

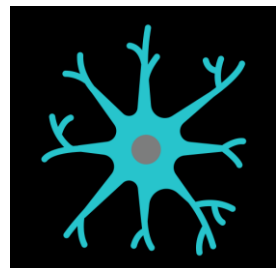
УО «Белорусский государственный медицинский университет  
г. Минск



# Регенерация нервной ткани

Кафедра морфология человека

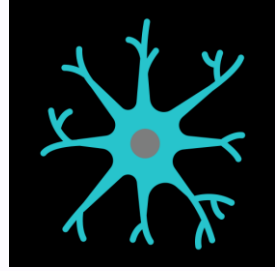
Автор: Сивакова М.В. 1 курс стоматологического факультета  
Научный руководитель: Мащенко И.В. старший преподаватель



# Цель работы

- 01** Изучение литературных данных о механизмах регенерации нервной ткани.

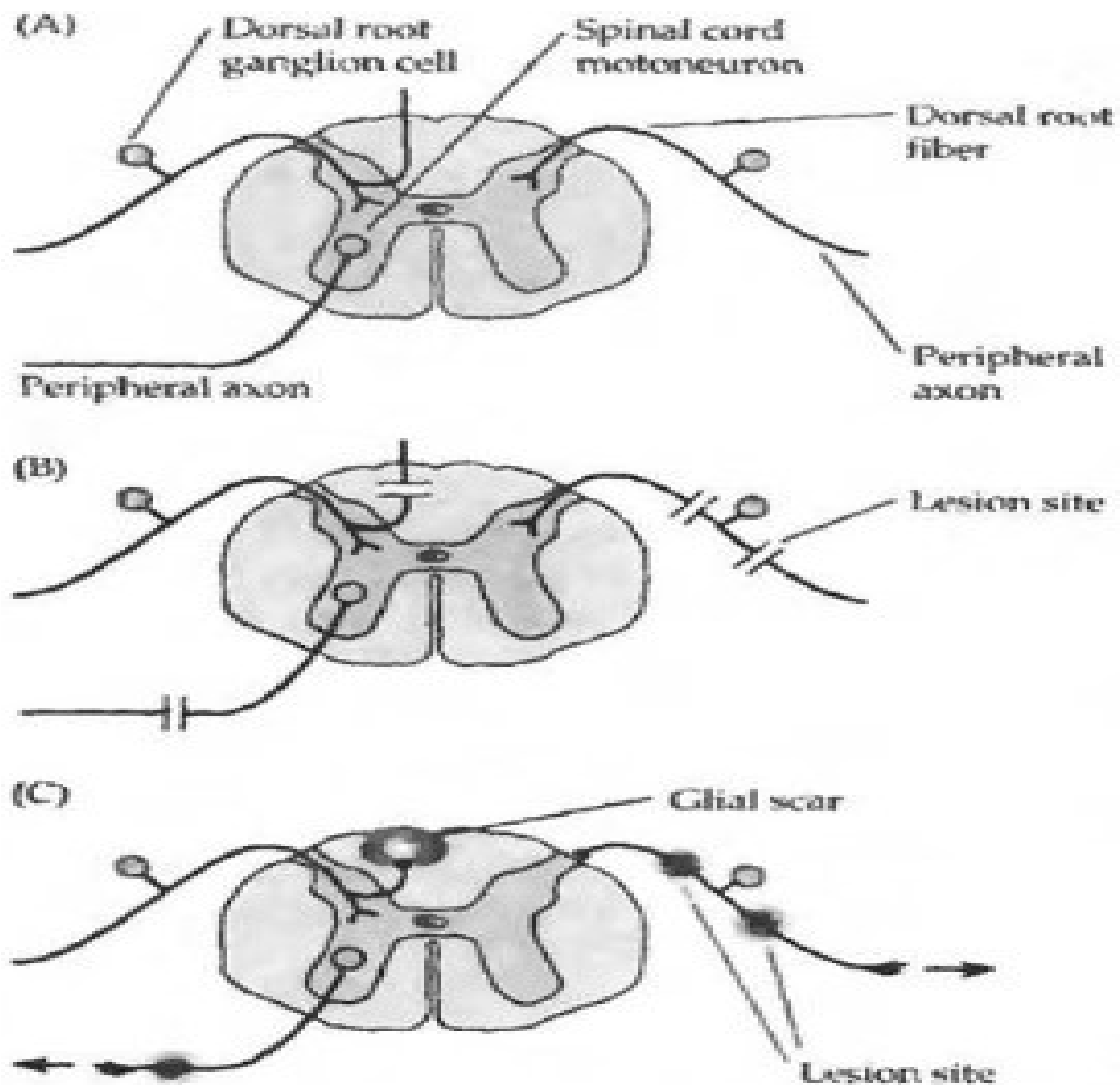




# Актуальность

- Актуальность данной работы заключается в том, чтобы более детально рассмотреть процессы регенерации нервной ткани. Последующее изучение процессов регенерации нервной ткани проливает свет на такие важные вопросы нейроонтогенеза, как упорядоченная организация нервной системы, направленный рост аксонов и специфичность формирования нервных связей.

# Регенерация аксонов

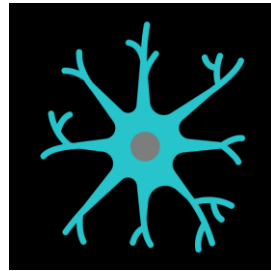


(A) Мотонейроны, сенсорные нейроны ганглиев задних спинномозговых корешков (DRG) и их аксональные отростки.

(B) Места повреждений аксона.

(C) Степень регенерации. Аксоны нейронов DRG и мотонейроны регенерируют через места повреждения в периферических нервах и задних (дорзальных) корешках (затемнение на волокнах в местах повреждения). Тем не менее регенерирующие волокна дорзального корешка прекращают рост, достигнув отростков астроцитов, ограничивающих поверхность спинного мозга. Аксоны чувствительных нейронов DRG не регенерируют также через глиальные рубцы (*Glial scar*), формирующиеся в местах повреждения ЦНС (затемнение с высветленной серединой).

Рис. 1- Аксоны чувствительных и двигательных нейронов регенерируют на периферии, а не в ЦНС.



# Регенерация нервных волокон ПНС

Регенерация нервных волокон в ПНС включает развертывающуюся сложную последовательность процессов, в ходе которых отросток нейрона активно взаимодействует с глиальными клетками. Собственно регенерация волокон следует за рядом реактивных изменений, обусловленных их повреждением.

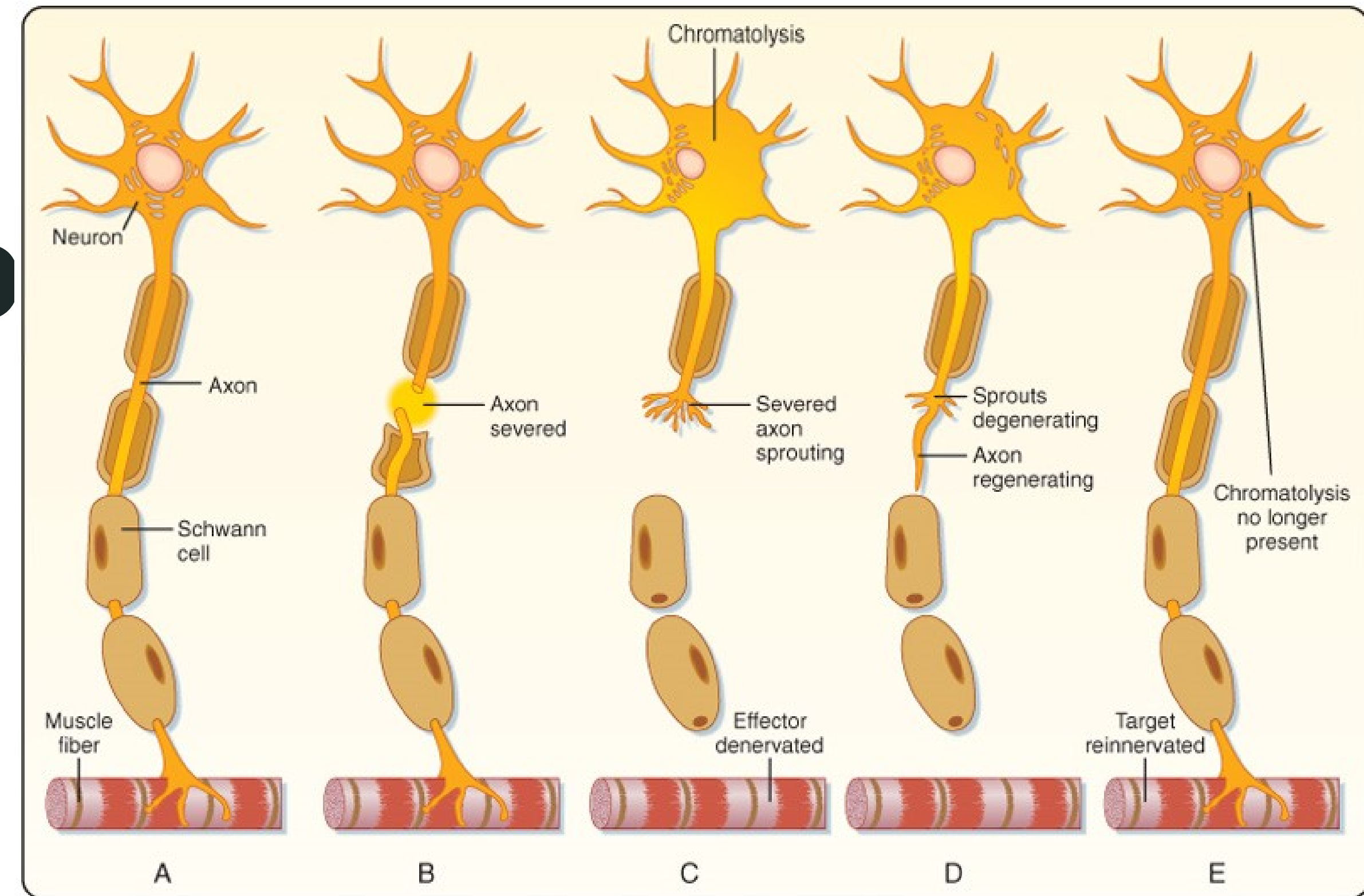
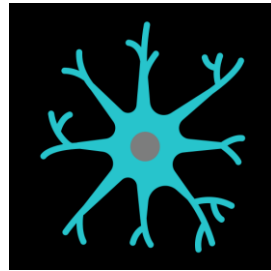
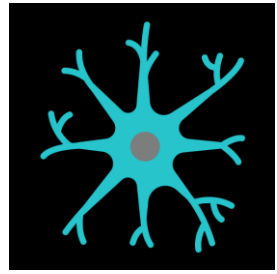


Рис. 2- Регенерация нервных волокон ПНС в результате его разрыва.



Эффект	Механизм действия	Методы
Сохранение жизнеспособности нейрона	Снижение апоптоза нейронов и стимуляция роста аксонов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нейротрофические факторы</li> <li>• Гормоны</li> <li>• Медиаторы</li> <li>• Антиоксиданты</li> <li>• Генная терапия и стволовые клетки</li> </ul>
Стимуляция регенерации аксона	Создание условий для направленного преодоления зоны разрыва нерва	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Хирургические методы</li> <li>• Современные биоинженерные кондуиты</li> <li>• Бесшовные методы соединения нерва</li> </ul>
	Усиление аксонального спраутинга	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электрическая стимуляция проксимального отрезка нерва</li> <li>• Электромагнитная стимуляция</li> <li>• Экстракорпоральная низкоэнергетическая ударно-волновая терапия</li> <li>• Лазерная фототерапия</li> <li>• Противовоспалительная и противовоспаечная терапия</li> </ul>
	Препятствие Валеровской дегенерации	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Восстановление аксона с применением полиэтиленгликоля</li> </ul>
Препятствие дегенерации органа-мишени	Сокращение продолжительности денервации мышц	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электрическая стимуляция мышцы-мишени</li> <li>• Физиологические методы реабилитации</li> <li>• Внутримышечная инъекция факторов роста и стволовых клеток</li> <li>• Транспозиция мышц и сухожилий</li> <li>• Тканевая инженерия новых мышц</li> </ul>

Табл. 1 - Методы стимуляции регенерации периферического нерва.



# Валлеровская дегенерация

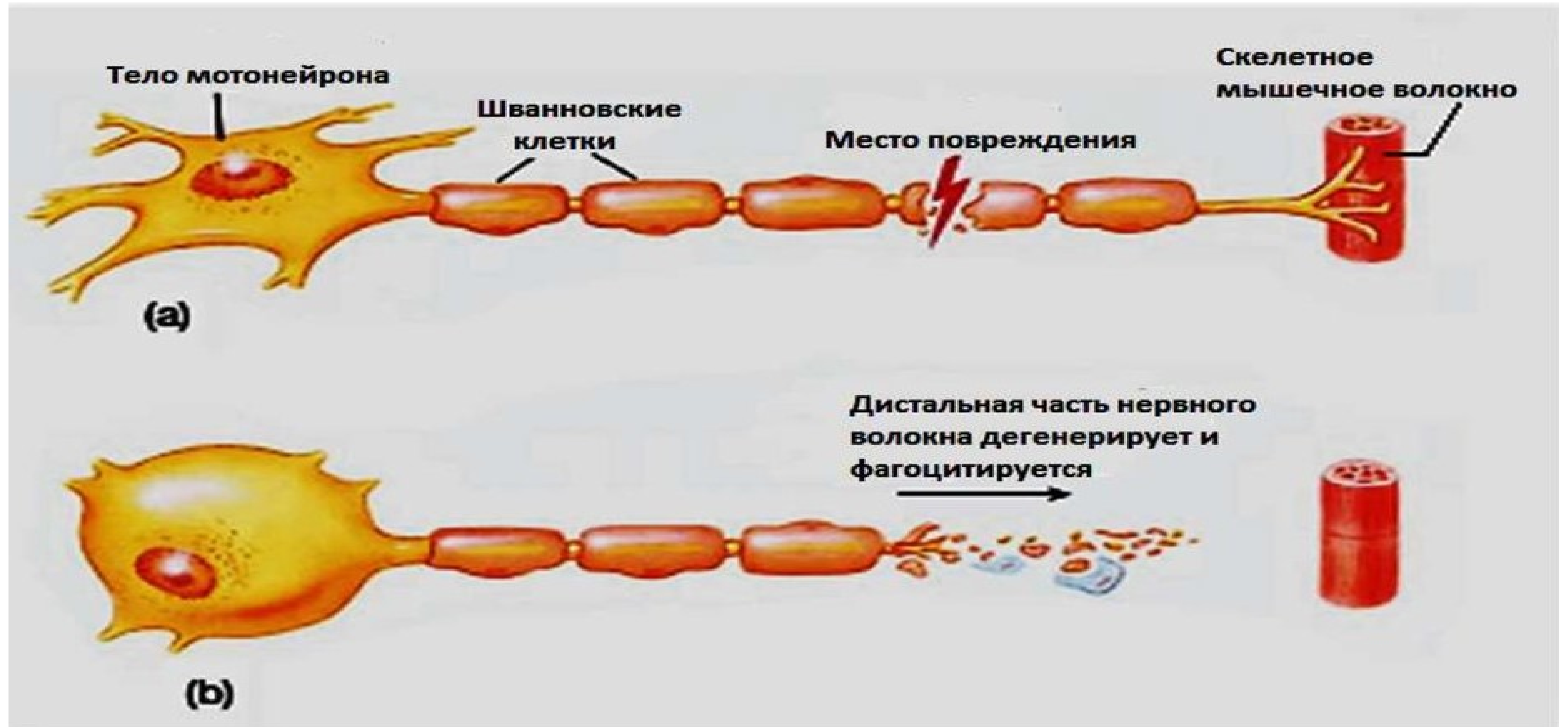
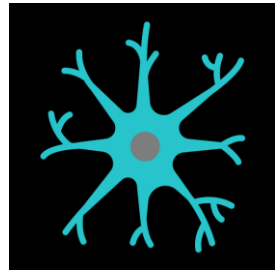
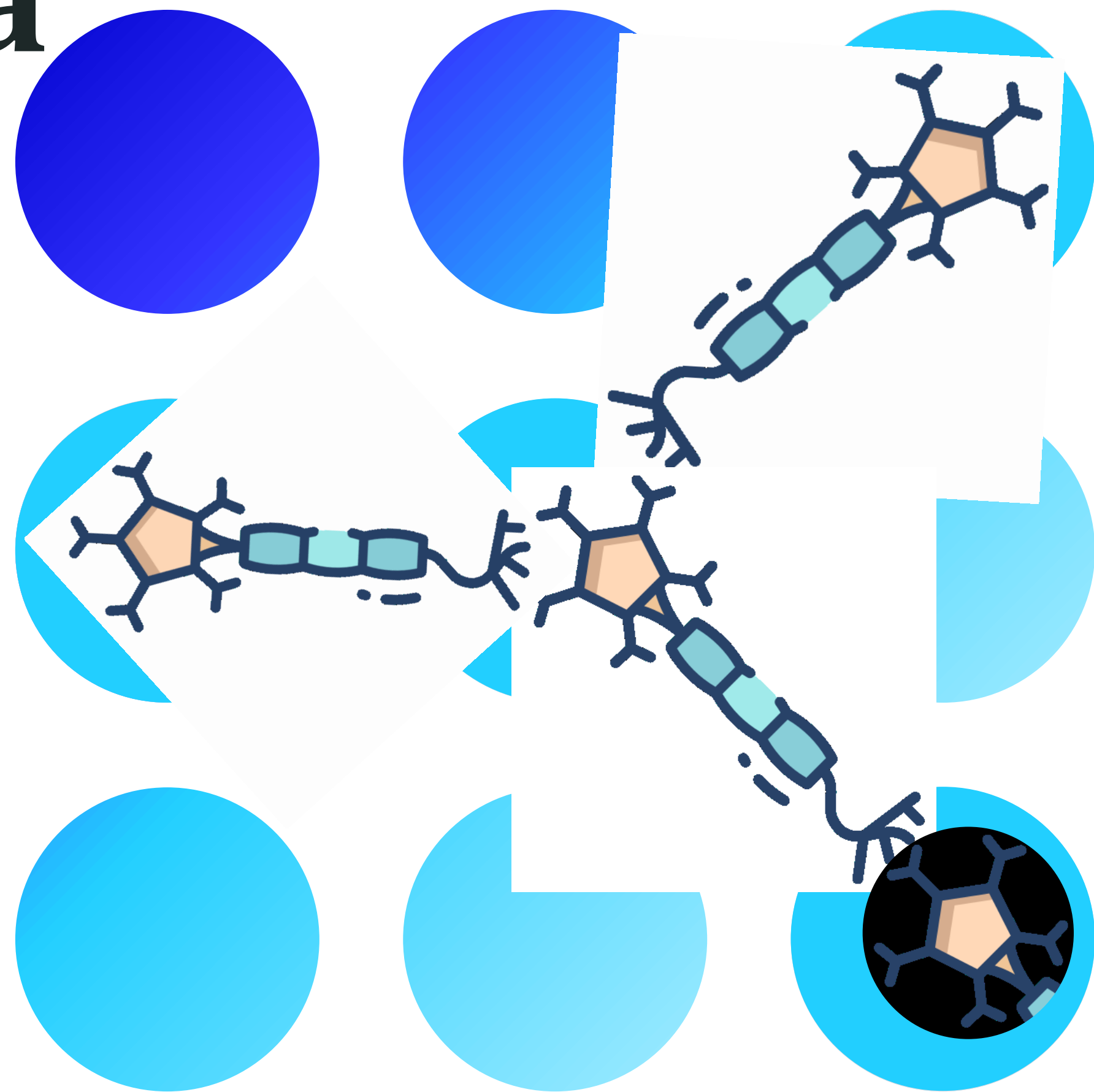


Рис. 3- Валлеровская дегенерация.



# Внутриклеточная регенерация мозга

Открыт способ регенерации корковых нейронов мозга. Нейроны сливаются с олигодендроцитами. Образуется клетка с двумя различными ядрами — гетерокарион. Представлены доказательства того, что ядро олигодендрокита в гетерокарионе подвергается нейронспецифическому репрограммированию. Ядро олигодендрокита становится похожим, а в результате репрограммирования — неотличимым от ядра нейрона по морфологии: величине, форме, строению хроматина. С завершением репрограммирования в нейроне появляется второе нейрональное ядро, увеличивающее функциональные способности клетки. Приводятся доказательства того, что описанный процесс выражает физиологическую и репаративную регенерацию мозга.





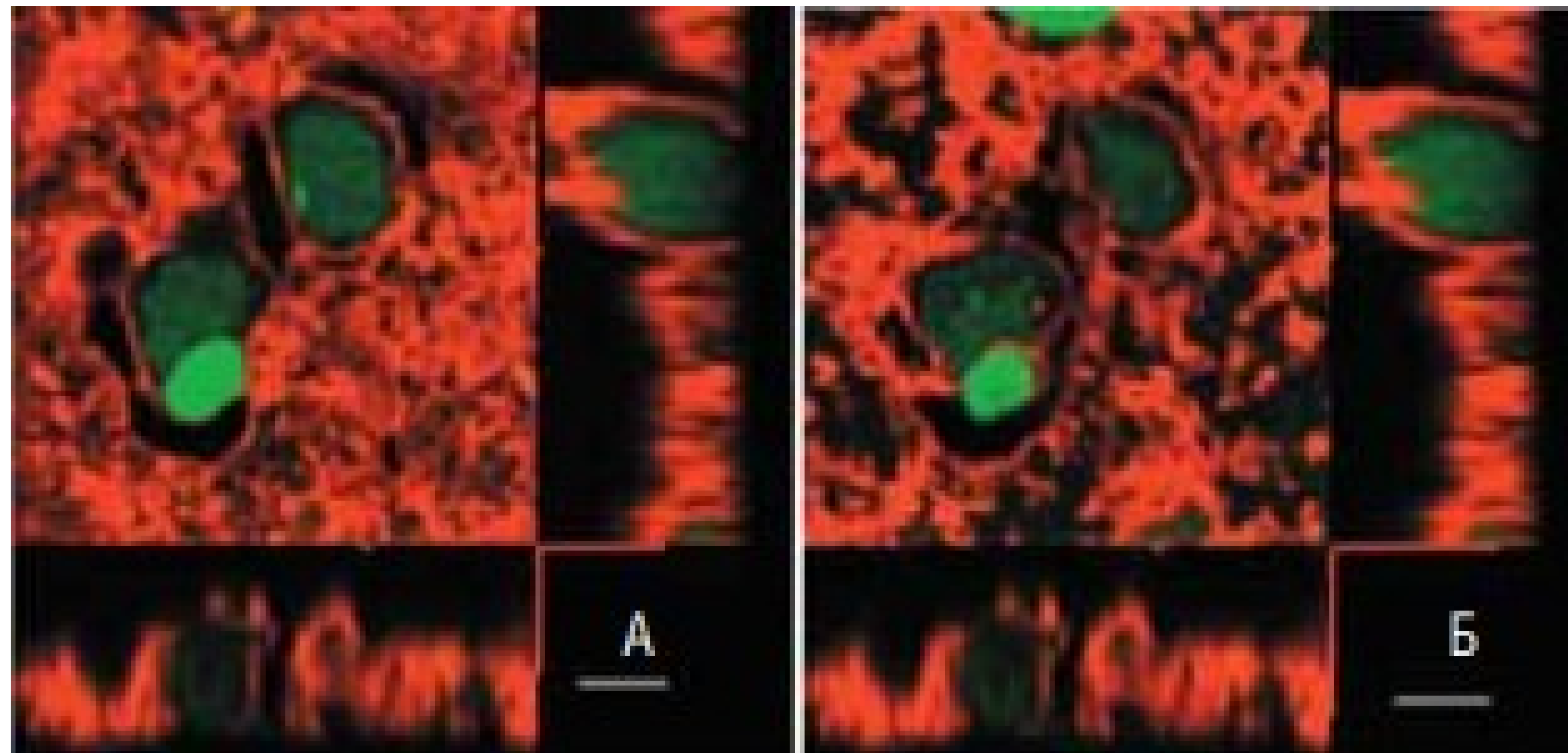
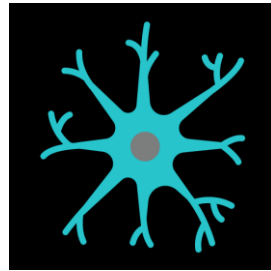


Рис.4 - Начальный этап слияния олигодендроцита с нейроном. Конфокальная, лазерная, сканирующая микроскопия. Флуоресцентные зонды: Dil (мембранный, красный); SybrGreen (ядра, зеленый);  $\times 1000$ . (А) Маленькое светлое ядро олигодендроцита рядом с большим темным ядром нейрона. Между ядрами нет красного материала, значит, они в общей цитоплазме, и поскольку ядра разные – это гетерокарион. (Б) Другой кадр, полученный при сканировании гетерокариона. В нем между ядрами появился мембранный материал. Префронтальная кора интактной крысы.

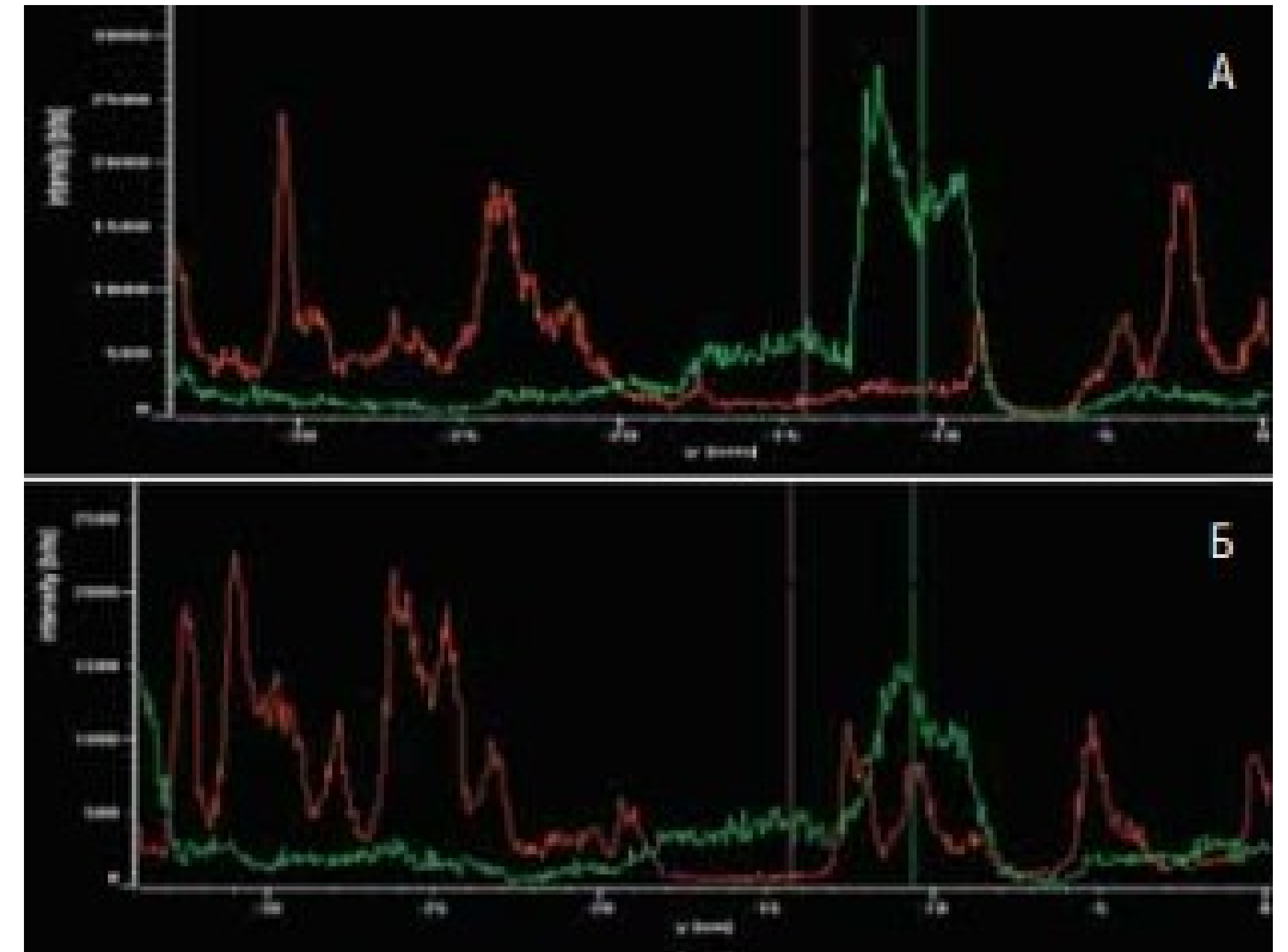
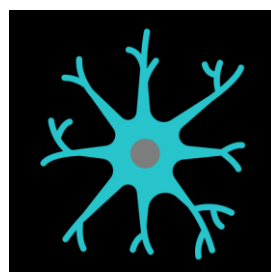


Рис. 5 - Гистограммы по красному и зеленому каналу к кадрам (А) и (Б) рис. 4. Участок сближения ядер на гистограммах выделен сиреневой и зеленой вертикалями. В гистограмме к (А) в выделенном участке кривая красного канала на фоновом уровне, усиления сигнала нет. Компьютер мембраны не обнаружил. В гистограмме к (Б) в красном канале высокий пик. Компьютер обнаружил мембрану



# Регенерация стволовыми клетками, полученными из жировой ткани

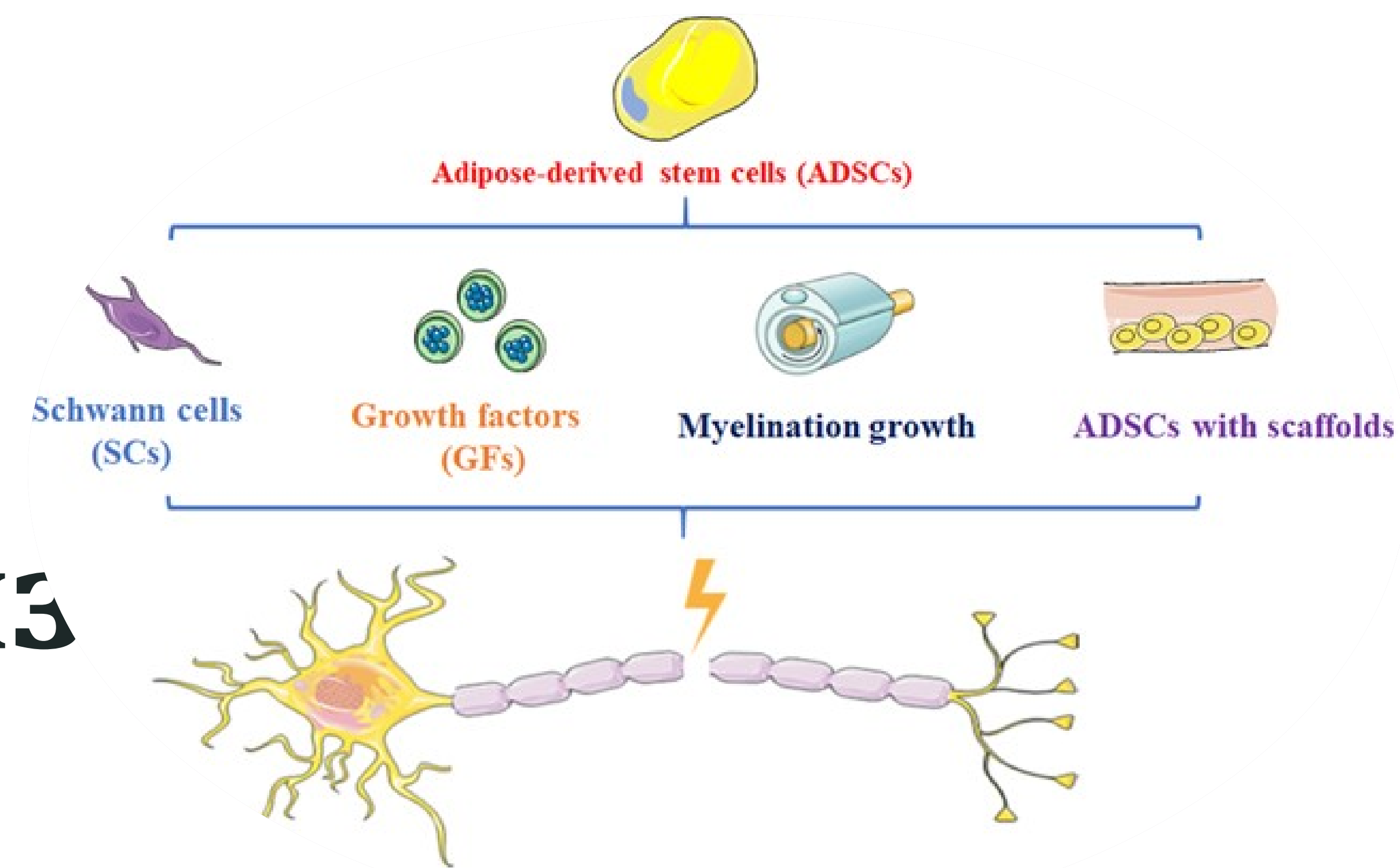


Рис. 6- Роль стволовой клетки, полученной из жировой ткани на процессы регенерации нервных волокон.

# Способы доставки СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК

а – прямое введение клеток в нерв или аутографт нерва;

б – инъекция клеток в матрицу, окружающую нерв;

в – введение клеток в искусственный конduit нерва;

г – введение клеток в конduit на этапе его производства;

д – системное введение клеток;

е – клетки могут быть введены в скелетные мышцы.

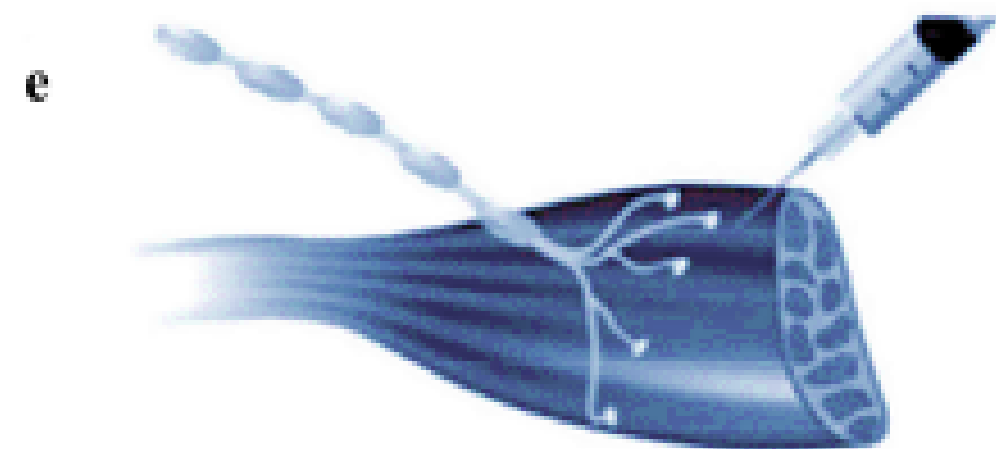
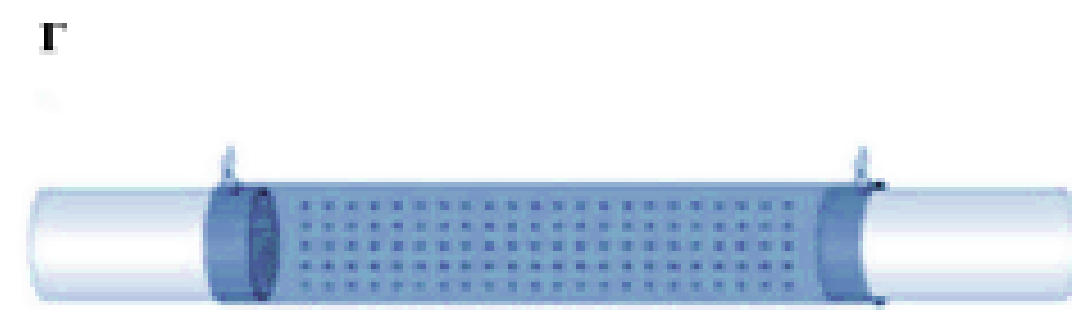
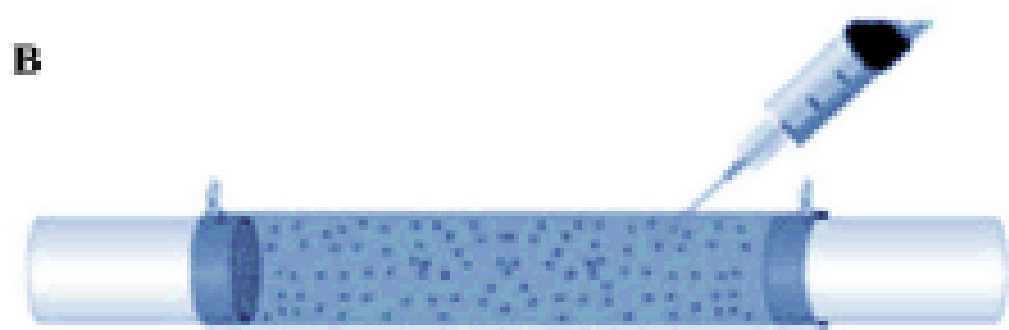
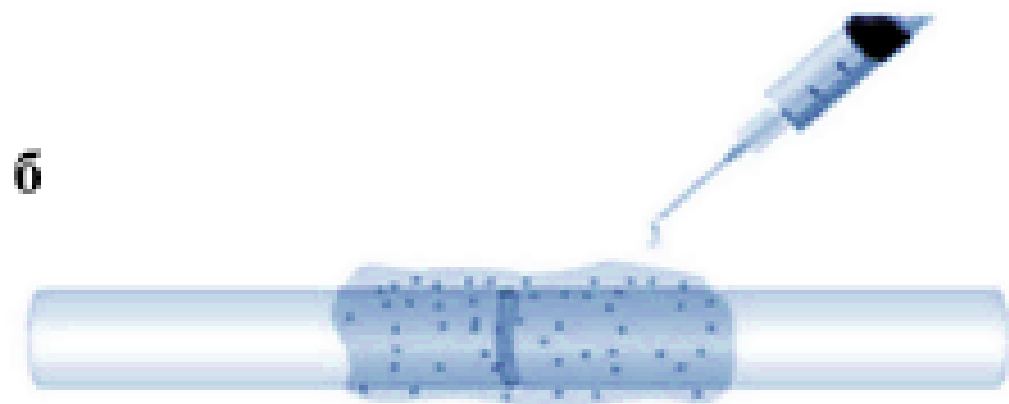
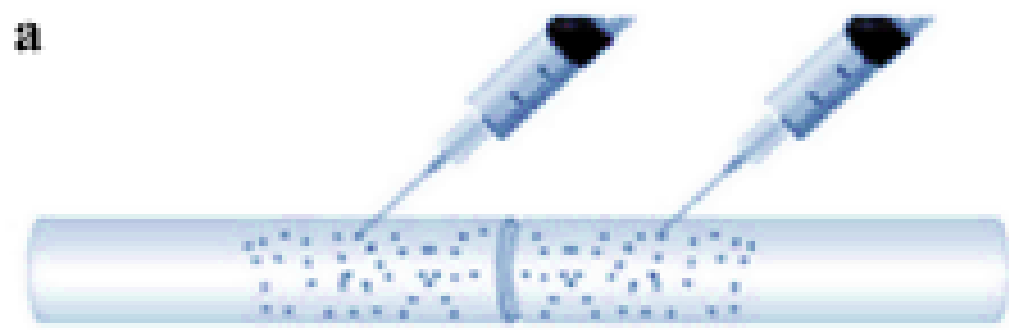
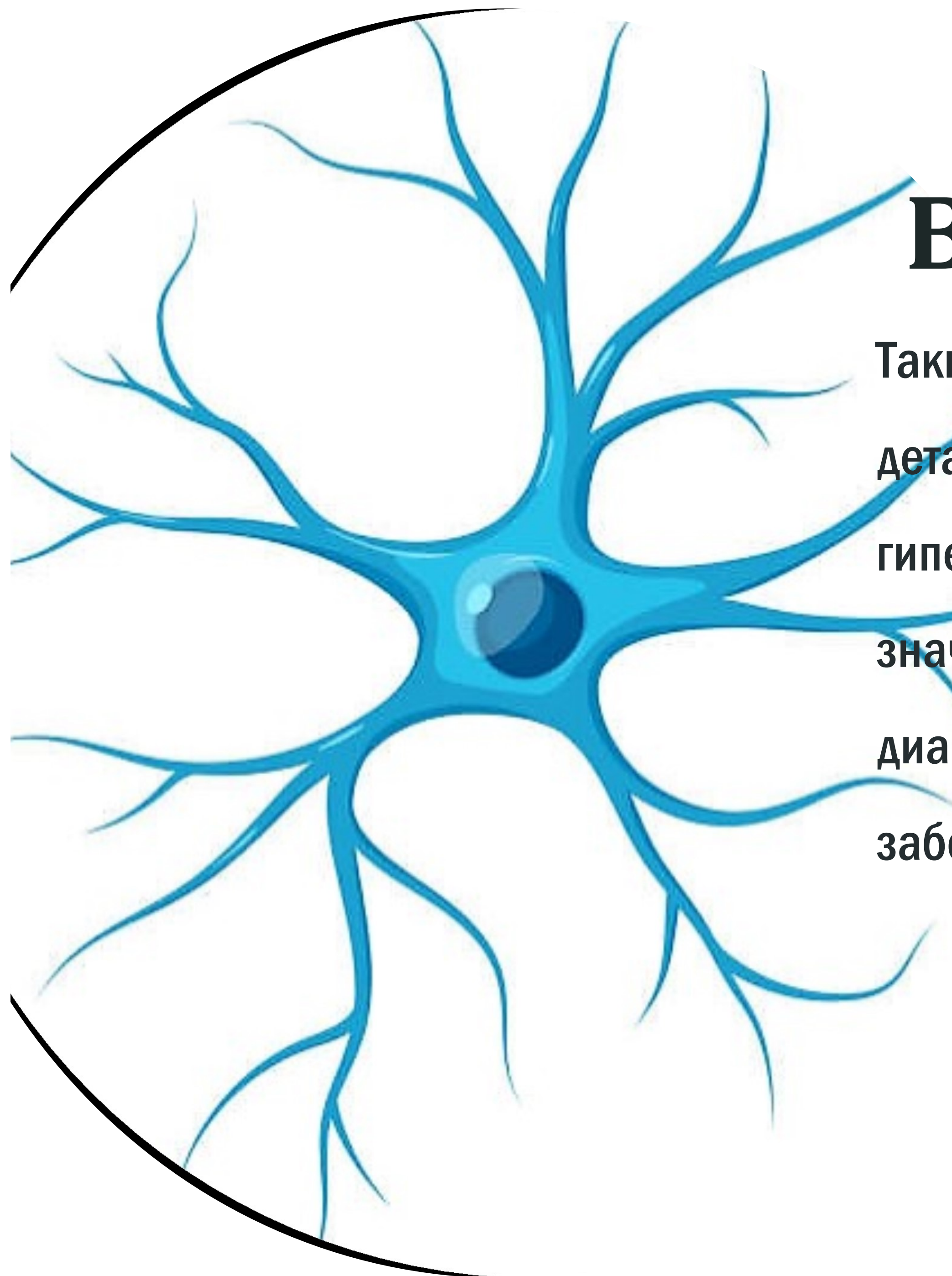


Рис. 7-Способы доставки стволовых клеток.



# Вывод

Таким образом, последующее изучение и детализация механизмов регенерации и гипертрофии нейронов, особенно ЦНС, позволит значительно повысить качество профилактики, диагностики и лечения нейродегенеративных заболеваний.

**Благодарю  
за внимание**