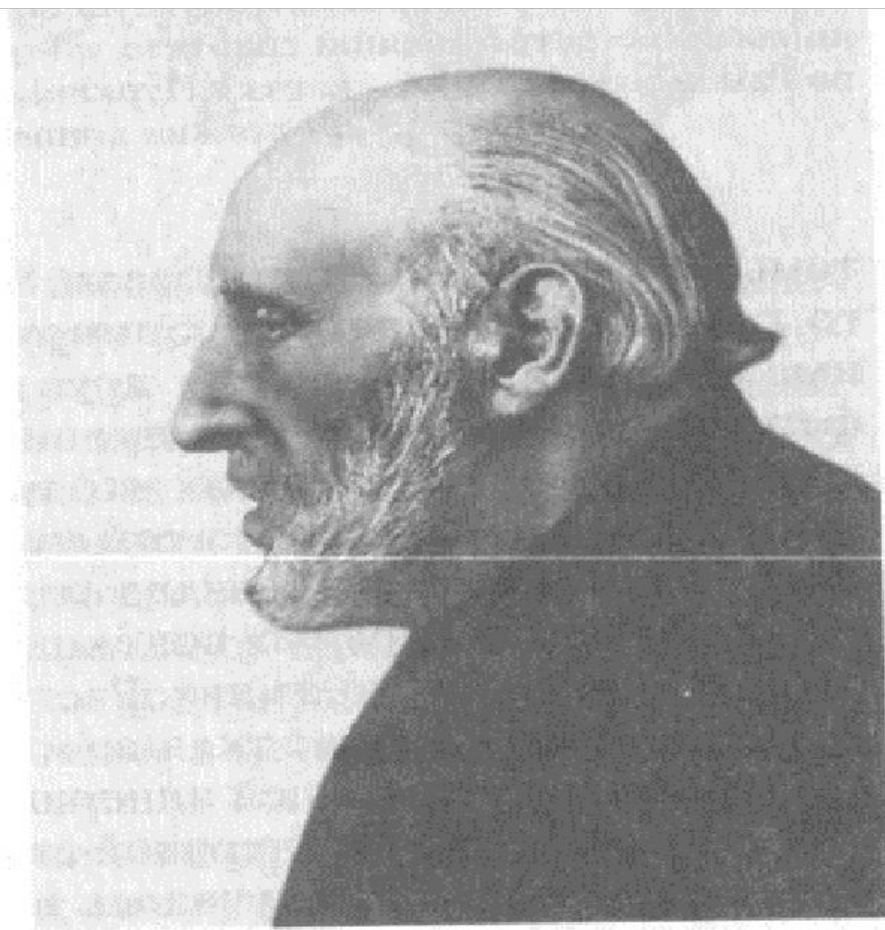


**Рис. 16.1.** Строение периферической вегетативной нервной системы. Интенсивно окрашенные линии – преганглионарные волокна, более светлые линии – постганглионарные волокна. Симпатическая иннервация сосудов, потовых желез и мышц, поднимающих волосы, не показана



Труды Кахалья и его учеников (Фернандо де Кастро, Лоренте де Но, Ф. Тельо и др.), а также Леношека, Ван Гехухтена, Ретциуса, Келликера, Лэнгли и других доказали справедливость нейронной модели организации нервной сис-

Великий испанский гистолог Рамон-и-Кахаль, лауреат Нобелевской премии, основоположник современной неврологии, создатель нейронной теории. Его труды не только революционизировали учение об организации нервной системы, но и позволили на новой основе преобразовать психиатрию и представления о механизмах нервных болезней.



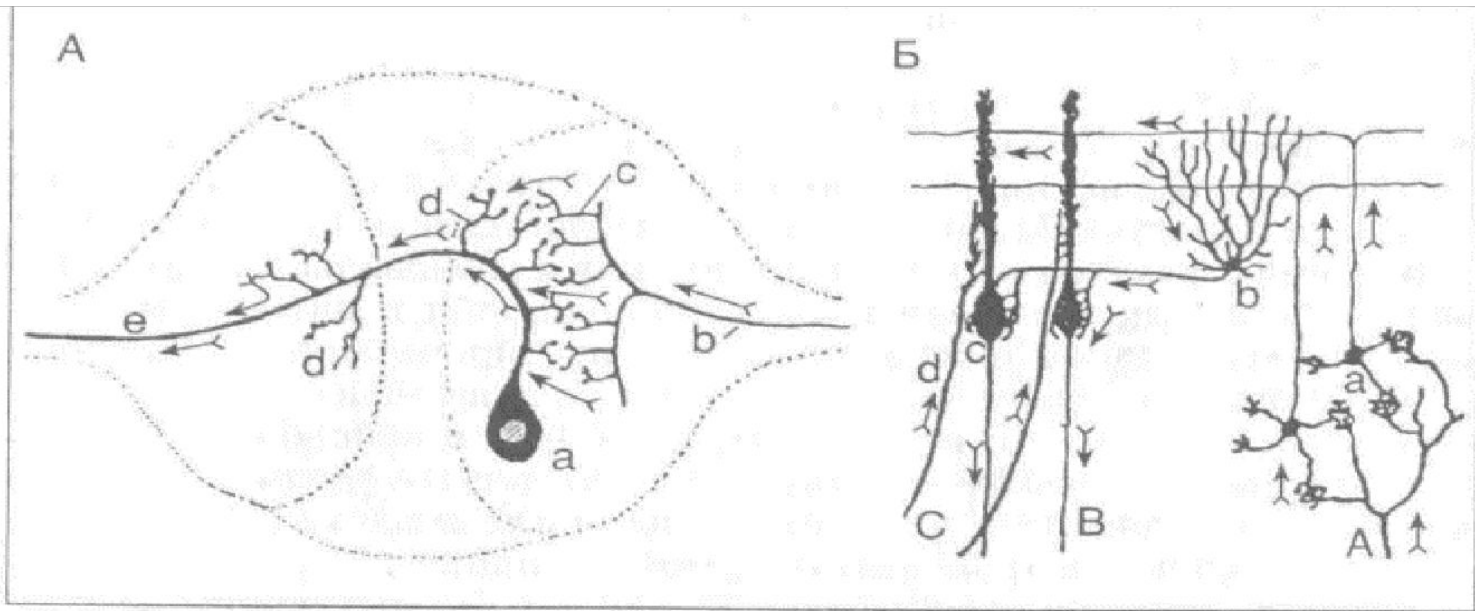
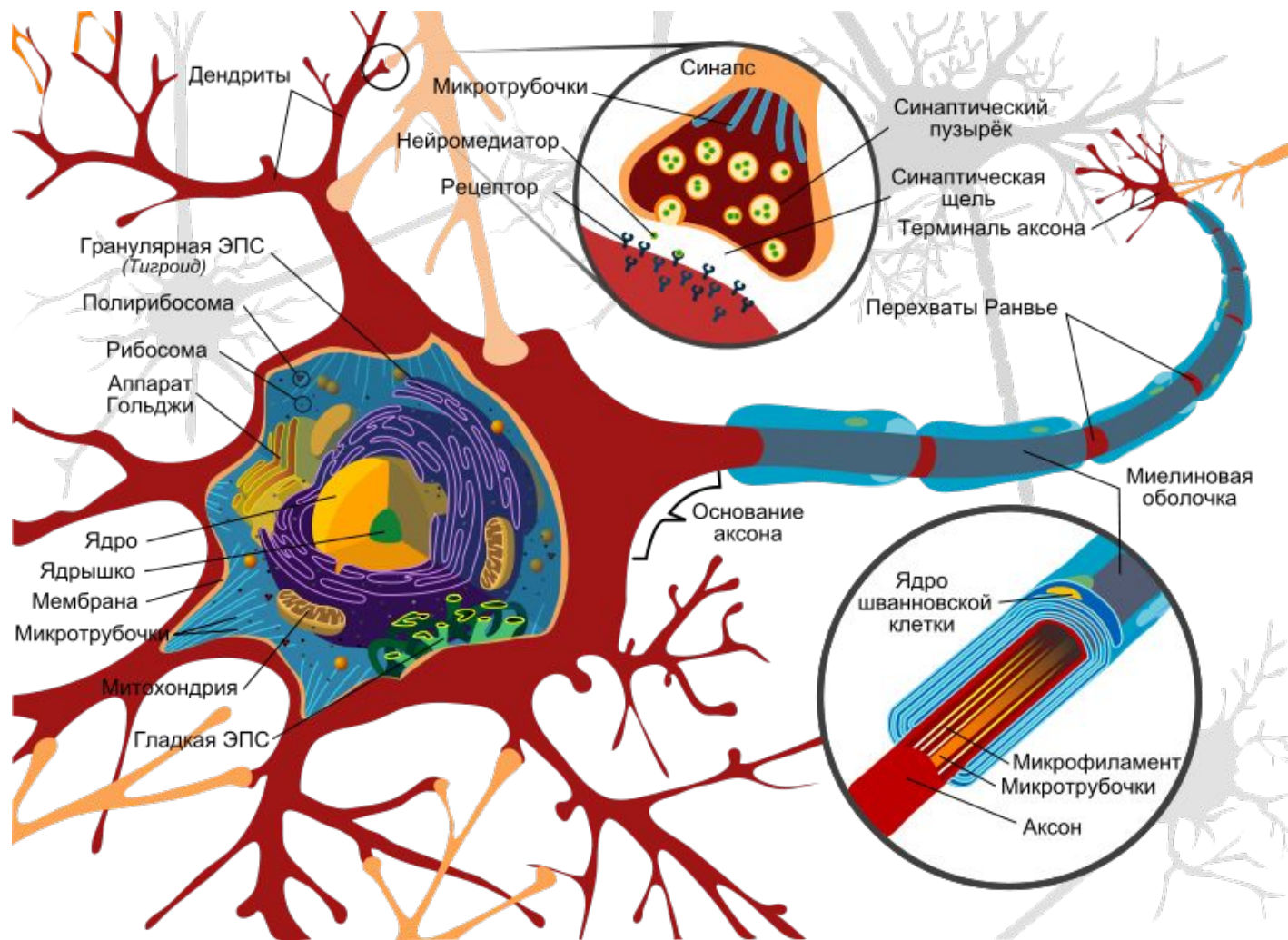


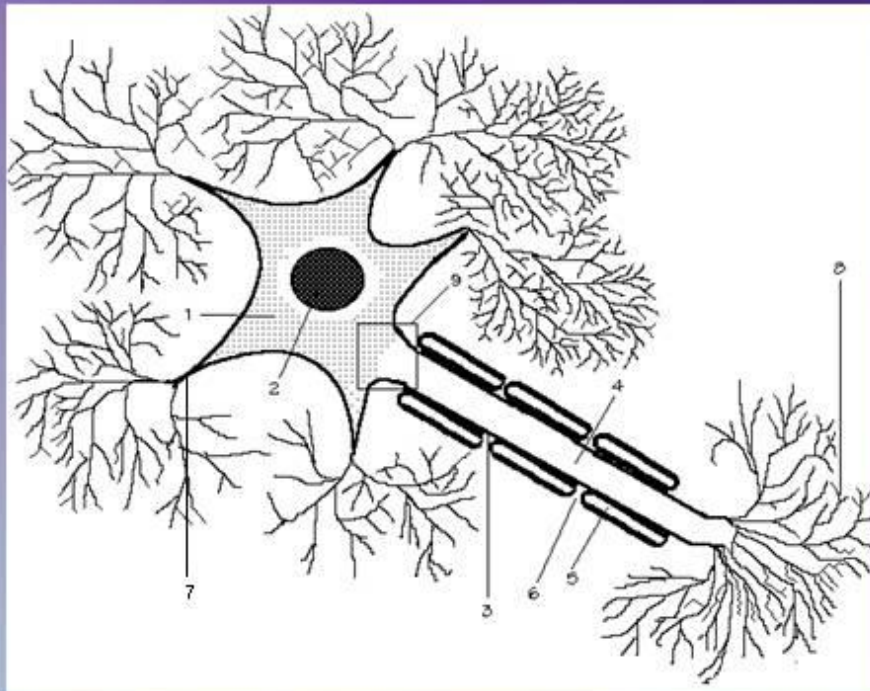
Рис. 1.5. Схемы Кахалю, указывающие направление переноса сигналов в нервных клетках и в нервных сетях в соответствии с “законом динамической поляризации”.

А – Ганглий беспозвоночного, Б – мозжечок. По Кахалю.

В 1891 г. С. Рамон-и-Кахаль установил **закон динамической поляризации нервной клетки**: нервный импульс перемещается по клетке и ее отросткам всегда в одном направлении: дендрит → тело клетки → аксон. В том же году немецкий исследователь В. Вальдейер назвал нервную клетку со всеми ее отростками «нейрон» и окончательно сформулировал нейронную теорию ее строения.

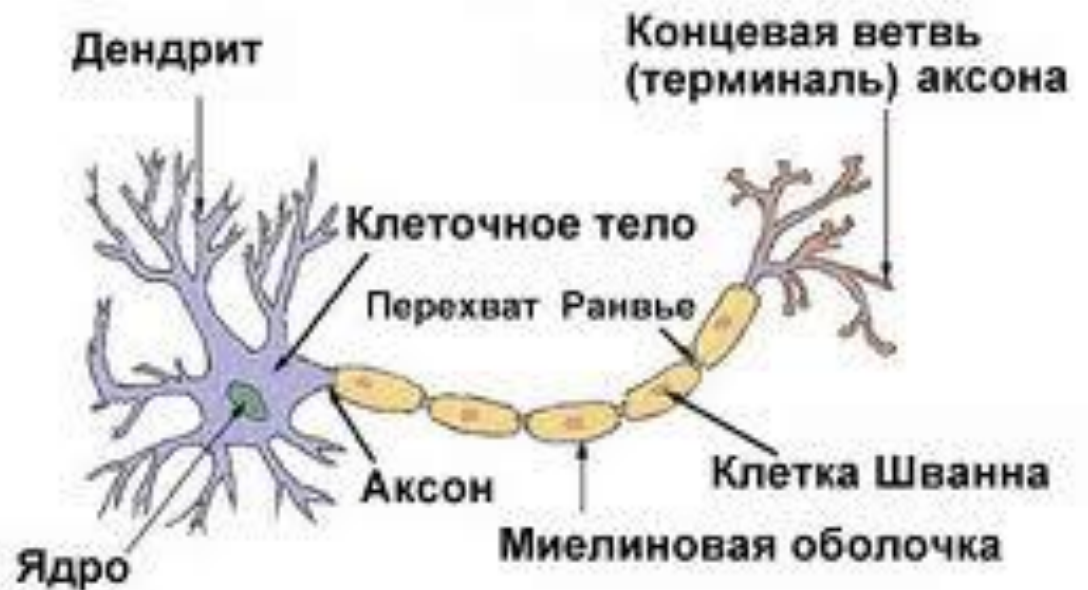
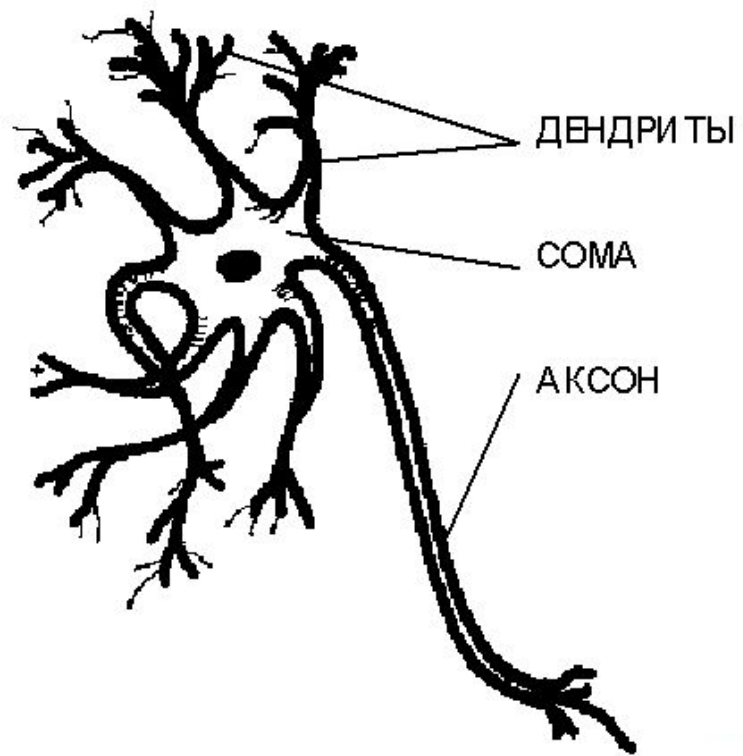


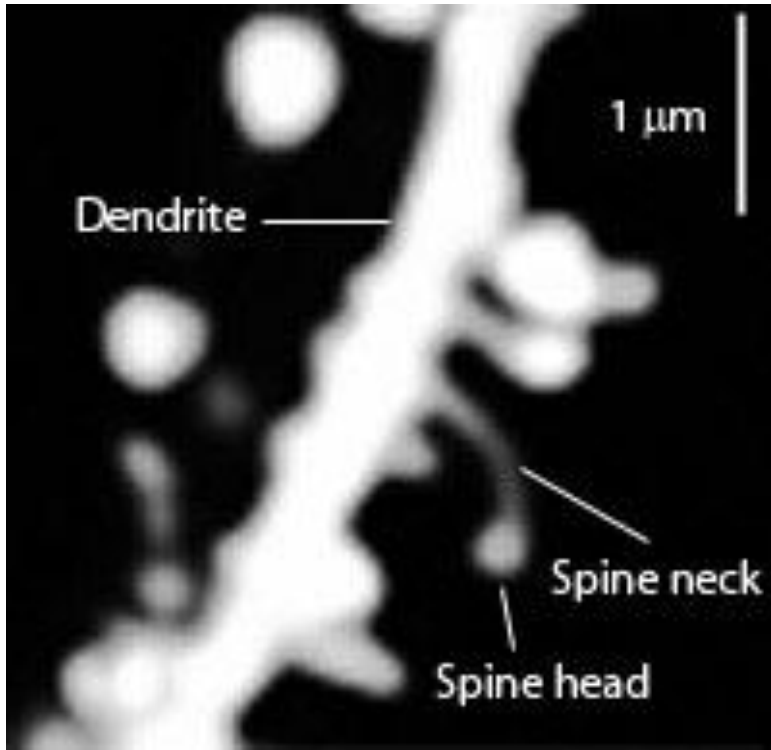




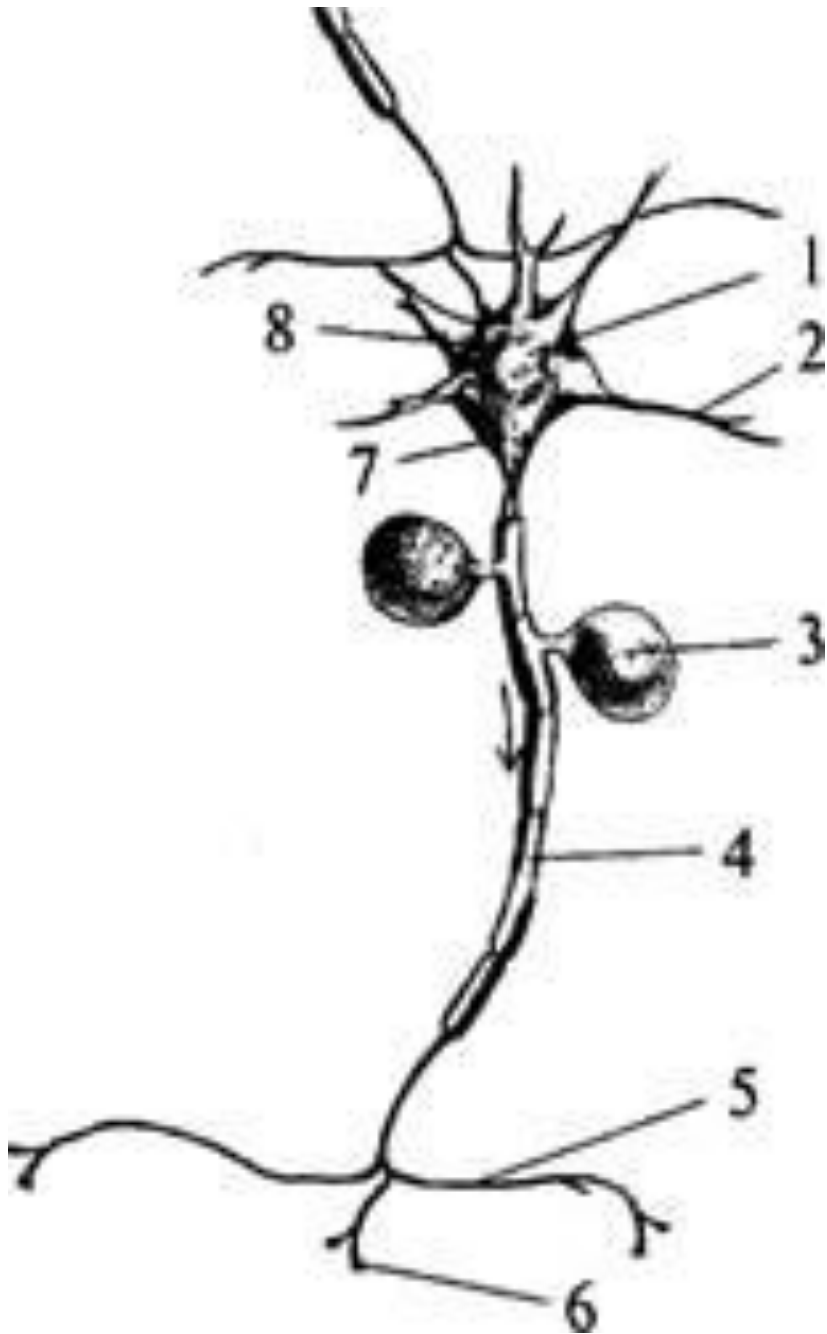
## Типичный нейрон

- 1 – сома
- 2 – ядро
- 3 – аксон
- 4 – аксоплазма
- 5 – миелиновая оболочка
- 6 – перехват Ранвье
- 7 – дендрит
- 8 – терминали (телодендри)

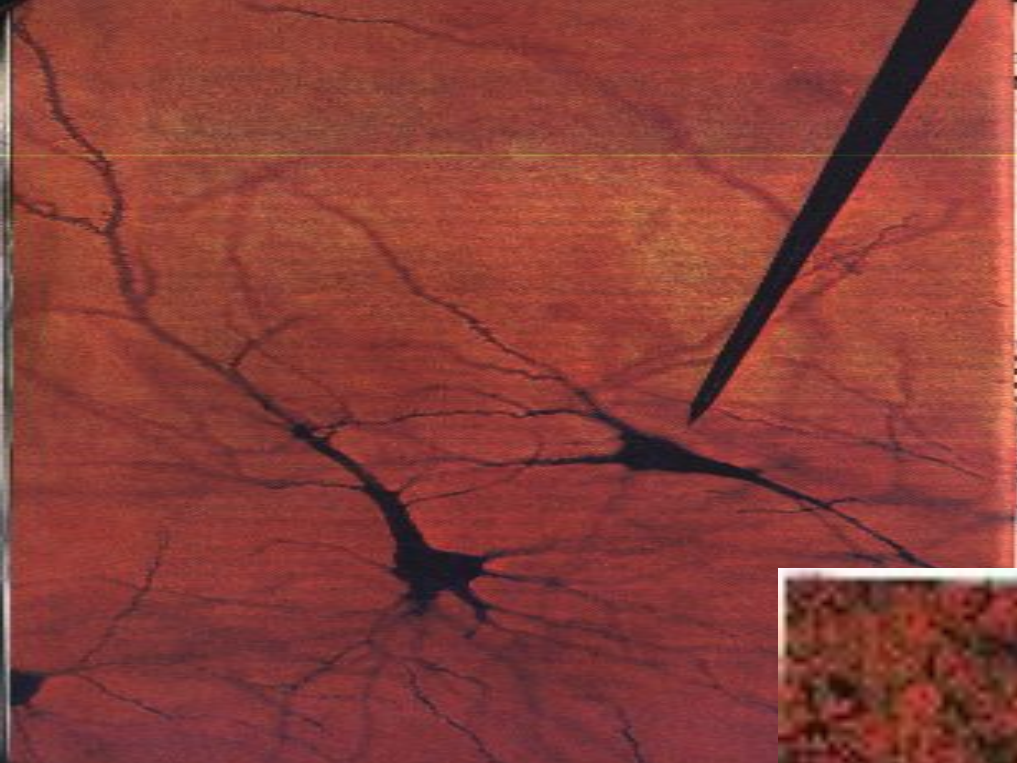


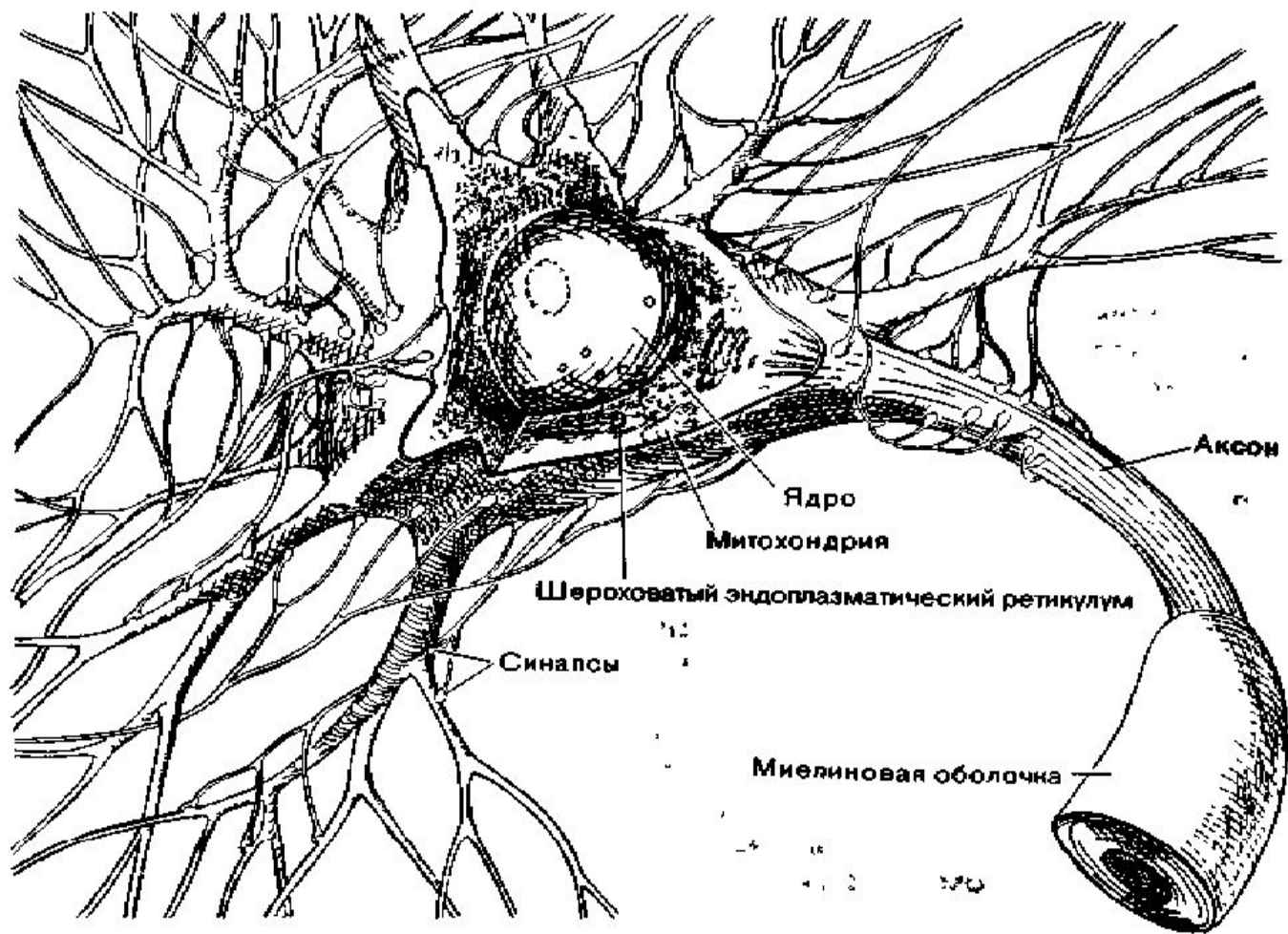


На веточках дендрита есть выросты – шипики.

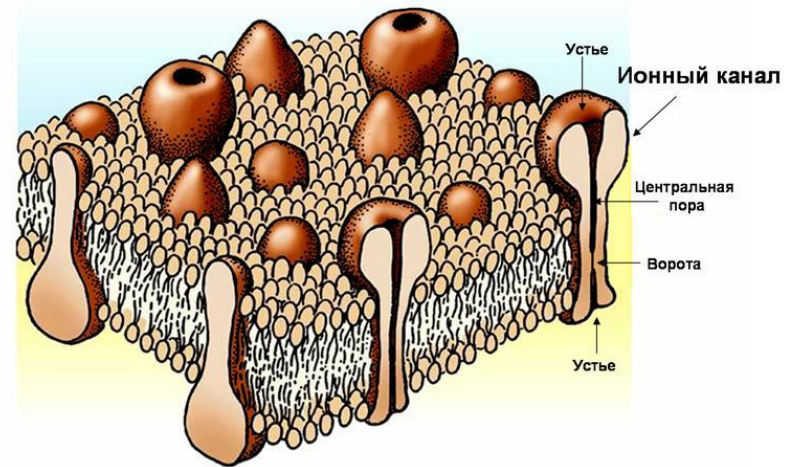
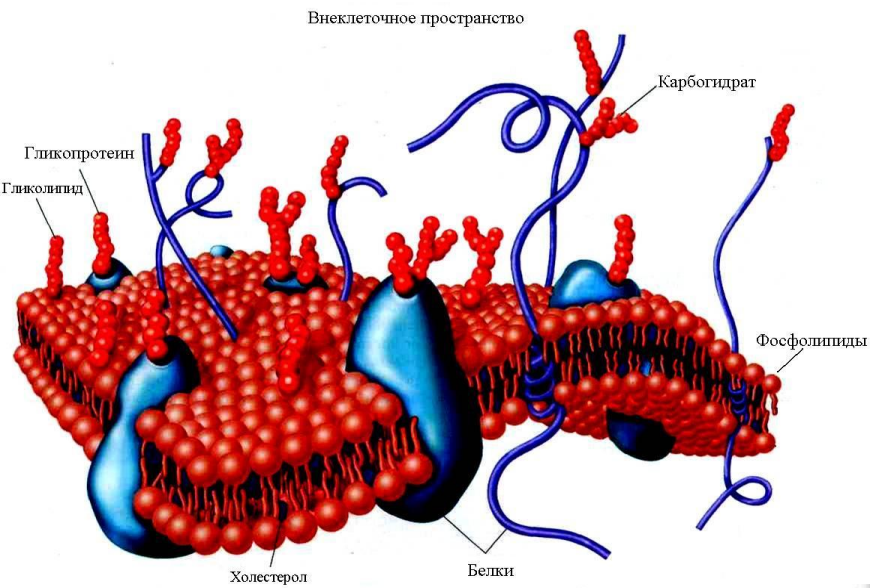


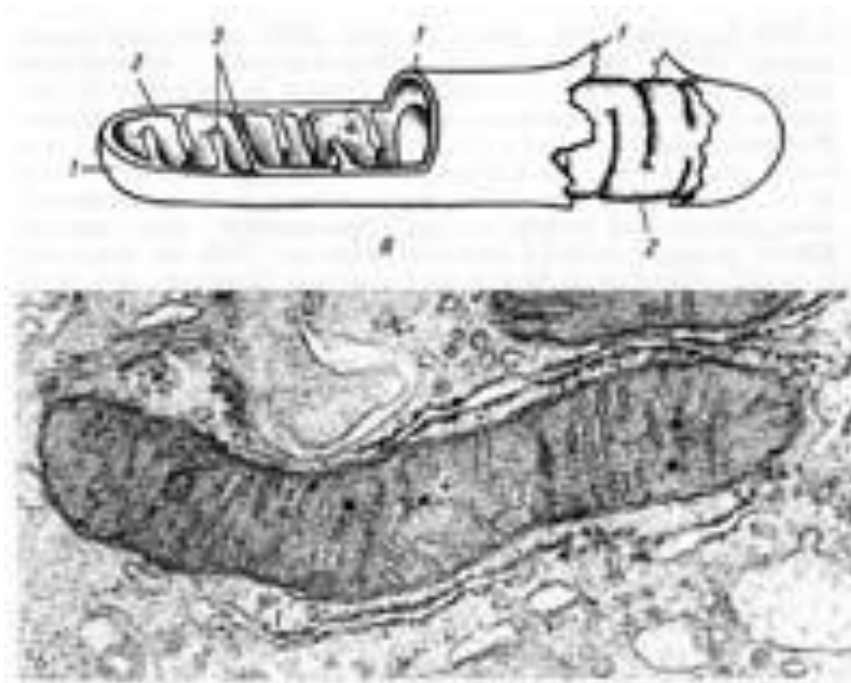
- 1 — сома (тело) нейрона;
- 2 — дендрит;
- 3 — тело Швановской клетки;
- 4 — миелинизированный аксон;
- 5 — коллатераль аксона;
- 6 — терминаль аксона;
- 7 — аксонный холмик;
- 8 — синапсы на теле нейрона





Тело нейрона содержит общий для всех клеток генетический материал и сложный метаболический аппарат. Однако в отличие от большинства других клеток нейроны после завершения эмбрионального периода не делятся; исходный их запас должен служить в течение всей жизни организма. От тела клетки отходит несколько дендритов и один аксон. Тело клетки и дендриты покрыты синапсами – бляшкообразными структурами, через которые поступает информация от других нейронов. Митохондрии снабжают клетку энергией. Белки синтезируются на эндоплазматическом ретикулуме. Транспортная система перемещает белки и другие вещества от тела клетки к тем местам, где они требуются.





1 — наружная  
митохондриальная мембрана; 2  
— внутренняя  
митохондриальная мембрана; 3  
— кристы; 4 —  
митохондриальный матрикс.



Специфическими образованиями нервной клетки являются тигроидное вещество и нейрофибриллы. Тигроидное вещество, или **вещество Ниссля** находится **в теле нервной клетки и в основаниях дендритов**, в аксонах не обнаруживается. При исследовании в световом микроскопе тигроид выявляется в виде глыбок или зерен. Крупные глыбки придают цитоплазме пятнистый вид

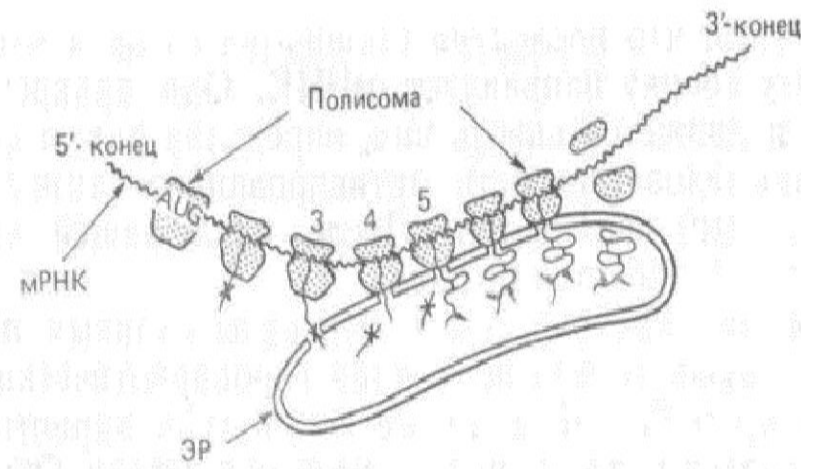
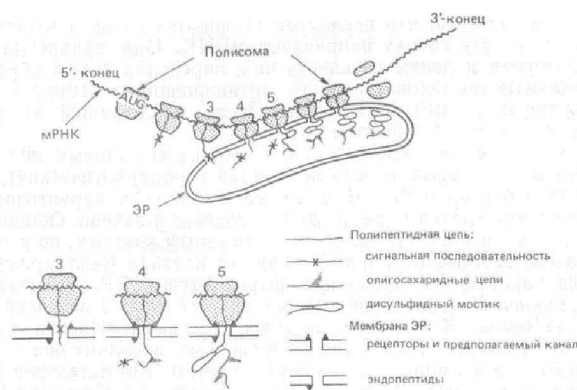
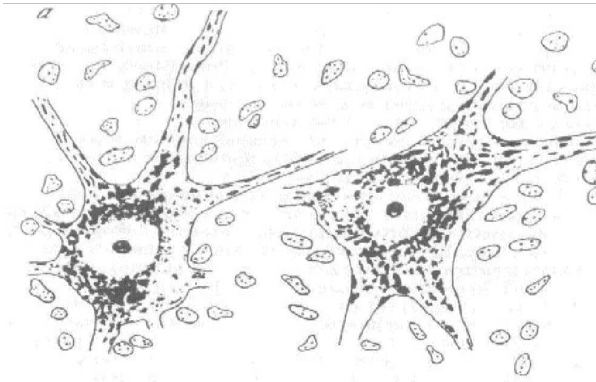
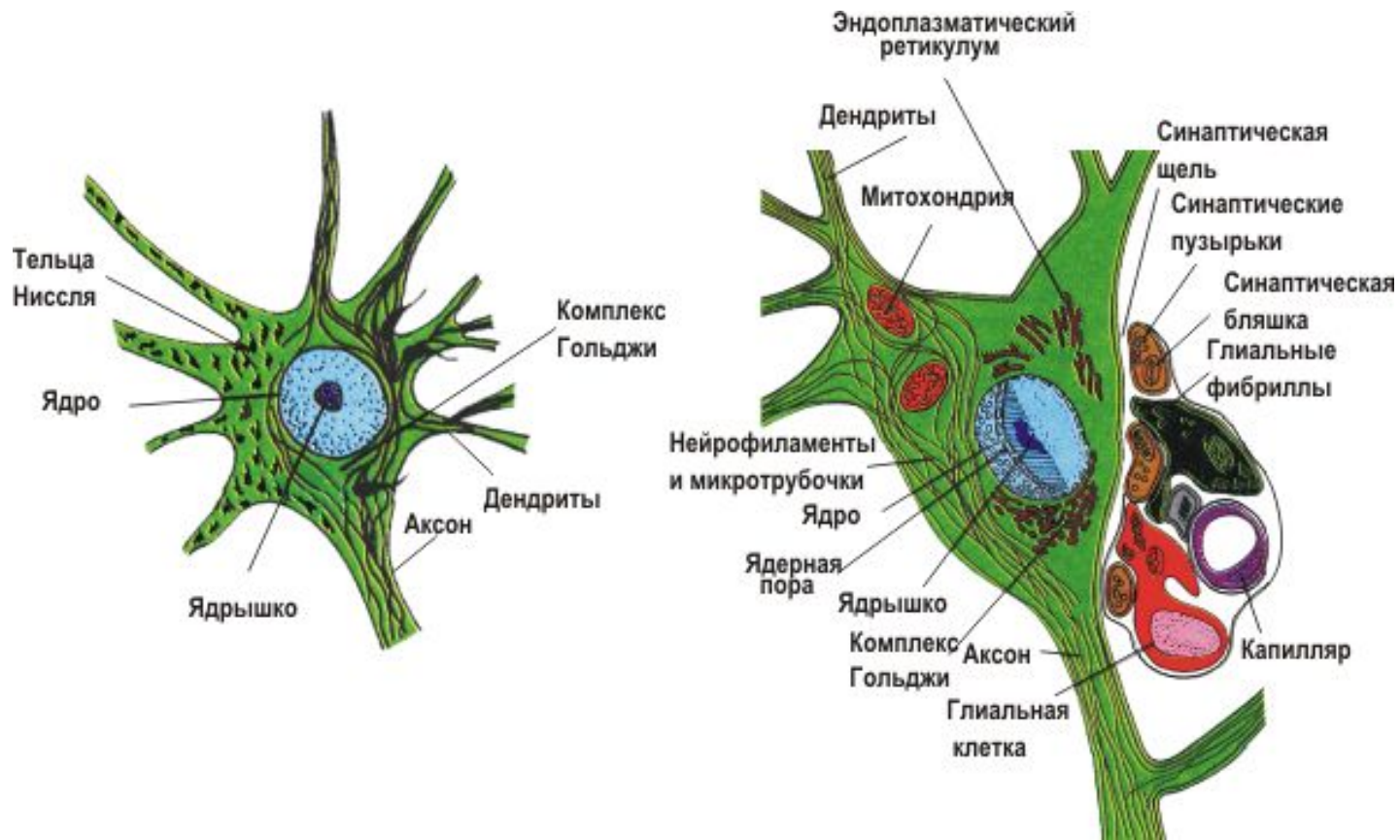
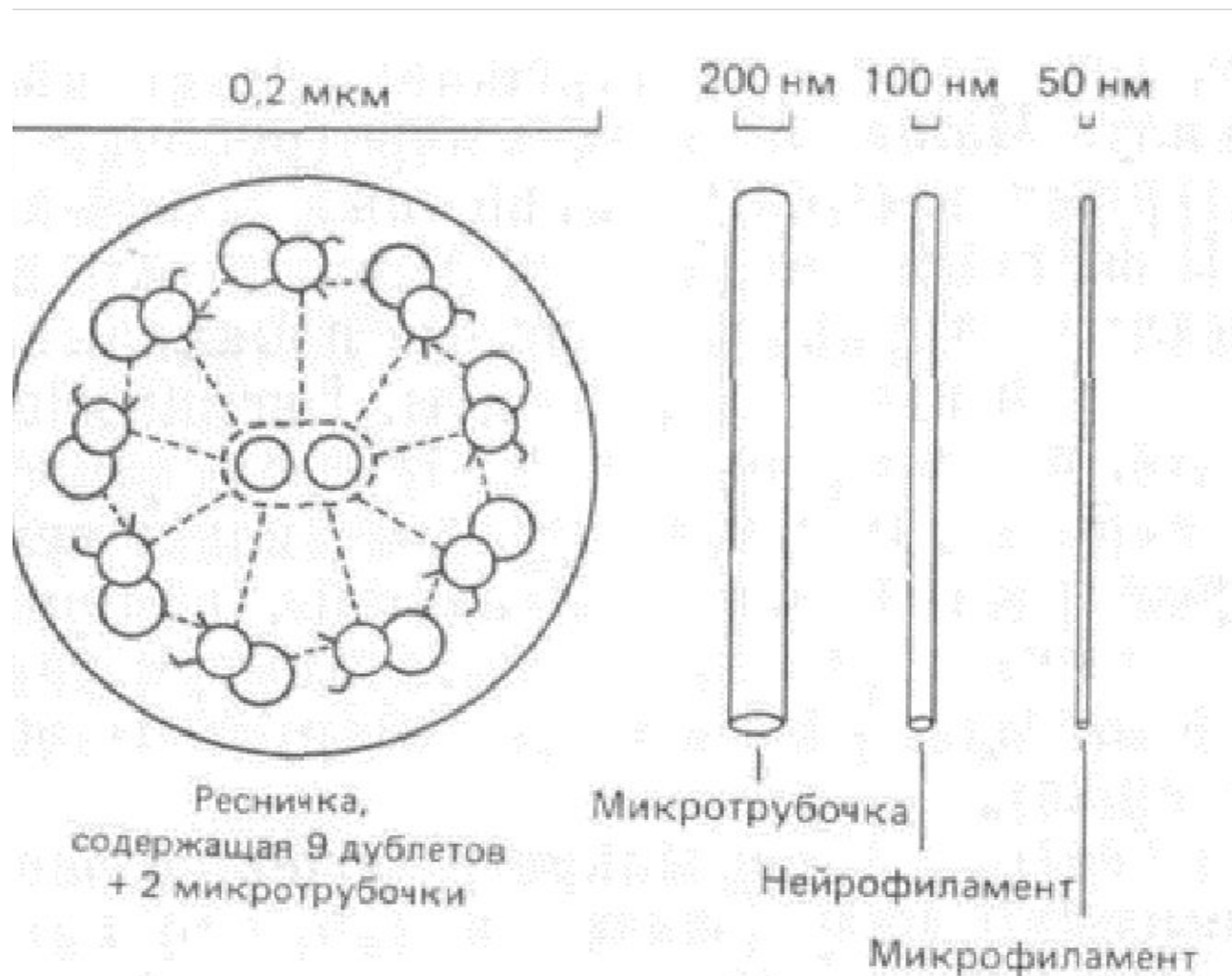


Рис. 4.5. Схема последовательных этапов синтеза белков. *Вверху.* Трансляция мРНК в секреторный пептид начинается в цитоплазме. Аминокислоты образуют сигнальную последовательность; когда она начинает выходить из рибосомы, ее узнают рецепторы в эндоплазматическом ретикулуме (ЭР). Рибосома прикрепляется к мембране (этап 3), а пептид, направляемый сигнальной последовательностью, врастает в пространство внутри цистерны (этапы 4 и 5). *Внизу.* В цистерне происходит образование дисульфидных мостиков и олигосахаридных цепей в соответствии со структурой данного пептида или белка. (Palade, Farquhar, 1981.)

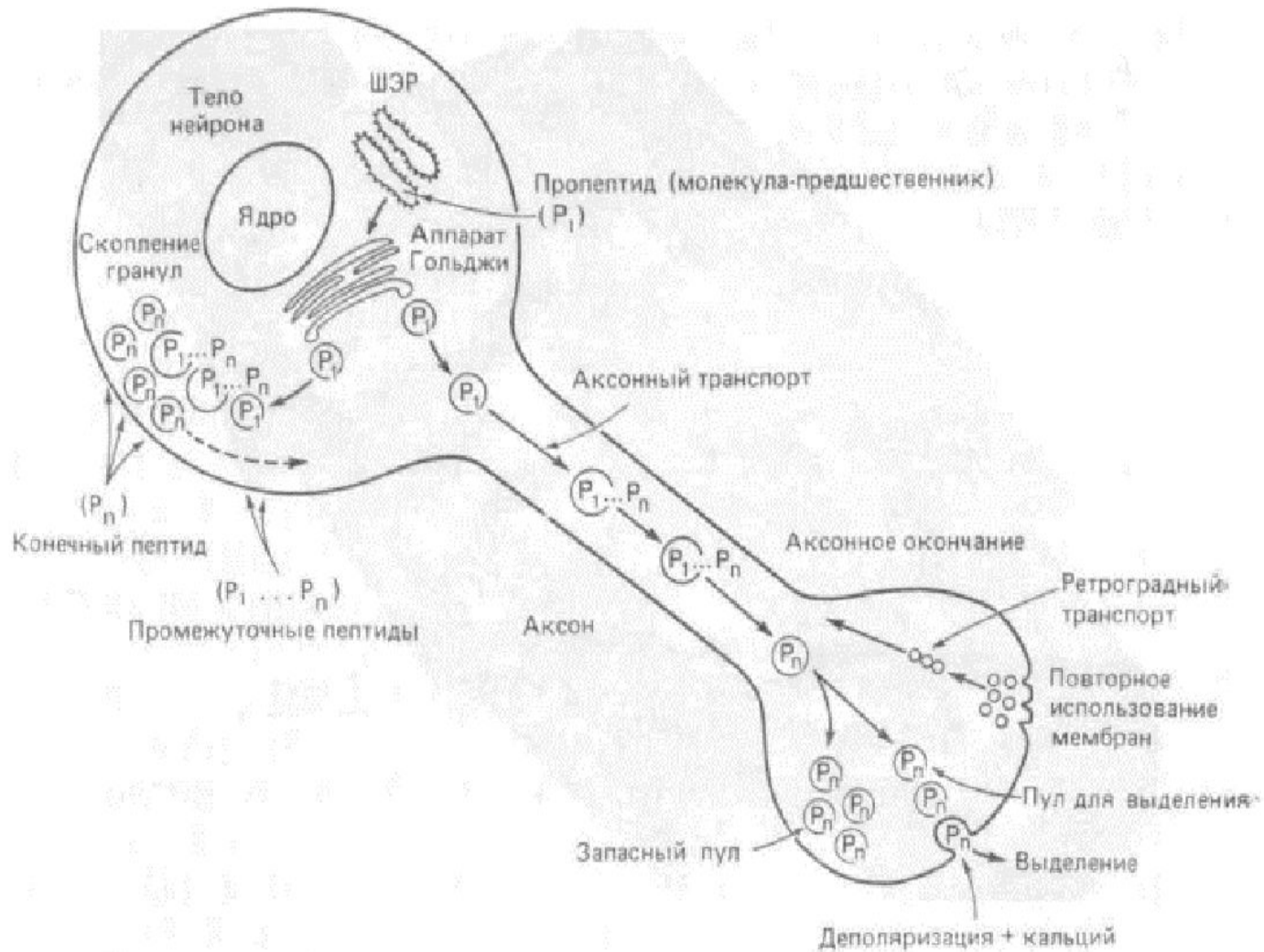


В нервных клетках хорошо развит **комплекс Гольджи**.



В нейронах развита сеть фибриллярных структур – **микротрубочек и нейрофиламентов**. Они образуют в цитоплазме сложную трехмерную опорно-сократительную сеть, играющую важную роль в функционировании нейрона и транспорте веществ внутри клетки и по ее отросткам.

Основной транспорт веществ в нервных клетках осуществляется по аксону и называется **аксонным транспортом**.



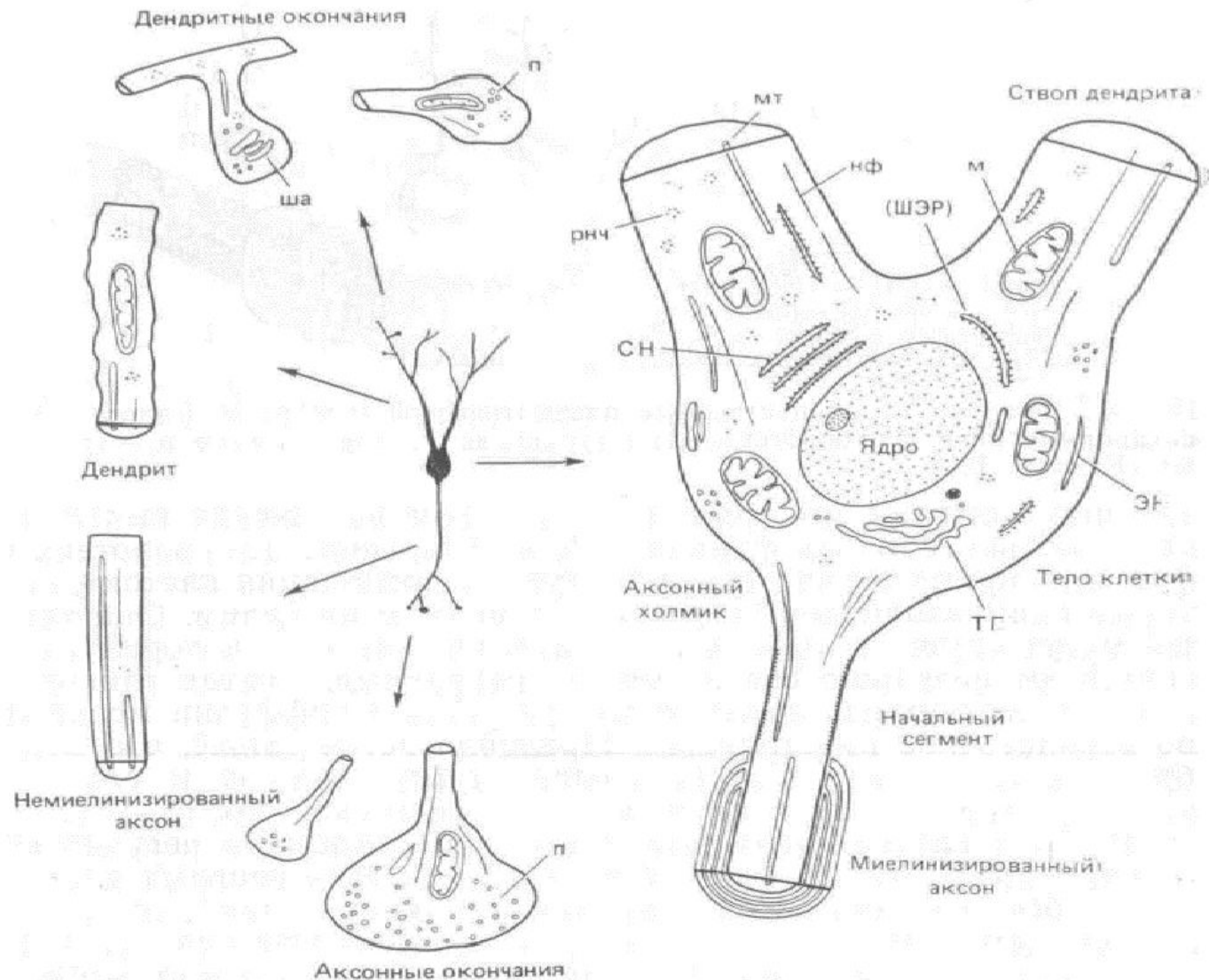


Рис. 4.2. Схемы частей нейрона. Нейрон (окрашенный по Гольджи или внутриклеточной инъекцией красителей), показанный в центре, окружен схемами, иллюстрирующими ультраструктуру различных его частей. ЭР — эндоплазматический ретикулум; ТГ — тельце Гольджи; СН — субстанция Ниссля; мт — микротрубочка; нф — нейрофиламент; рнч — рибонуклеопротеиновые частицы; ша — шпиковый аппарат; п — пузырьки, м — митохондрия. (Shepherd, 1979.)

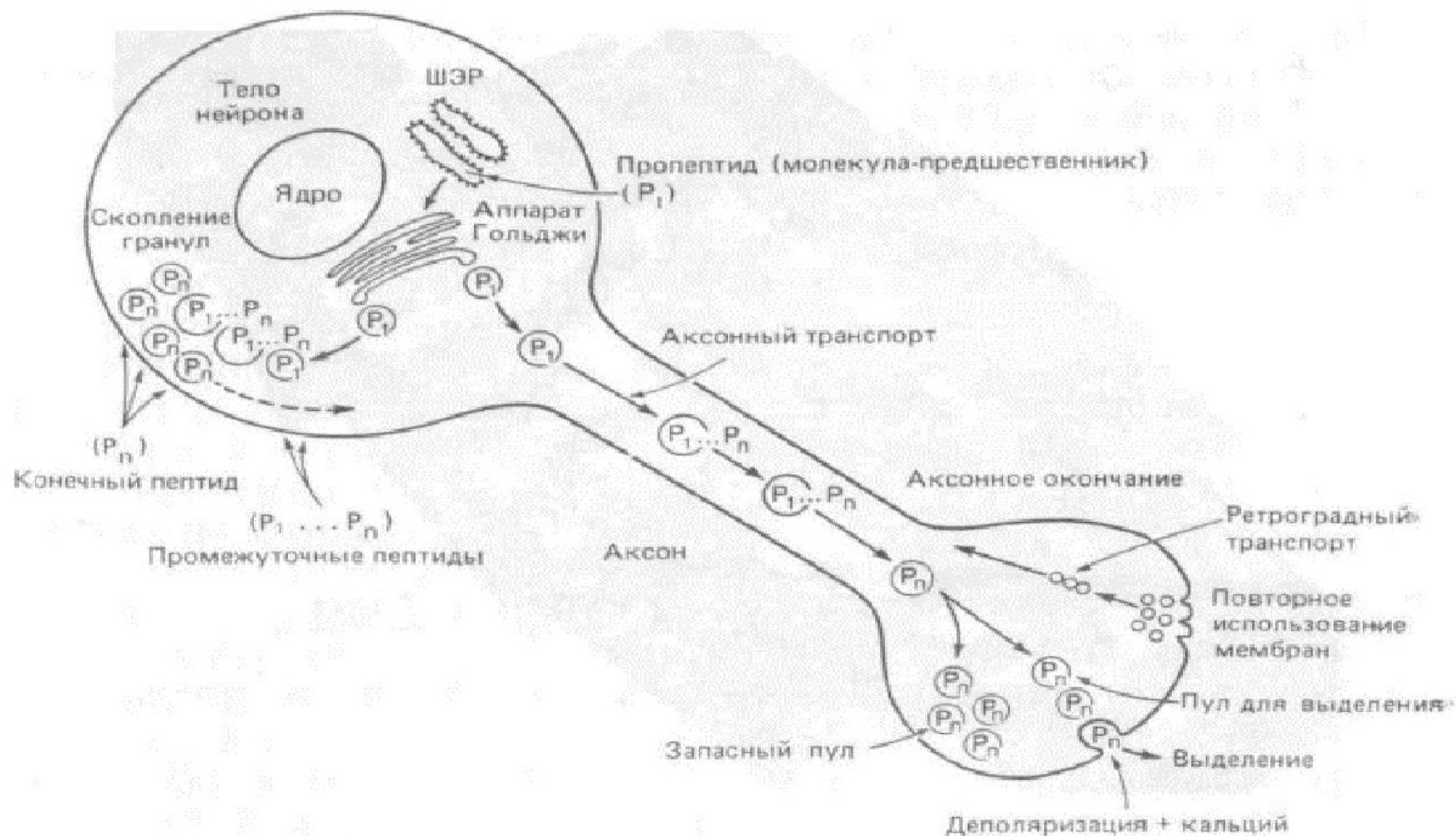
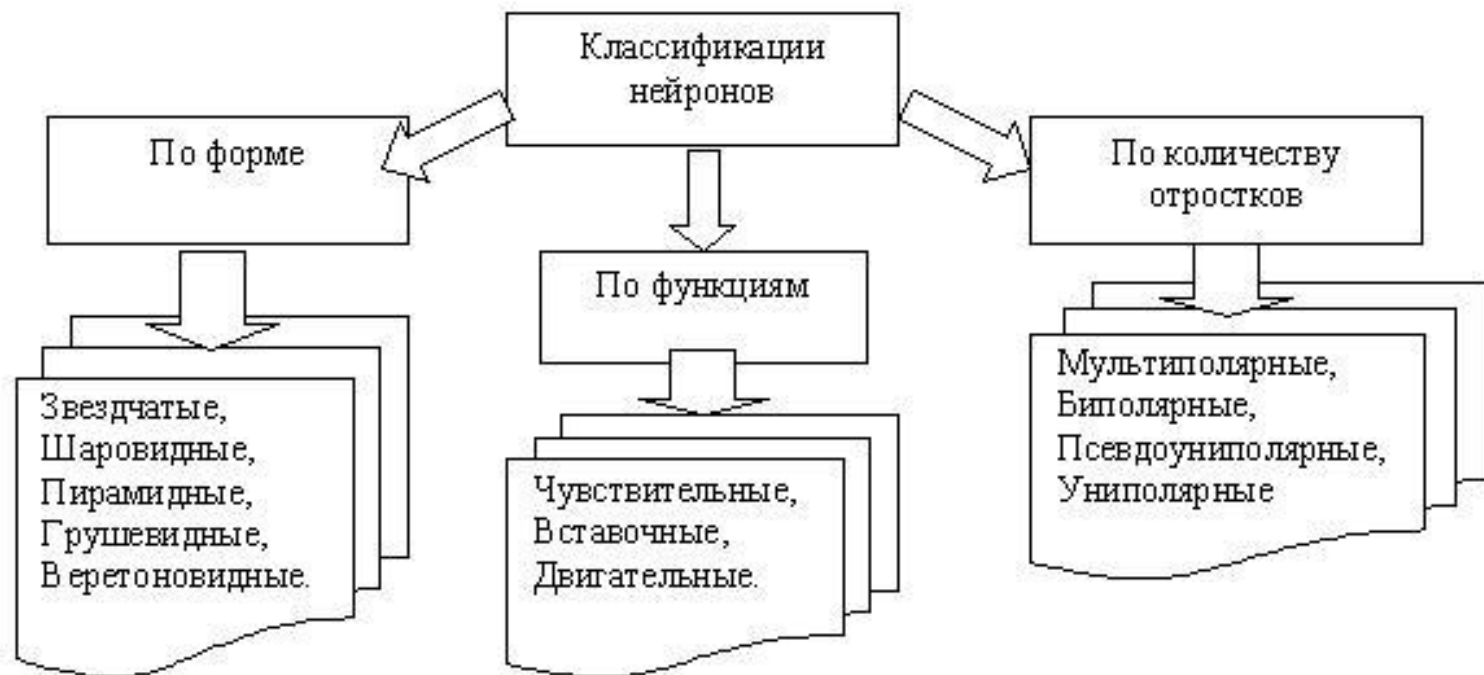


Рис. 4.12. Аксонный транспорт, его отношение к синтезу пептидов в теле клетки и их выходу из окончаний (Mains et al., in: Gainer, Brownstein, 1981)



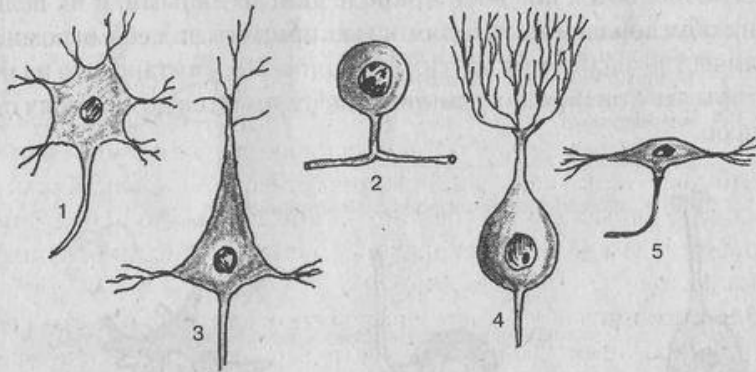
# нейроны

зернистые

пирамидные

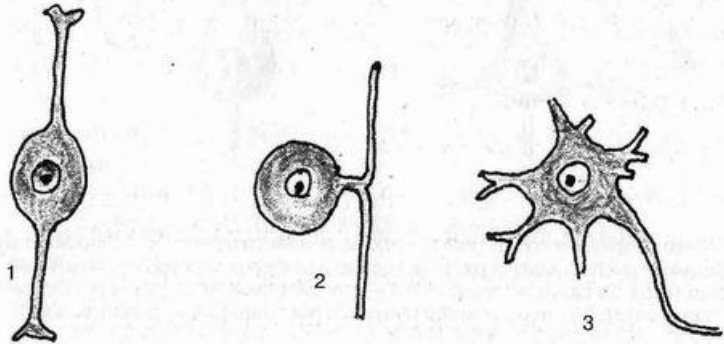
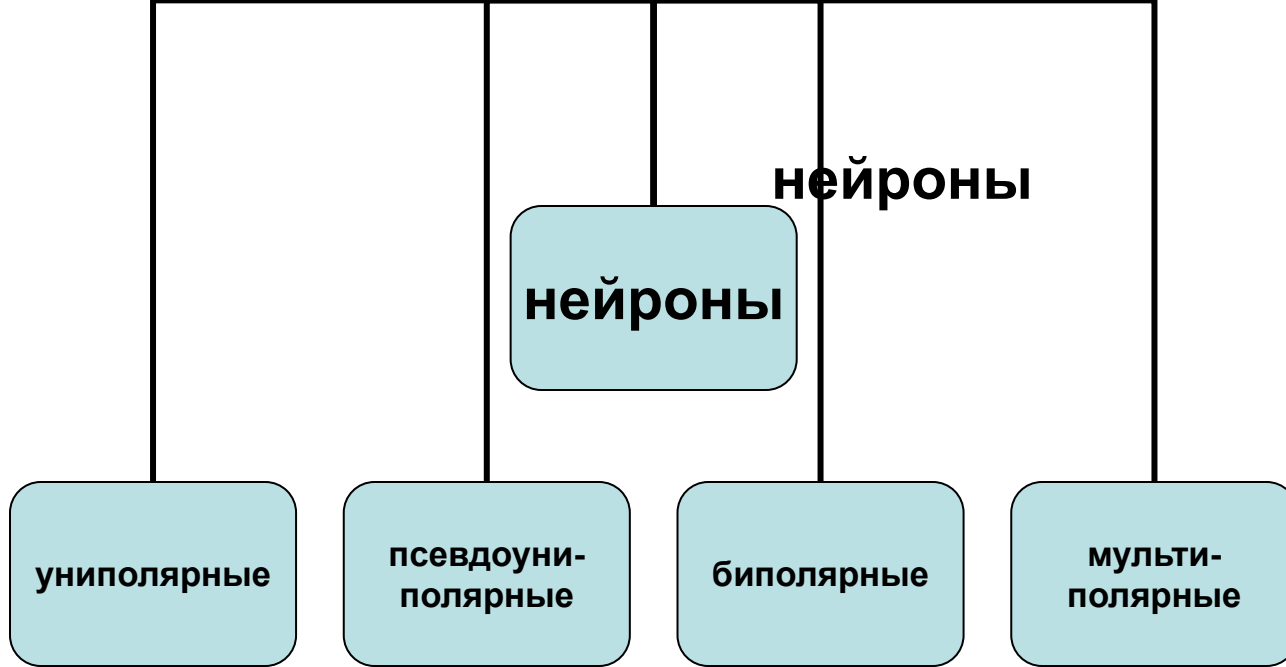
звездчатые

веретено-  
образные

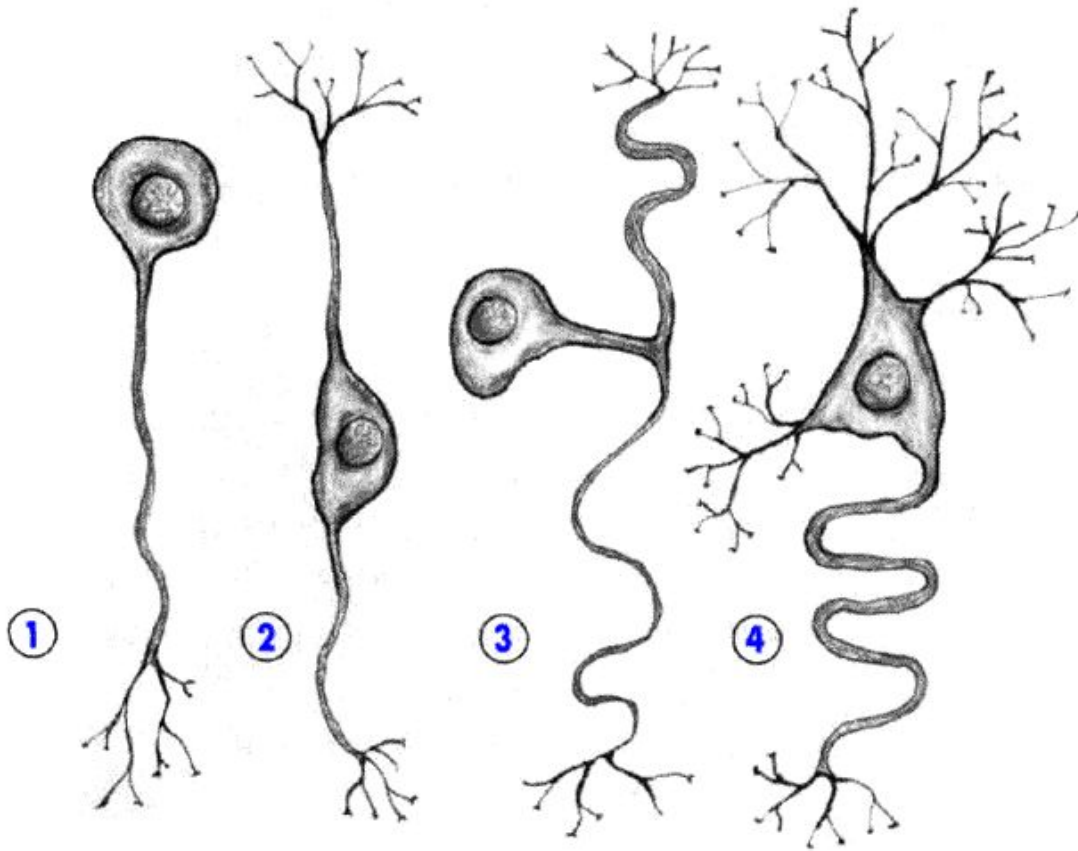


**Рис. 4.5.** Классификация нейронов по форме тела:  
1 — звездчатые нейроны (мотонейроны спинного мозга); 2 — шаровидные нейроны (чувствительные нейроны спинномозговых узлов); 3 — пирамидные клетки (кора больших полушарий); 4 — грушевидные клетки (клетки Пуркинье мозжечка); 5 — веретенообразные клетки (кора больших полушарий)





**Рис. 4.6.** Классификация нейронов по количеству отростков:  
1 — биполярные нейроны; 2 — псевдоуниполярные нейроны;  
3 — мультиполярные нейроны



Основные типы нейронов:

1 - униполярный; 2 - биполярный;

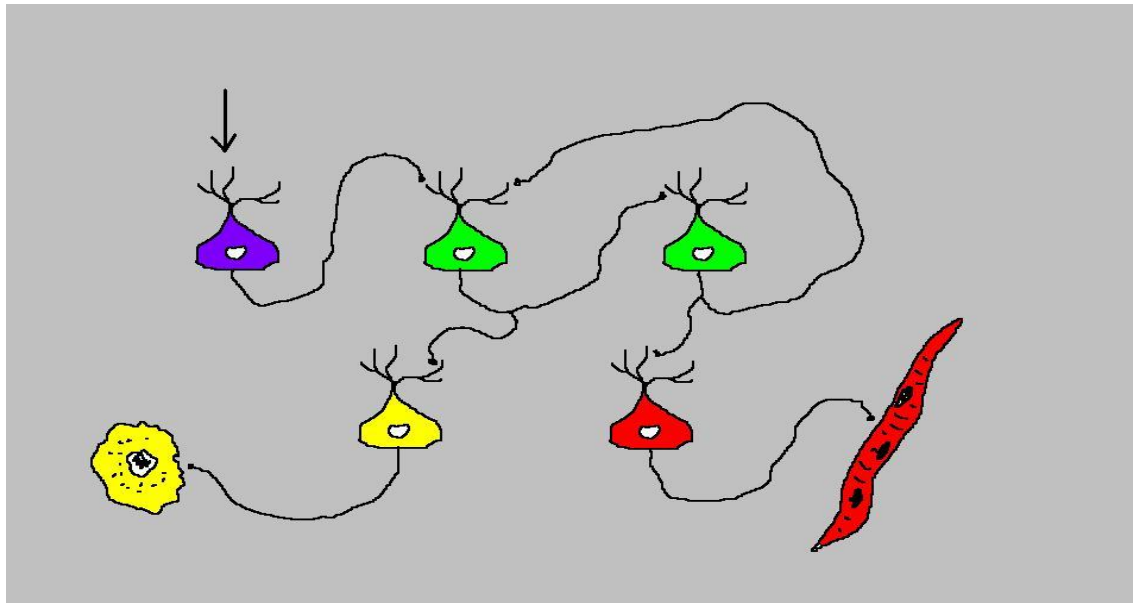
3 – псевдоуниполярный; 4 – мультиполярный.

**нейроны**

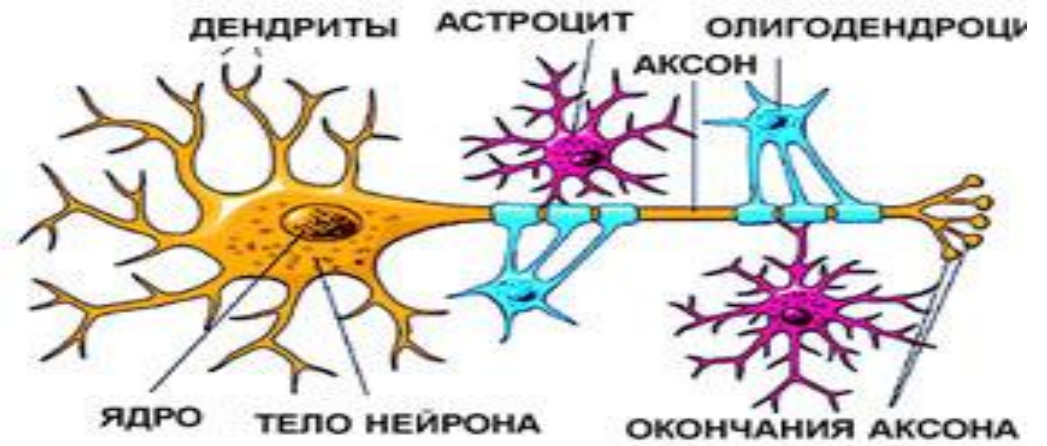
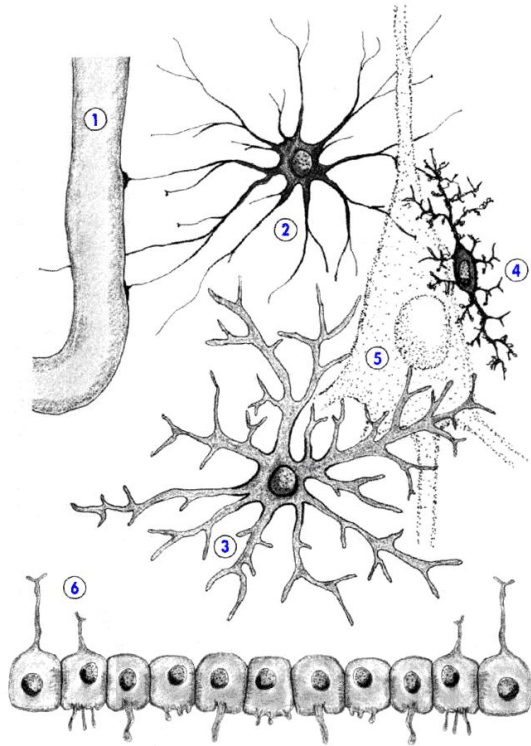
**афферентные  
(чувствительные)**

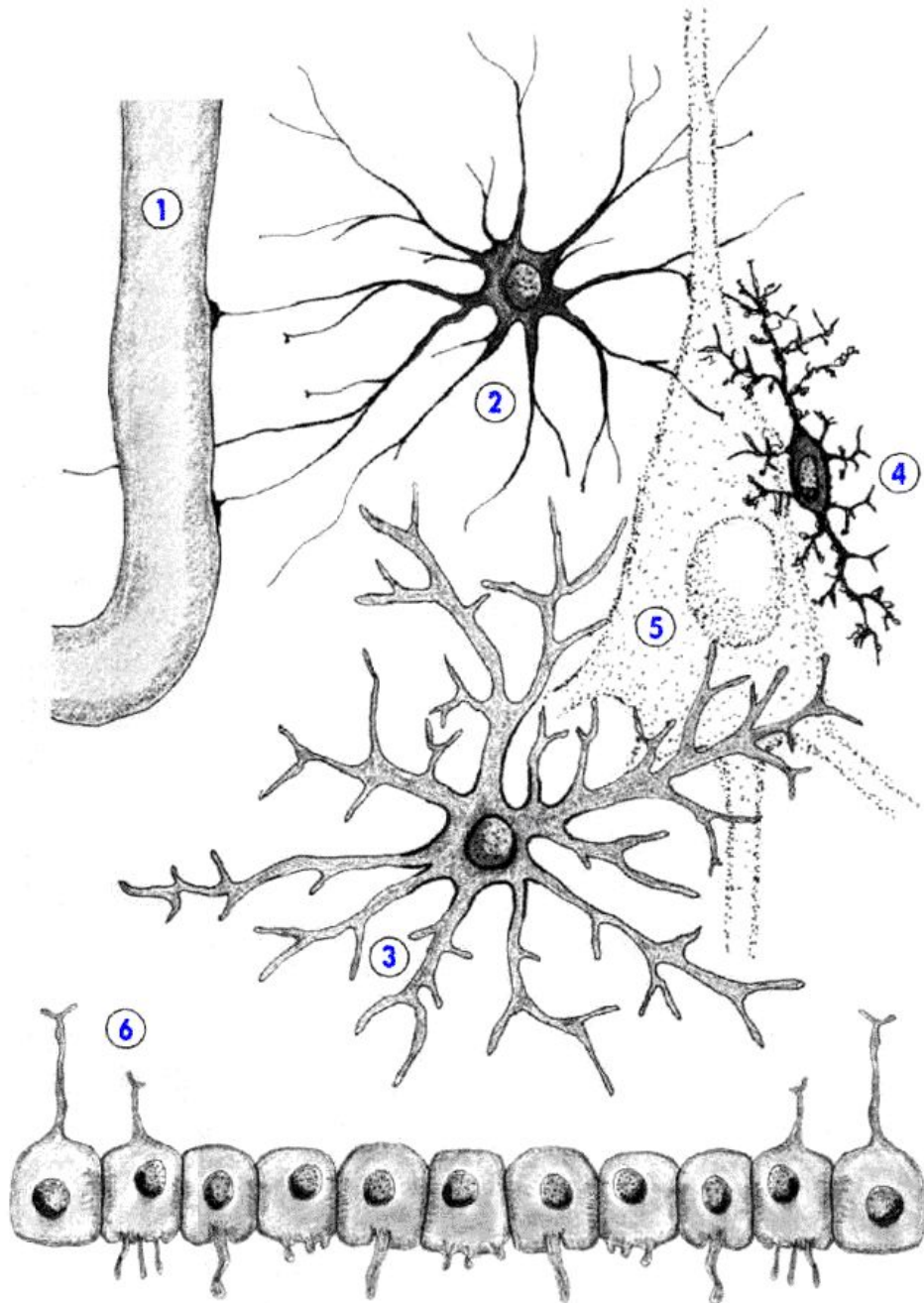
**эфферентные  
(двигательные)**

**ассоциативные  
(вставочные)**



# Нейроглия

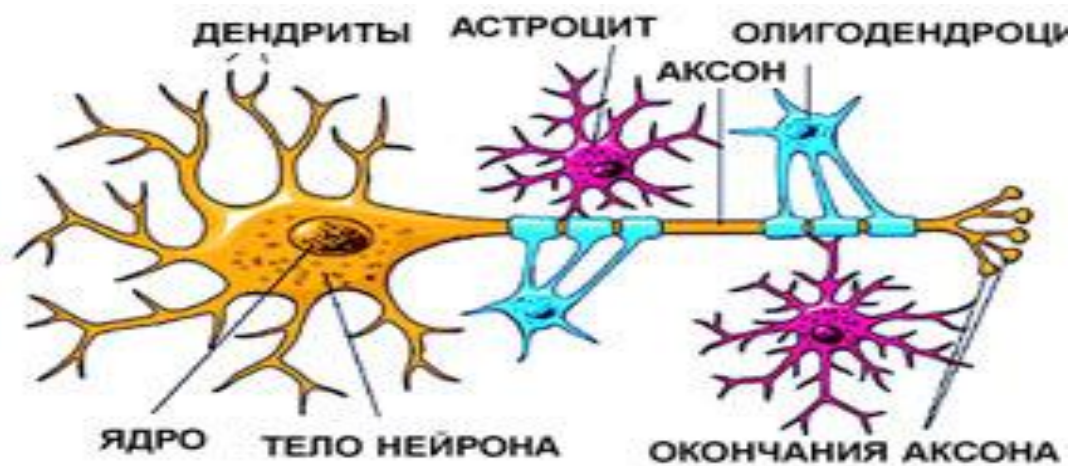
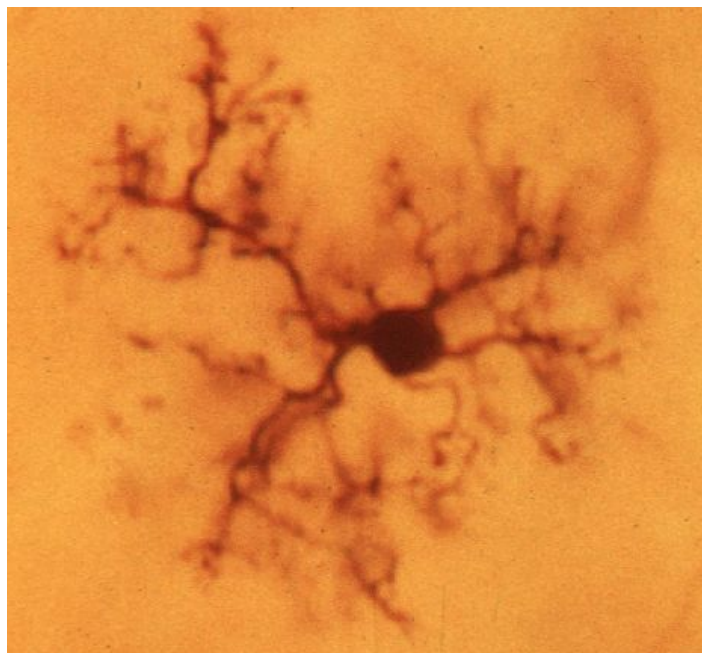




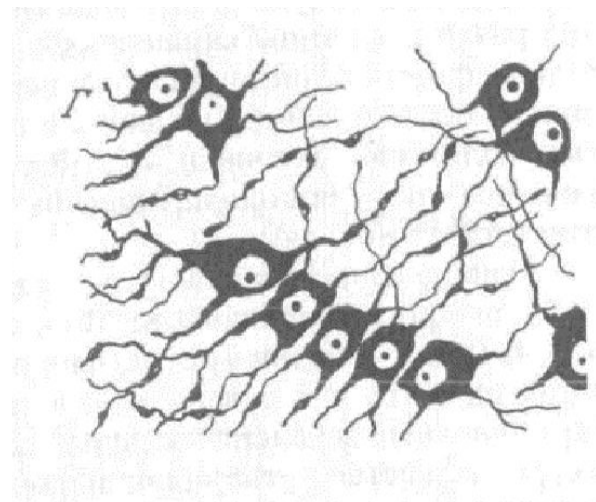
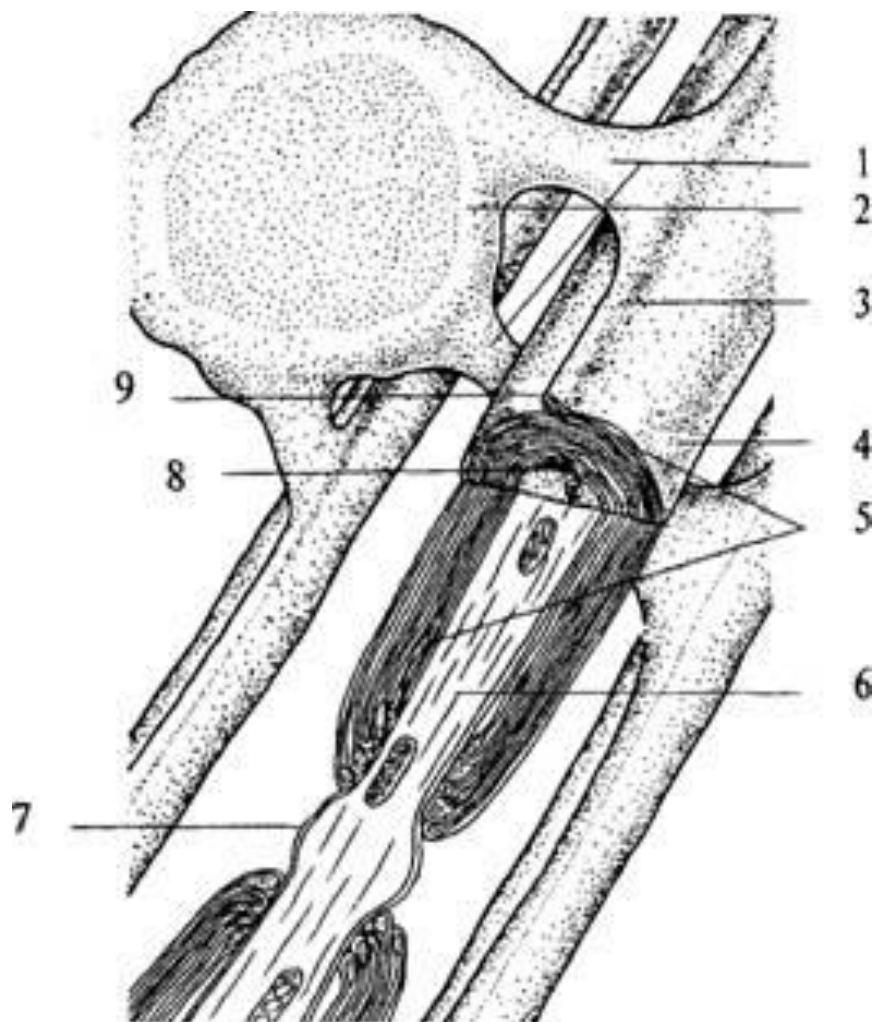
Различные типы глиальных клеток ЦНС:

- 1 - капилляр;
- 2 – фиброзный астроцит;
- 3 - протоплазматический астроцит;
- 4 – микроглиальная клетка;
- 5 - контур нейрона;
- 6 - эпендимные клетки выстилки желудочков мозга

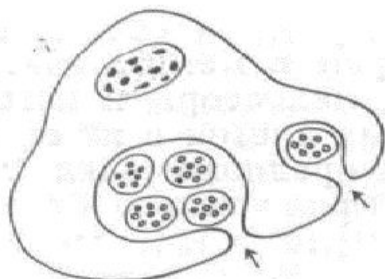
# Астроциты



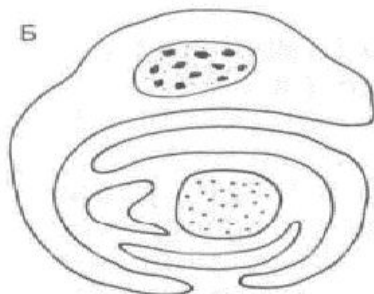
# Астроциты



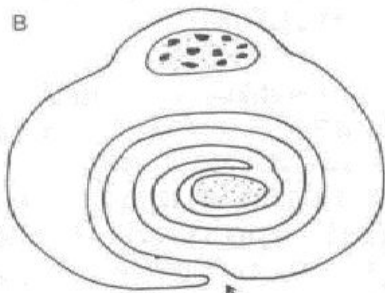
Олигодендроциты



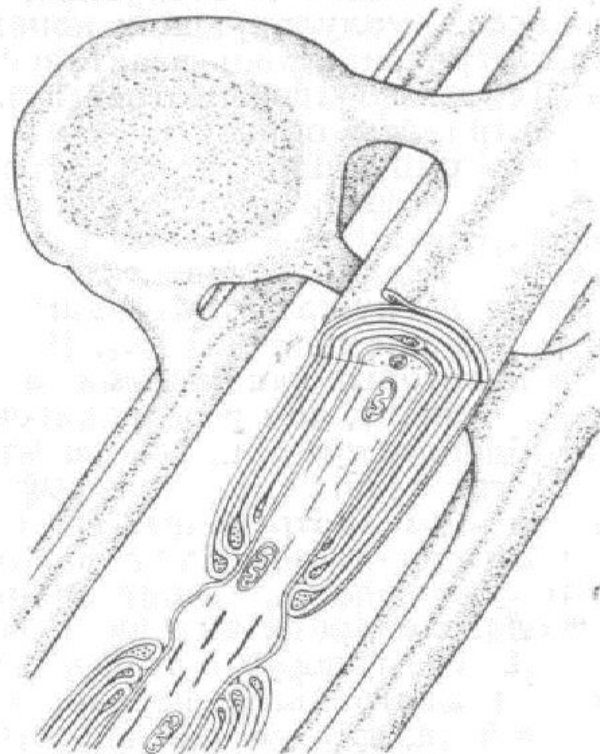
А. Немиелинизированная  
одиночная глиальная оболочка  
у беспозвоночных и позвоночных



Б. Немиелинизированные  
рыхлые глиальные складки  
у беспозвоночных



В. Миелинизированные  
плотные глиальные складки  
у позвоночных



Г. Миелинизированные волокна  
в центральной нервной системе  
позвоночных

Рис. 4.15. Оболочки нерва. А. Одиночная глиальная клетка, окружающая тонкие нервные волокна. Б. Рыхлые глиальные оболочки, образующая миелин. В. Плотная глиальная оболочка, образующая миелин. Г. Пространственные отношения между глиальной клеткой, миелиновыми складками вокруг нервного волокна и перехватом Ранвье. (Bunge, 1968.)



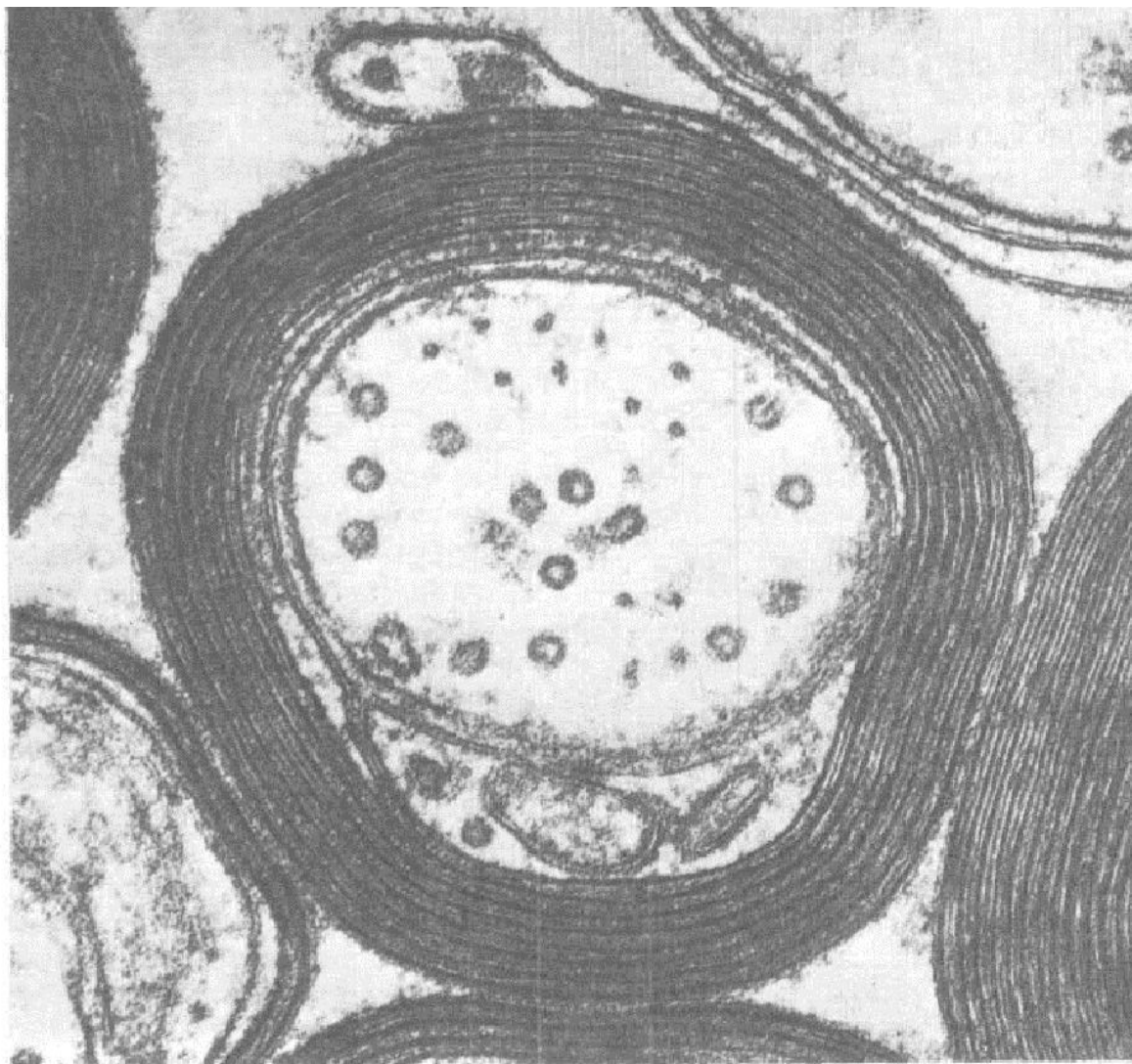
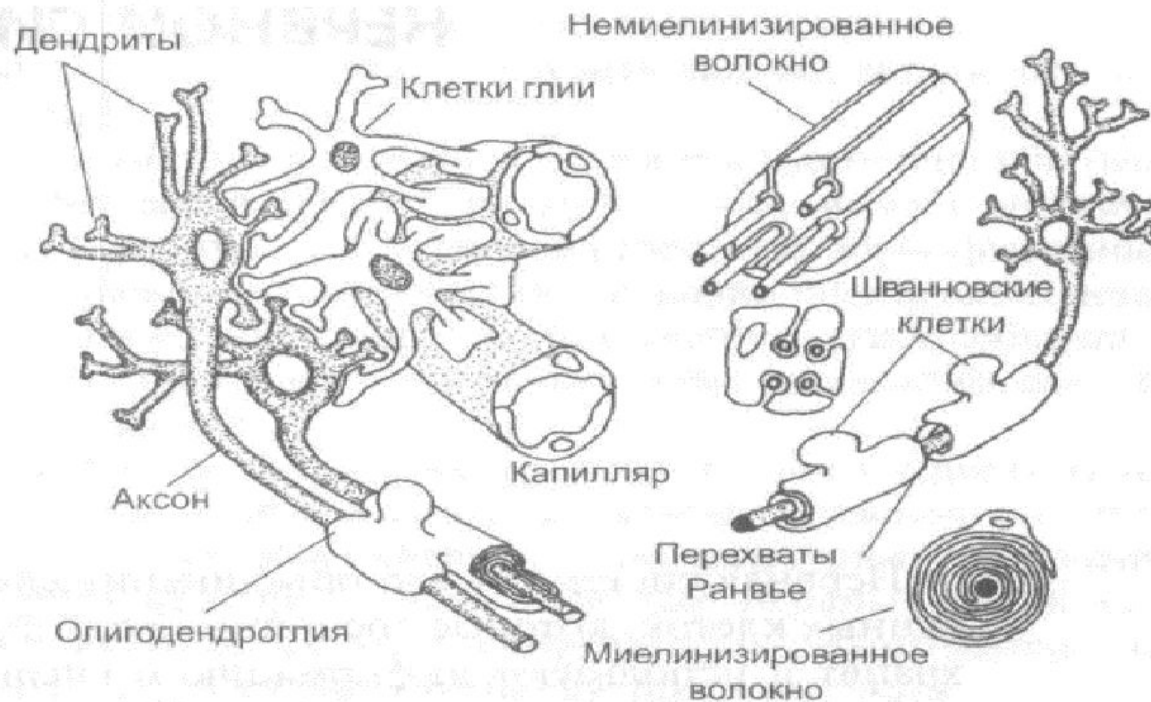


Рис. 11. Мембрана глиальной клетки многократно обернута вокруг аксона, как это видно на электронной микрофотографии поперечного среза нервного волокна. Такая мембрана состоит из миелина, который ускоряет проведение нервных импульсов, повышая сопротивление и уменьшая емкость между внутренностью аксона и окружающим пространством. В аксоне видны (в поперечном сечении) органеллы, называемые микротрубочками.



**Рис. 1.** Строение нейронов, клеток глии и оболочек отростков нервных клеток. В центральной нервной системе функции шванновских клеток выполняет олигодендроглия.

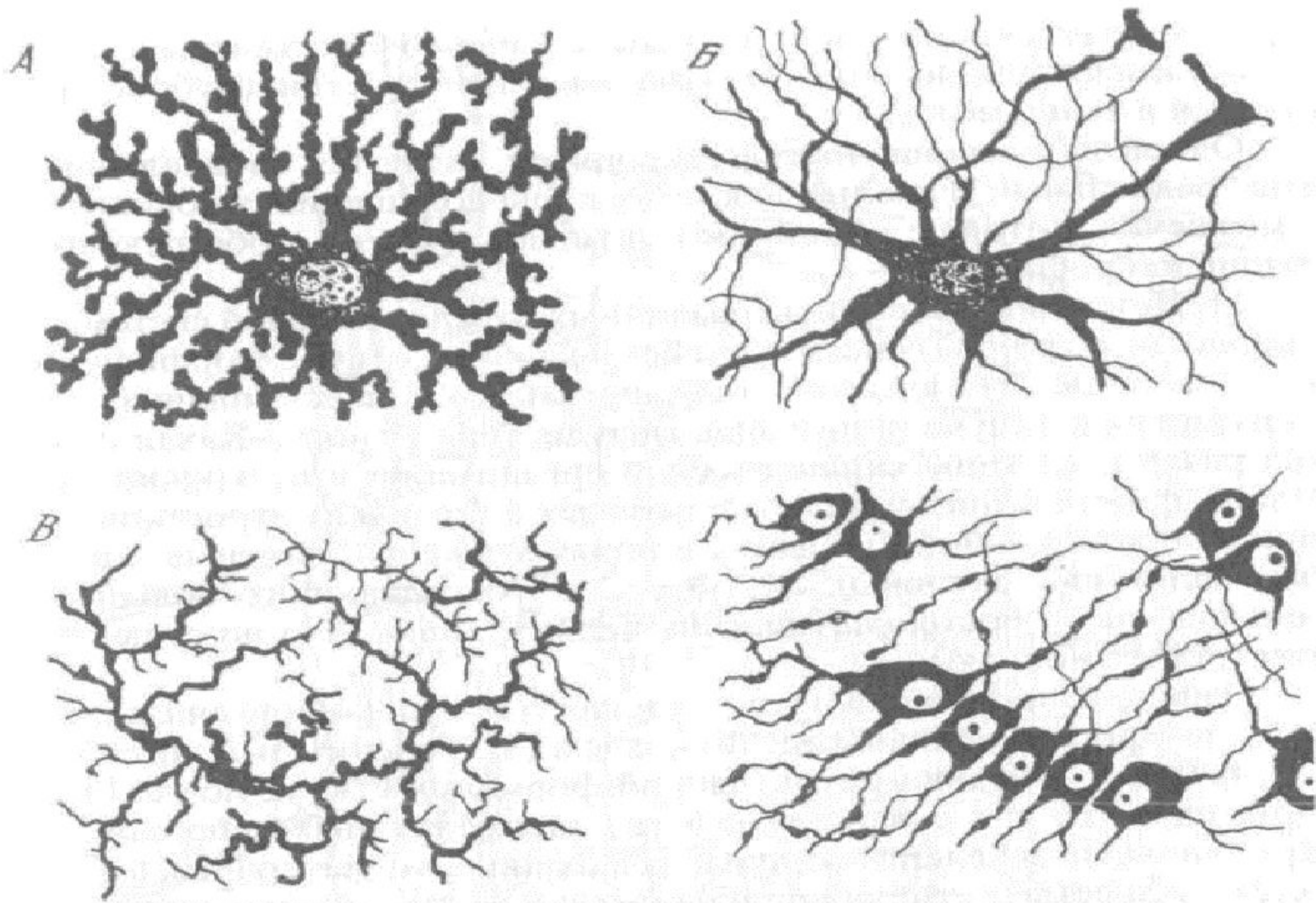
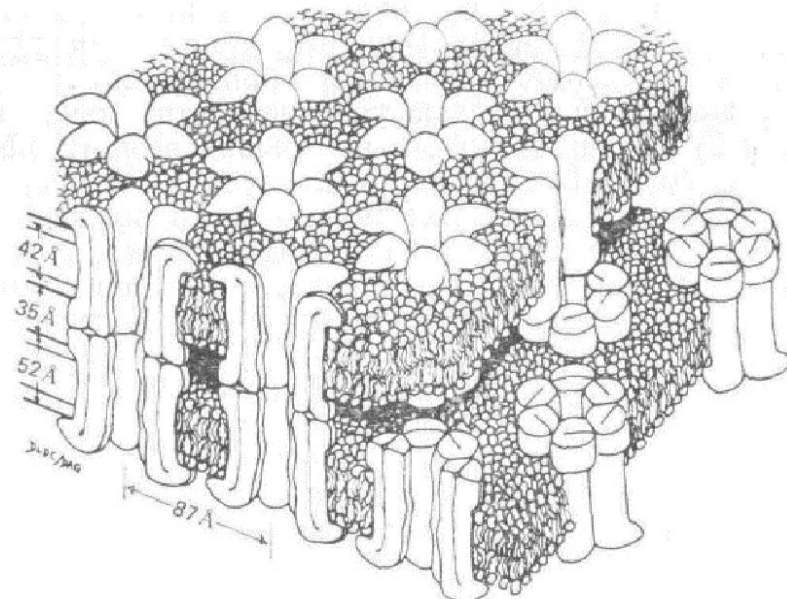
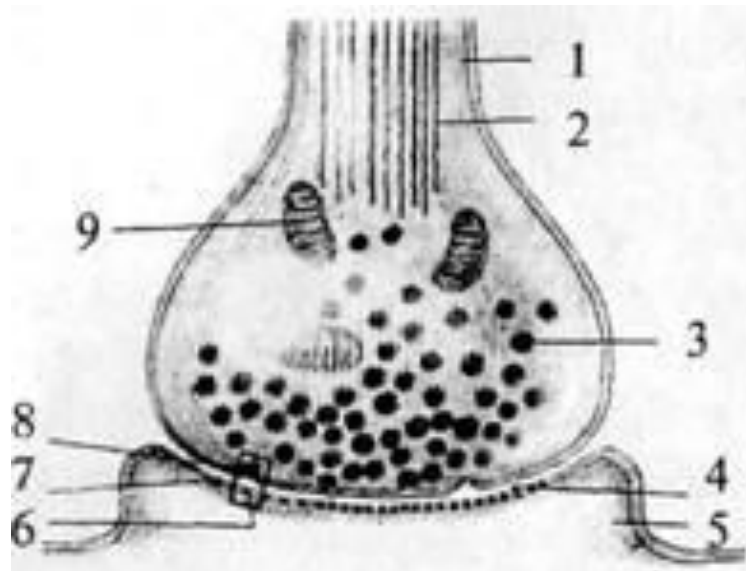
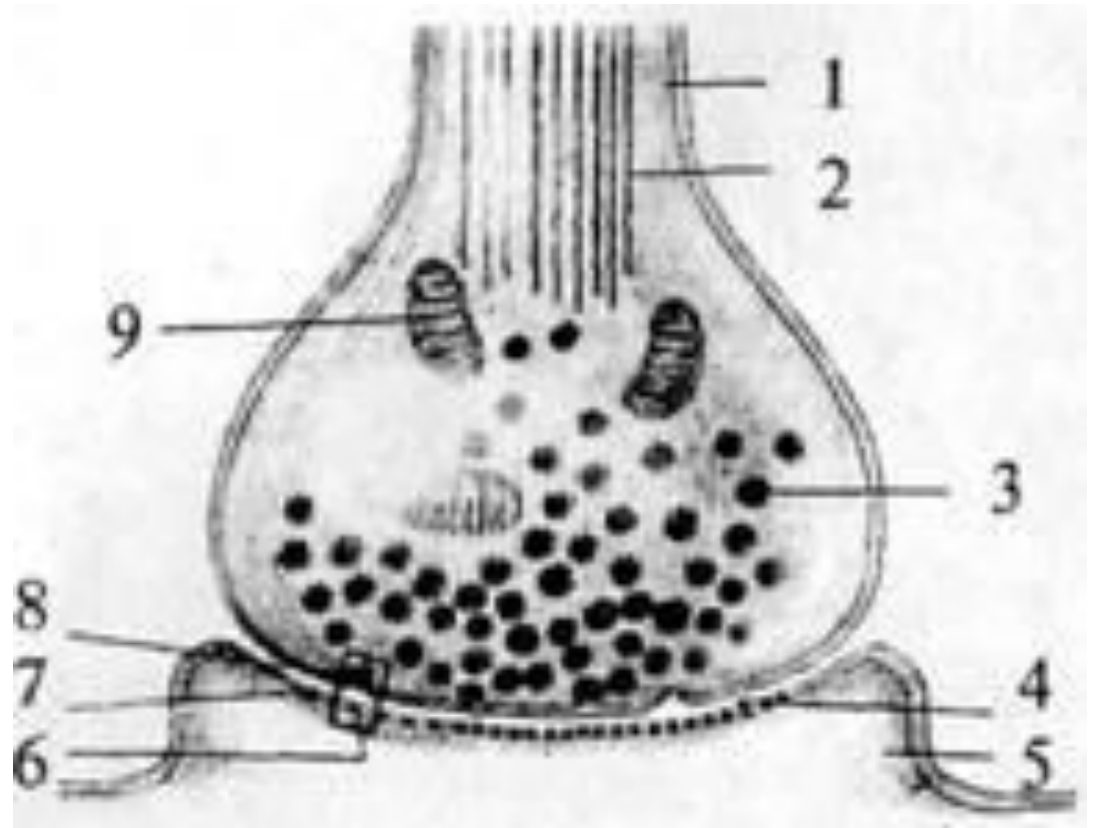
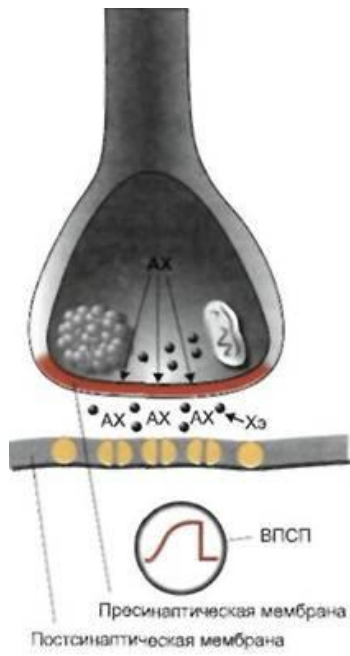


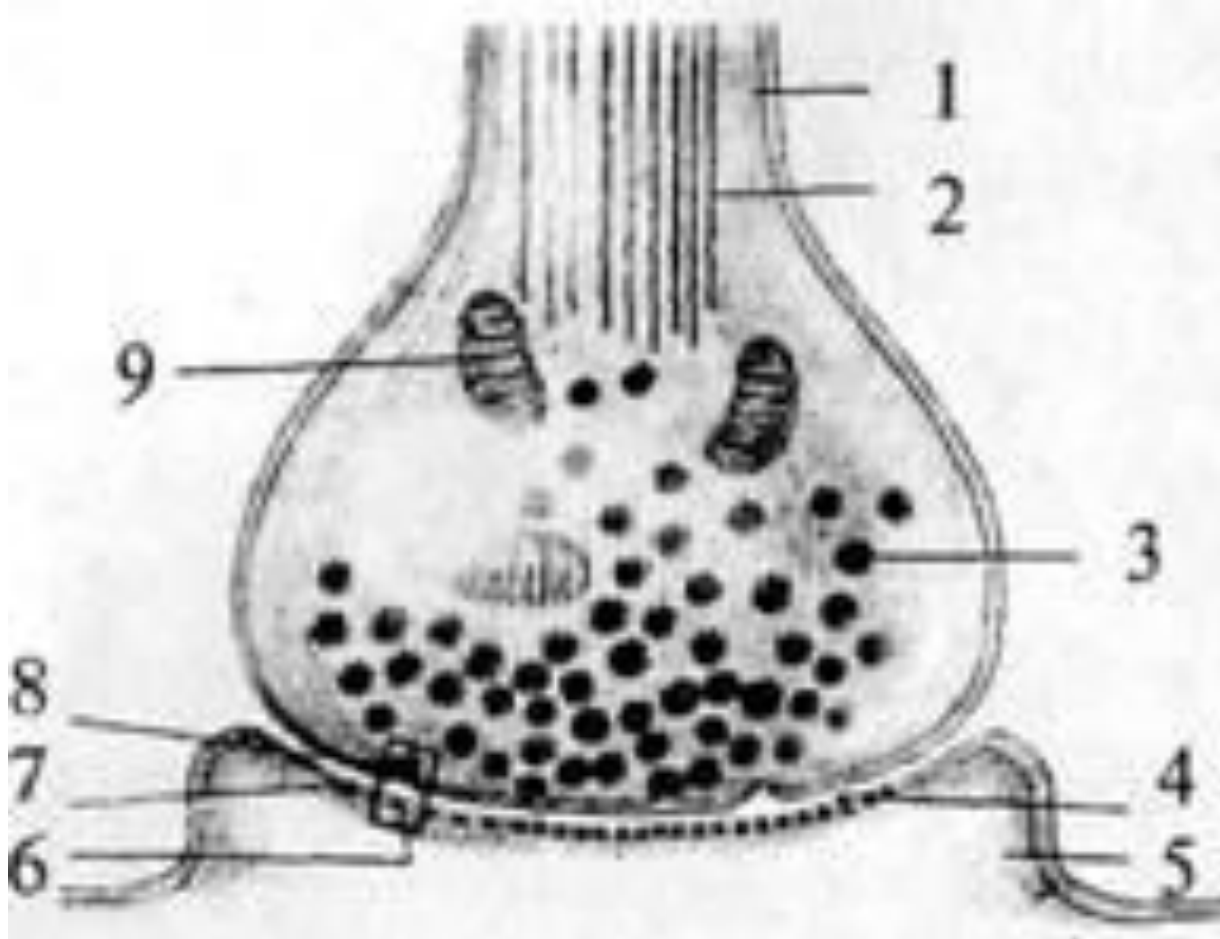
Рис. 1.9. Разные типы нейрологии.

*A* – протоплазматические астроциты; *Б* – фиброзные астроциты; *В* – микроглии; *Г* – олигодендроциты. По Рио-Нортега, 1975.

# Синапс



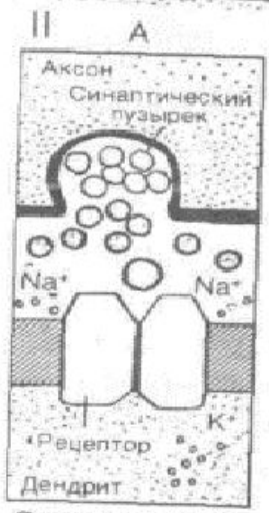
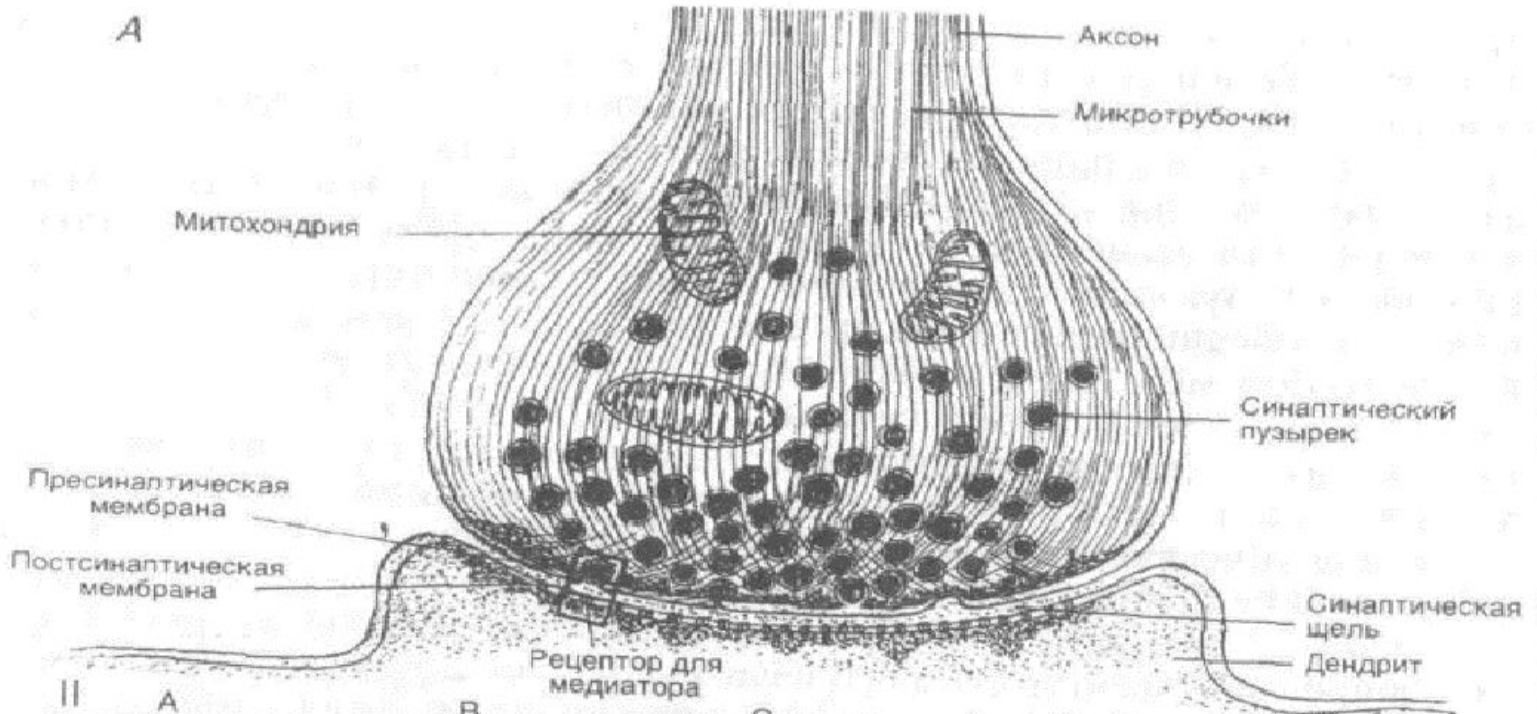




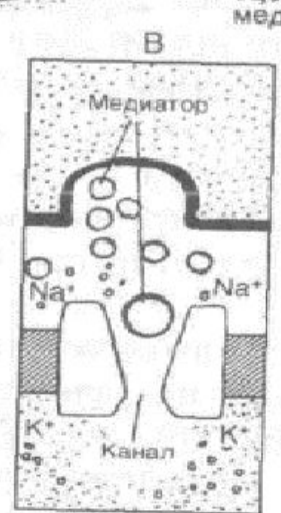
### Строение синапса:

1 — аксон пресинаптического нейрона; 2 — микротрубочки; 3 — синаптический пузырек (везикула); 4 — синаптическая щель; 5 — дендрит постсинаптического нейрона; 6 — рецептор для медиатора; 7 — постсинаптическая мембрана; 8 — пресинаптическая мембрана; 9 — митохондрия

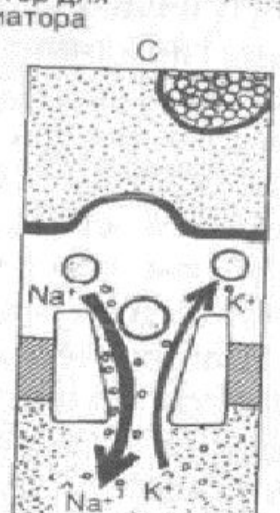
A



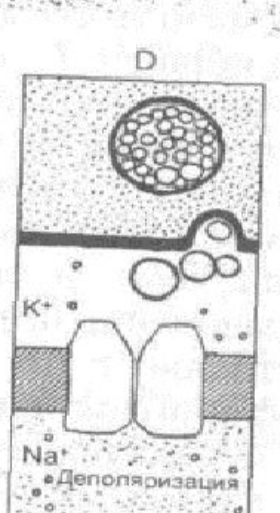
Синаптический пузырек высвобождает медиатор



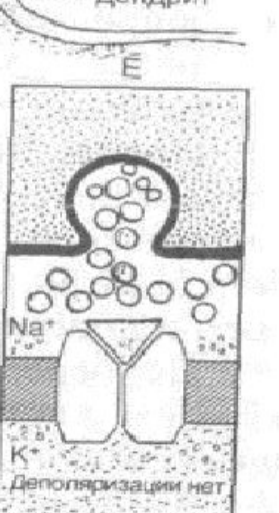
Медиатор взаимодействует с рецептором. Канал открывается.



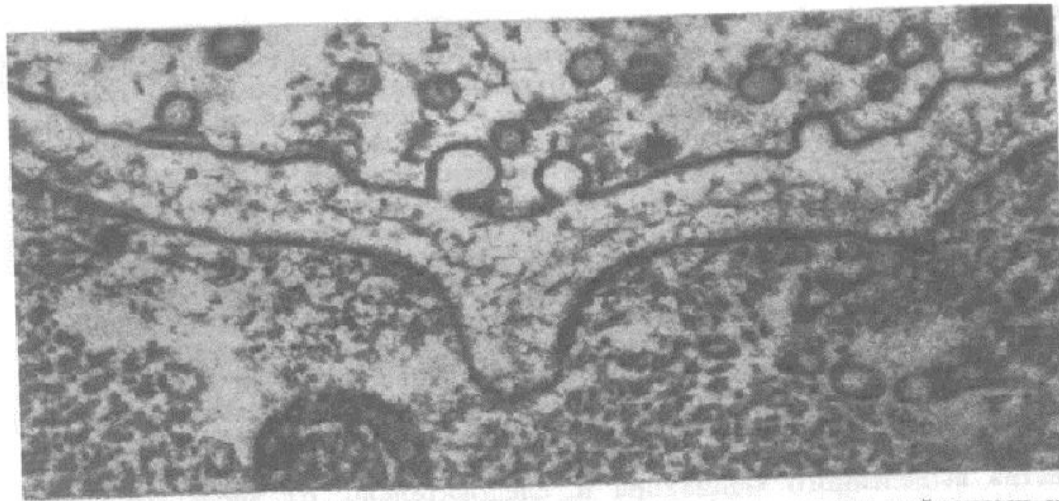
Перемещение ионов  $Na^+$  и  $K^+$



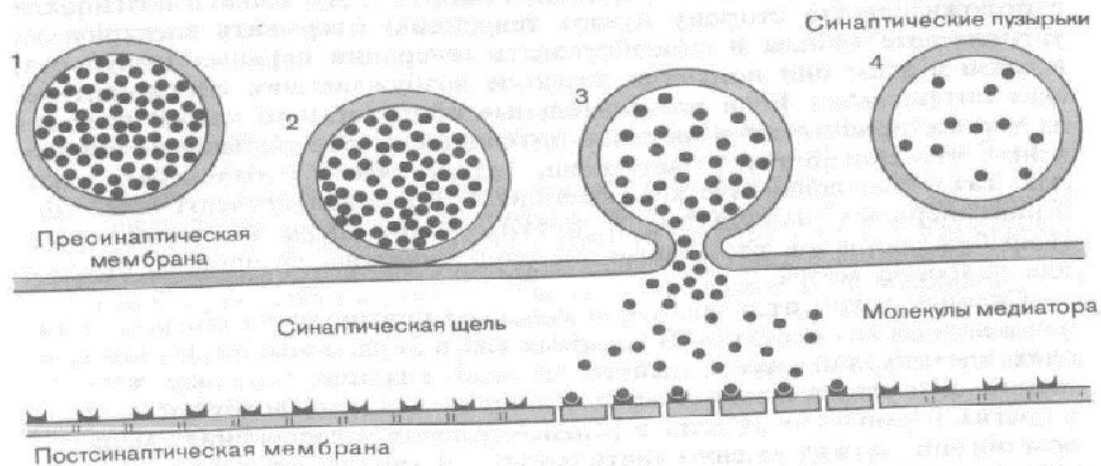
Пресинаптическое окончание поглощает медиатор обратно



Антагонист блокирует рецептор



Медиатор выделяется в щель синаптического контакта между нейронами из пузырьков, которые сливаются с пресинаптической мембраной аксона и раскрываются; этот процесс назван экзоцитозом. На данной электронной микрофотографии нервно-мышечного синапса лягушки пузырьки аксонного окончания запечатлены в момент высвобождения ацетилхолина; микрофотография получена Хойзером.

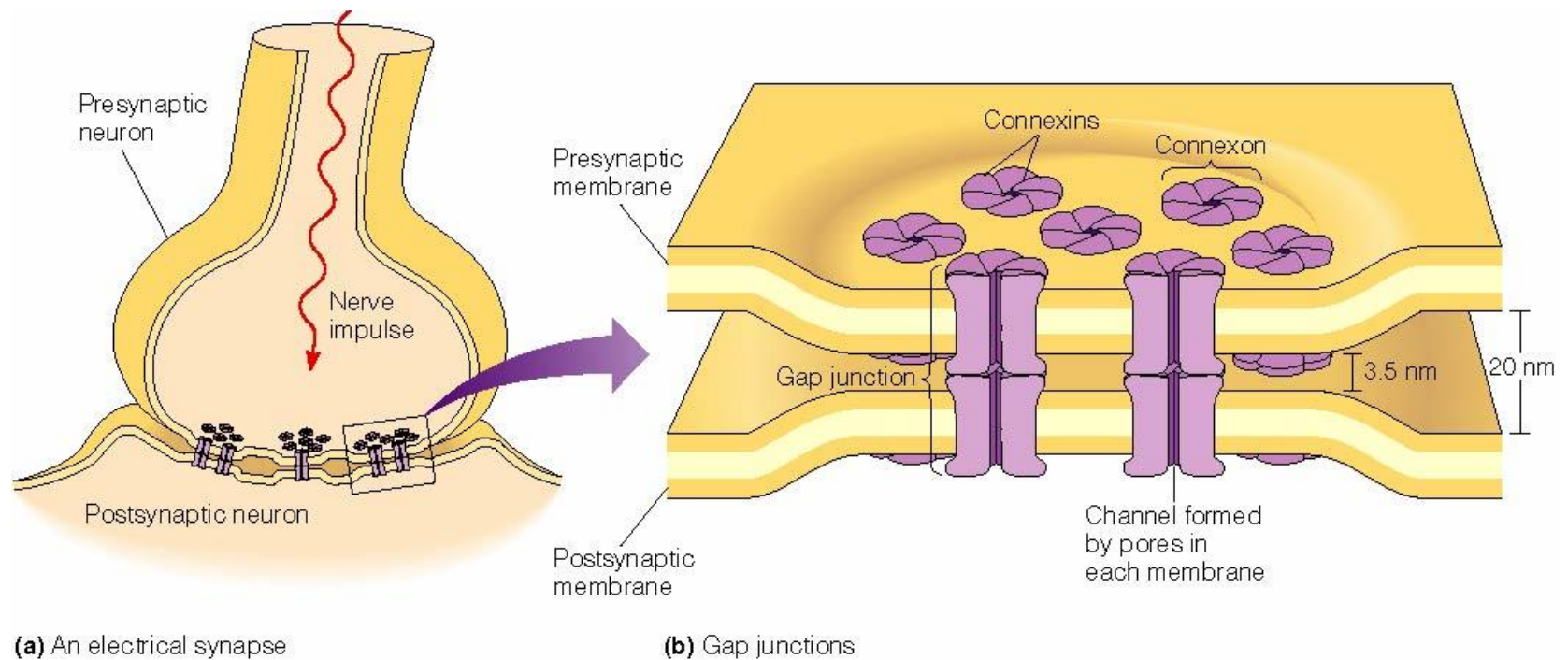


Синаптические пузырьки группируются вблизи пресинаптической мембраны. На схеме показаны предположительные стадии экзоцитоза. Заполненные пузырьки движутся к синаптической щели, сливаются с мембраной, выделяют содержимое, а затем вновь отделяются от мембраны, восстанавливают свою форму и заполняются медиатором.





Рис. 5.6. Строение химического синапса. А. Схема простого контакта (Akert et al., 1972). Б. Схема пластинчатого синапса (в метаторакальном ганглии таракана) (Wood et al., 1977).



В электрических синапсах часто встречаются синаптические пузырьки, как в пре-, так и в постсинаптических окончаниях, или же с обеих сторон. Пузырьки могут служить для переноса трофических веществ.

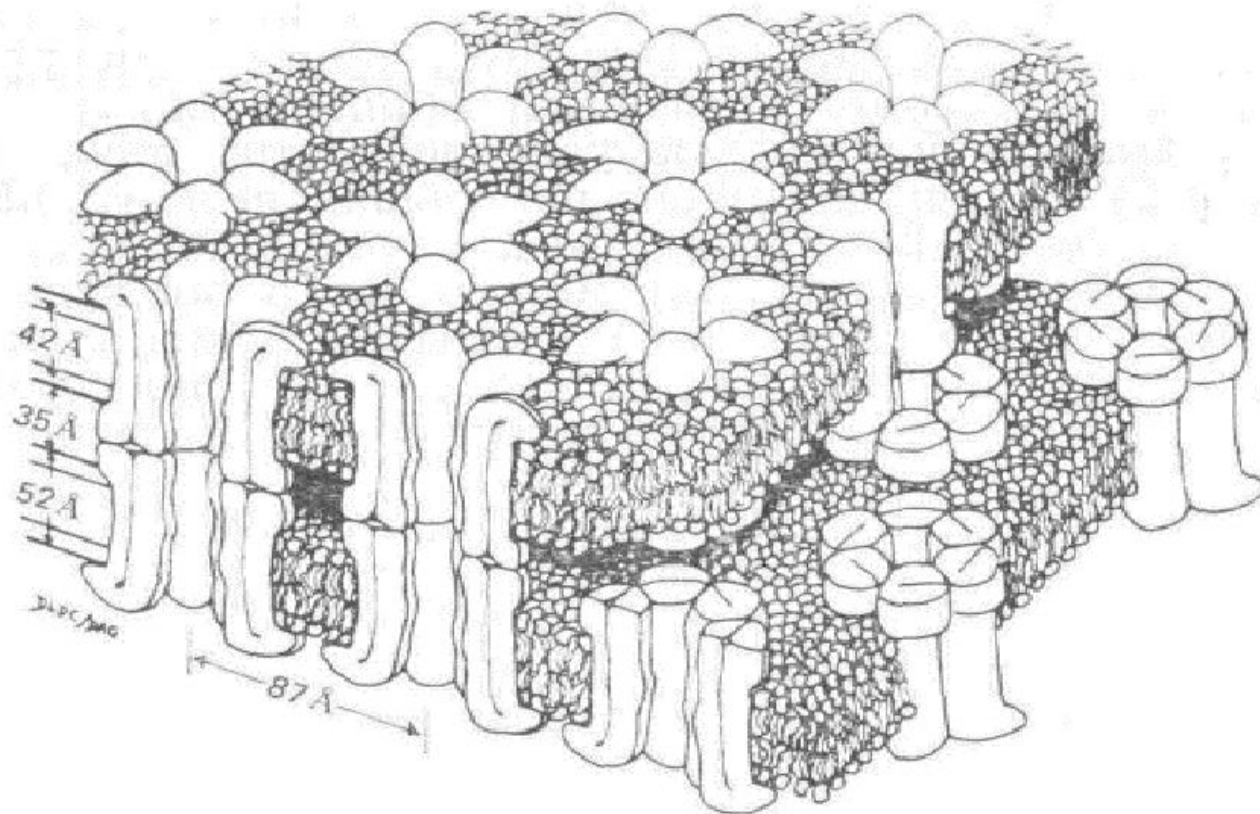
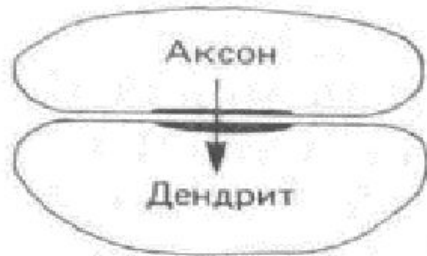


Рис. 5.5. Схема щелевого контакта (электрического синапса). Каналы обеспечивают возможность межклеточного обмена низкомолекулярными веществами и электрическую связь. Некоторые из таких соединений проводят ток только в одном направлении («выпрямители»). Стенки каналов состоят из шести пар белковых субъединиц, которые пронизывают двойной липидный слой каждой плазматической мембраны. Из-за наличия зазора между мембранами внеклеточные вещества могут проходить между каналами. (Makowski et al., 1977.)

А Аксо-дендритный



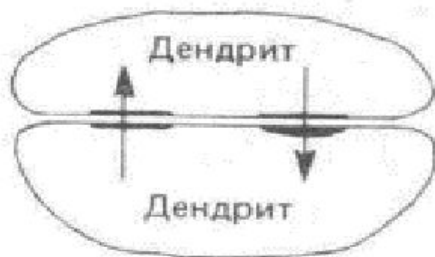
Б Дендро-дендритный



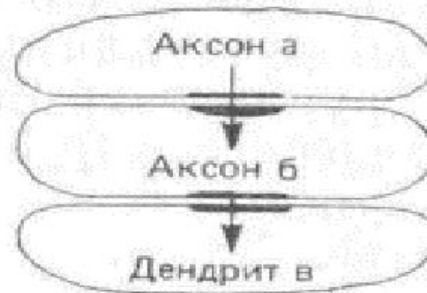
В Аксо-аксонный



Г Реципрокные синапсы



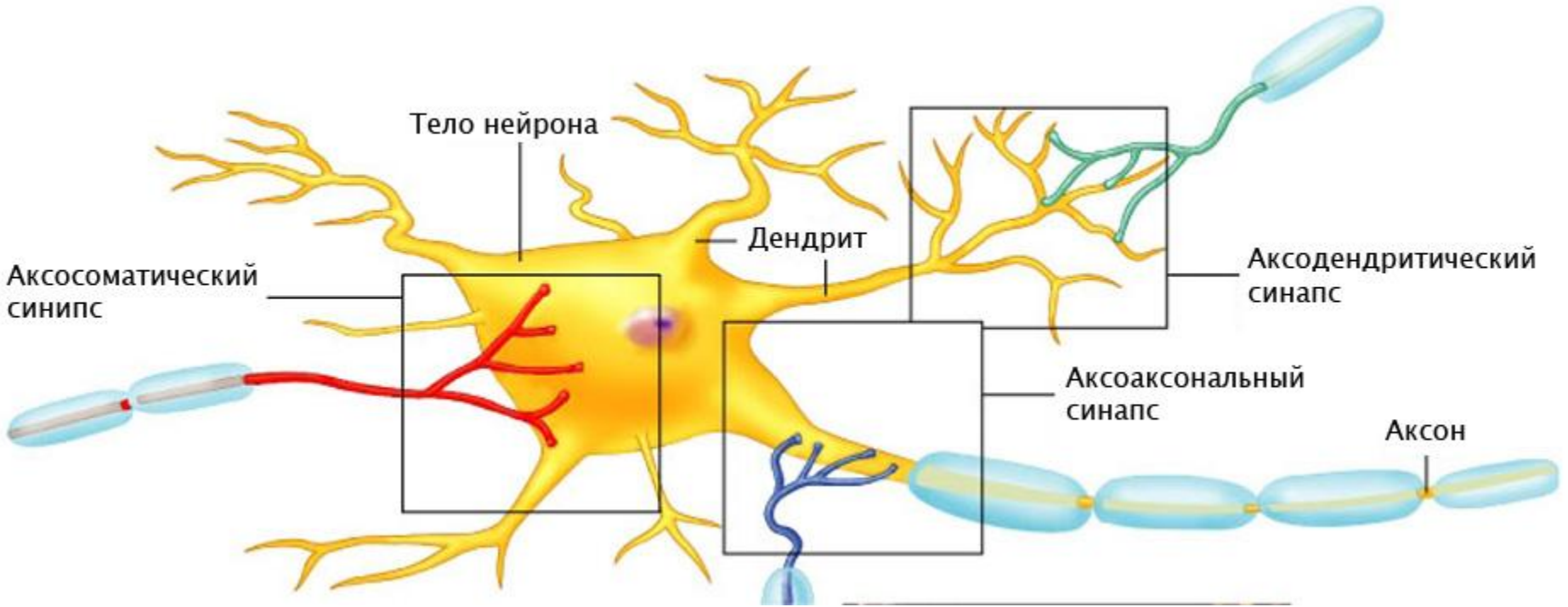
Д Последовательные синапсы (аксо-аксо-дендритные)

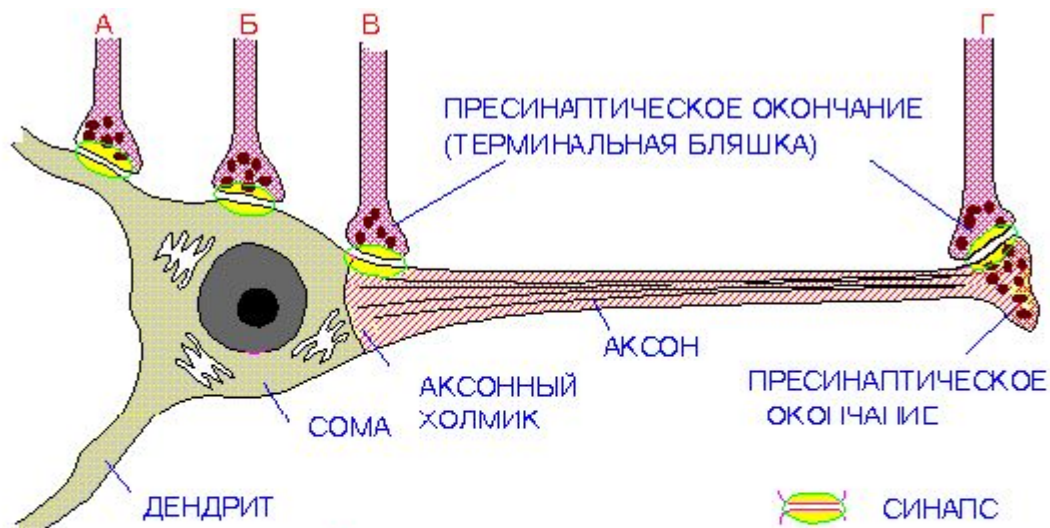


Е Синаптические гломерулы  
Глиальная обертка



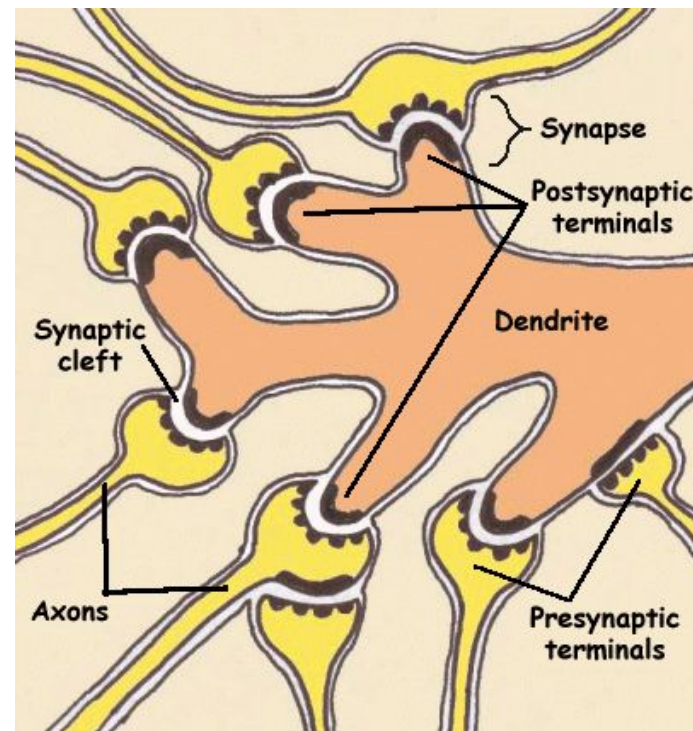
Рис. 5.9. Типы синаптических связей.

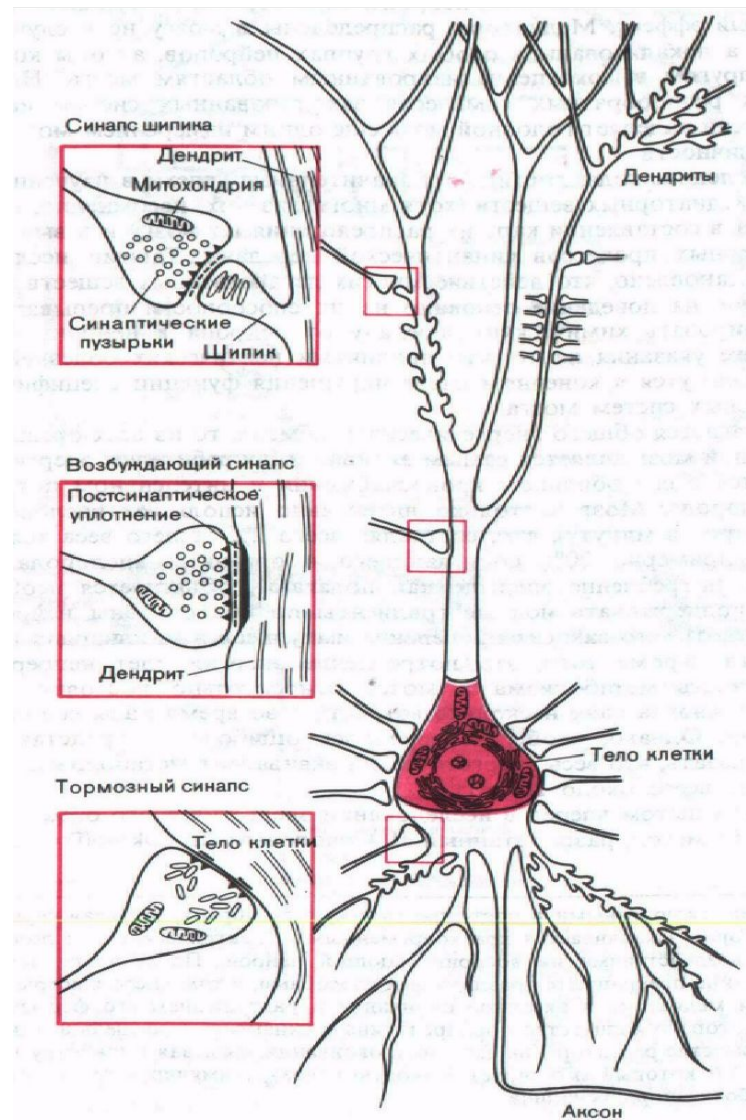




- Синапсы на нейроне. **А** Аксо-дендритный синапс.  
**Б** Аксо-соматический синапс.  
**В** Проксимальный аксо-аксонный синапс - обычно тормозной  
**Г** дистальный аксо-аксонный синапс, который всегда бывает тормозным (пресинаптическое торможение).

(Schmidt R.F., Thews G., "Human Physiology", 1989.)

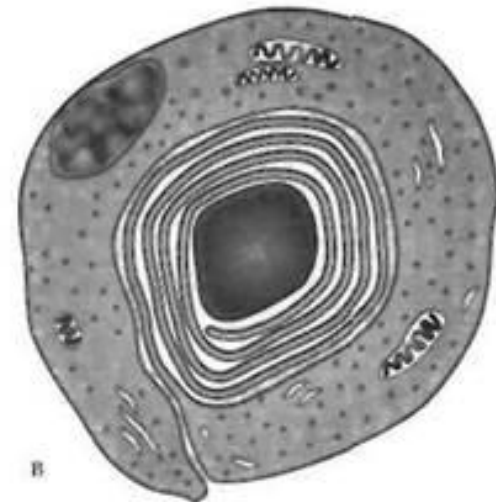
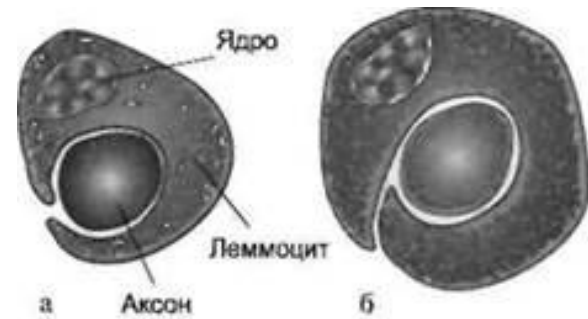




Синапсы на типичном нейроне в головном мозгу являются либо возбуждающими, либо тормозными, в зависимости от типа выделяющегося в них медиатора. Они различаются морфологически: под электронным микроскопом для возбуждающих синапсов характерны сферические пузырьки и сплошное утолщение постсинаптической мембраны, а для тормозных — уплощенные пузырьки и несплошное утолщение мембраны. Синапсы можно также классифицировать по их положению на поверхности воспринимающего нейрона: на теле клетки, на стволе или «шипике» дендрита, или на аксоне.

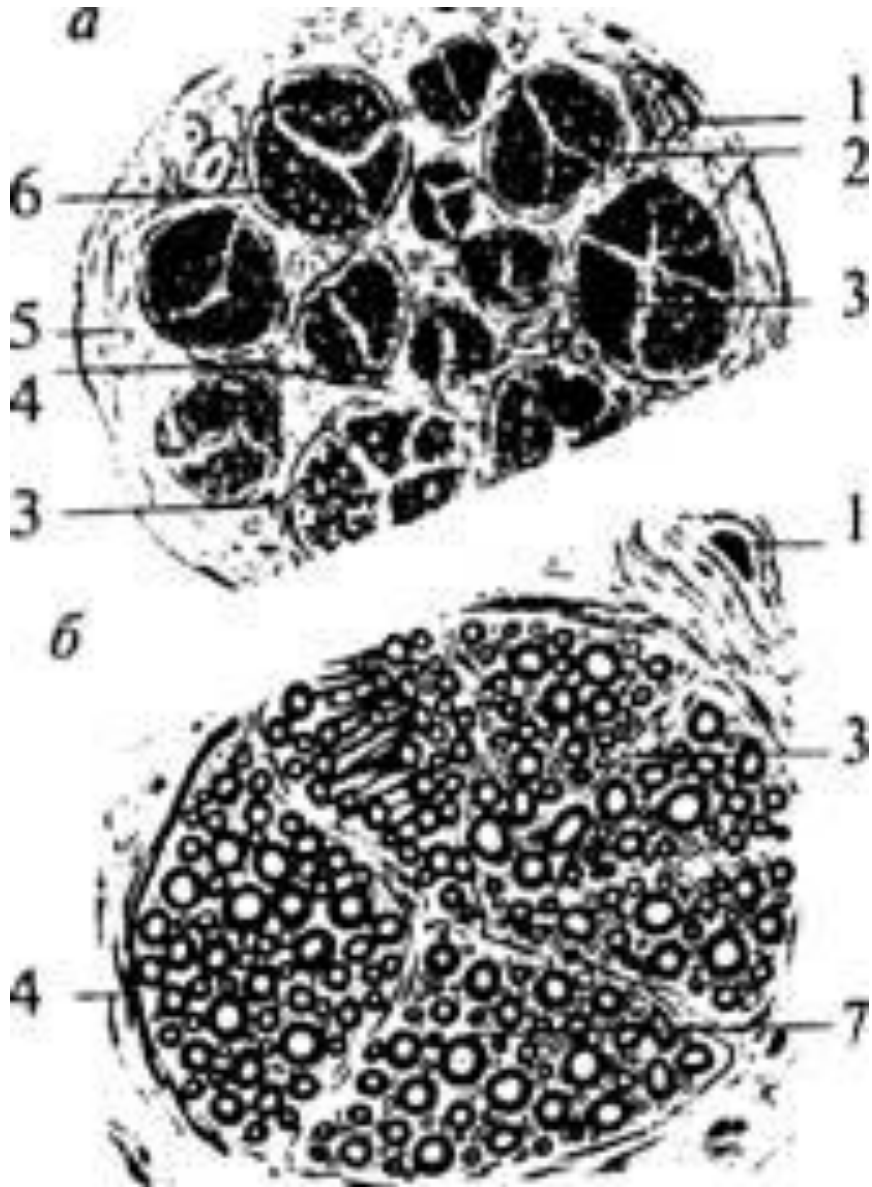
**Нервное волокно** (neurofibr) – это отросток нейрона. Нервные волокна составляют периферическую нервную систему и проводящие пути в ЦНС.

Диаметр нервного волокна – от 0,5 до 1700 мкм, длина может превышать 1 м.



Поперечные срезы нервного волокна на разных этапах процесса его миелинизации (а, б, в — стадии формирования миелиновой оболочки).





Поперечный срез через нерв (а) и нервный ствол (б):

- 1 — кровеносный сосуд;
- 2 — нервные волокна;
- 3 — эндонервий;
- 4 — перинервий;
- 5 — эпинервий;
- 6 — пучки нервных волокон;
- 7 — мякотное нервное волокно