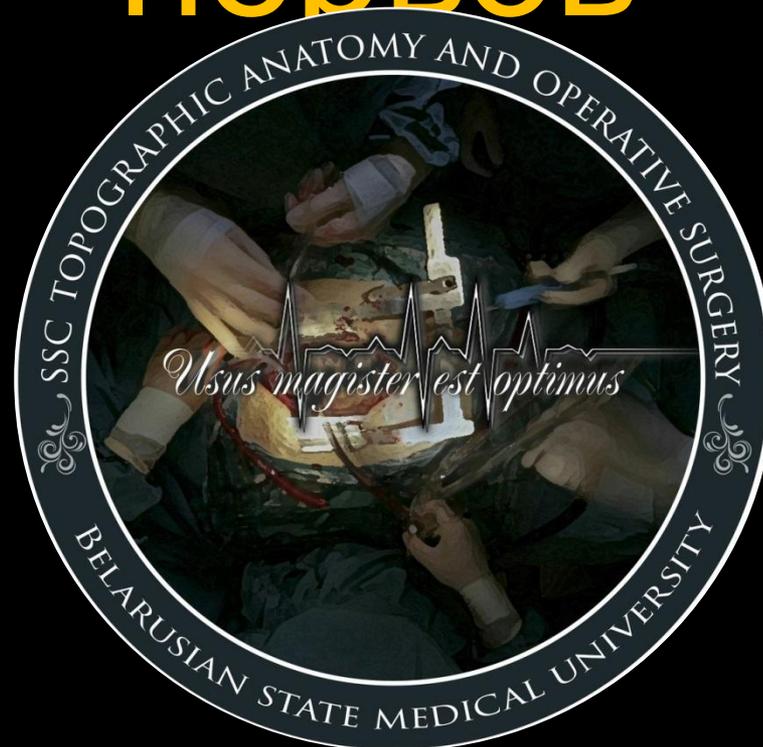
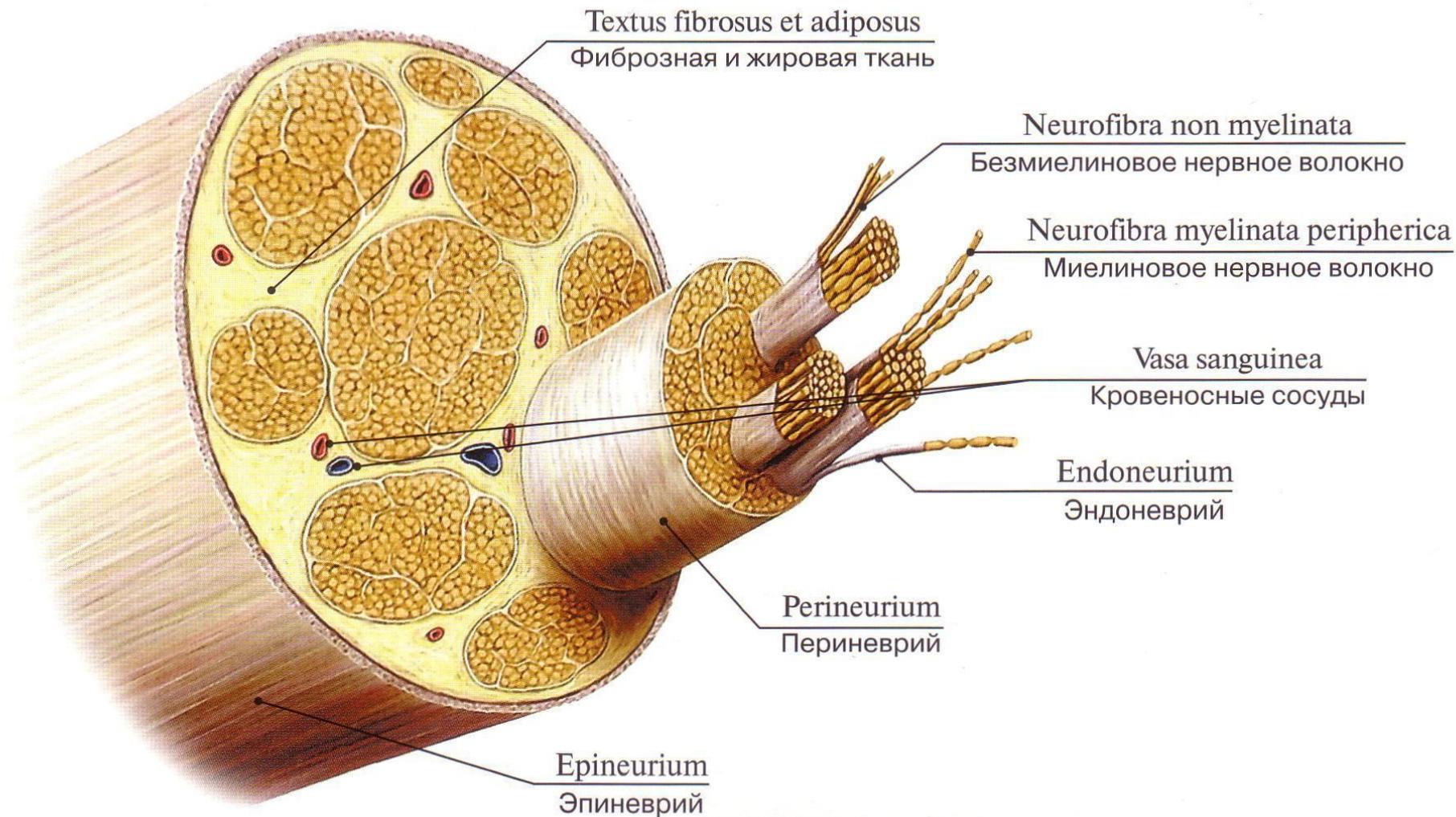


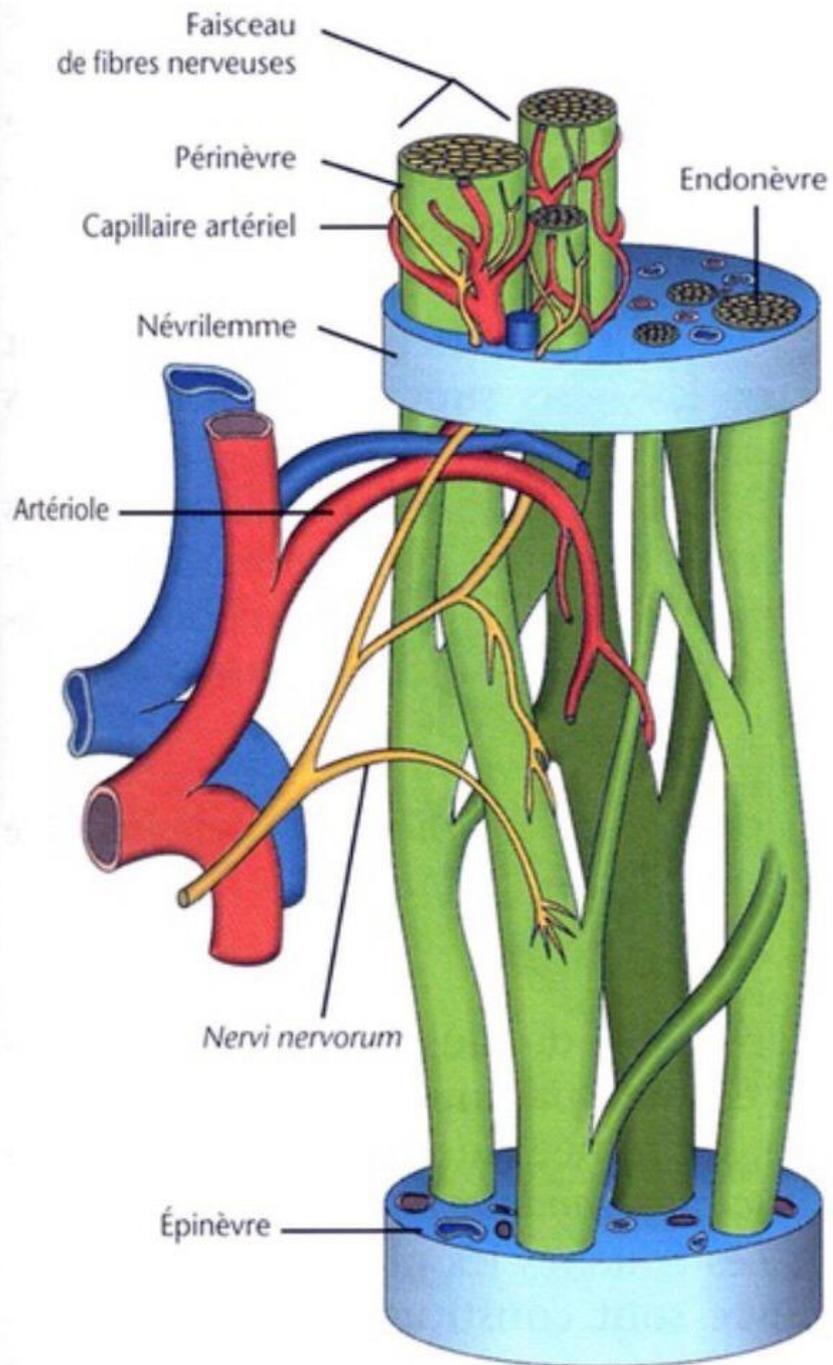
# Основы хирургии периферических нервов

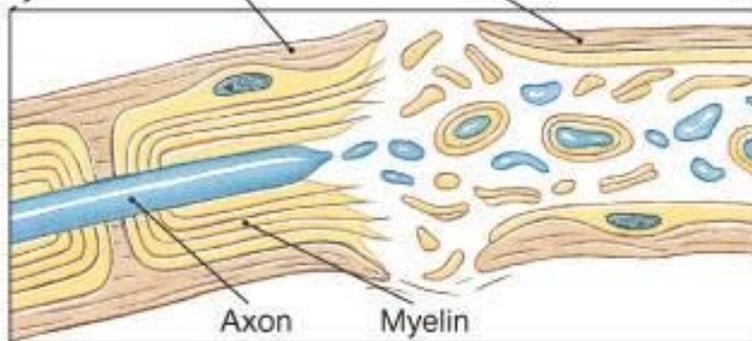
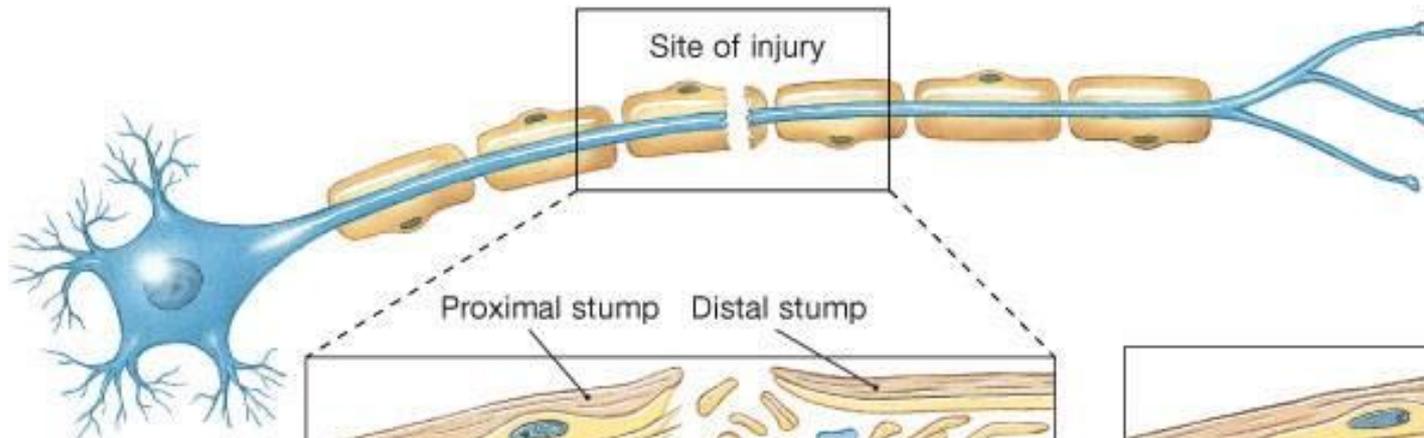


# Анатомия периферической нервной системы

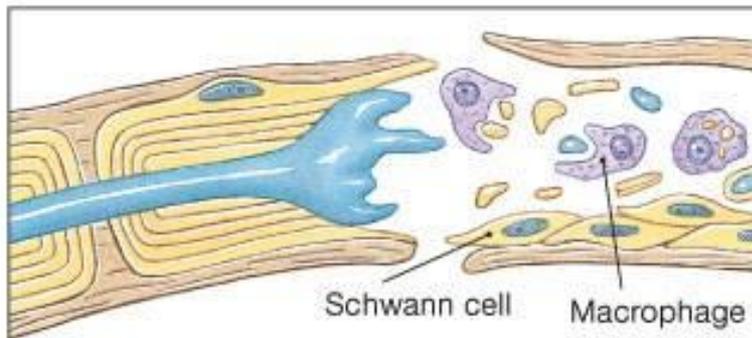






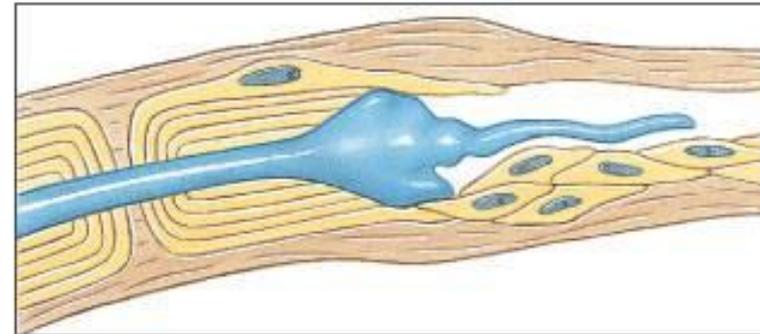


**STEP 1:**  
Fragmentation of axon and myelin occurs in distal stump.

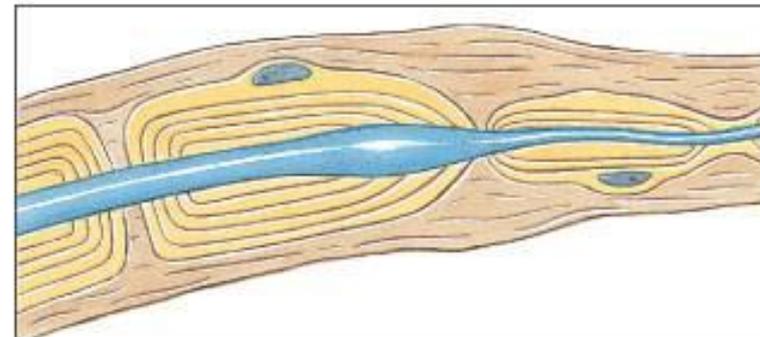


**STEP 2:**  
Schwann cells form cord, grow into cut, and unite stumps.  
Macrophages engulf degenerated axon and myelin.

To Step 3



**STEP 3:**  
Axon sends buds into network of Schwann cells and then starts growing along cord of Schwann cells.



**STEP 4:**  
Axon continues to grow into distal stump and is enveloped by Schwann cells.

# Виды травмы периферических нервов



## Открытые повреждения:

- Резаные, колотые, рубленые, рваные, размозженные
- Огнестрельные
- Ранения нервов в сочетании с повреждением костей, суставов, сухожилий

## Закрытые повреждения:

- Сотрясение, ушиб, сдавление, тракция
- Повреждения нервов в сочетании: с переломом, вывихом, повреждением сосудов, массивным размозжением мышц
- Жгутовые повреждения
- Ишемические
- Холодовые

# Формы повреждения нерва

Анатомический перерыв  
нервного ствола:

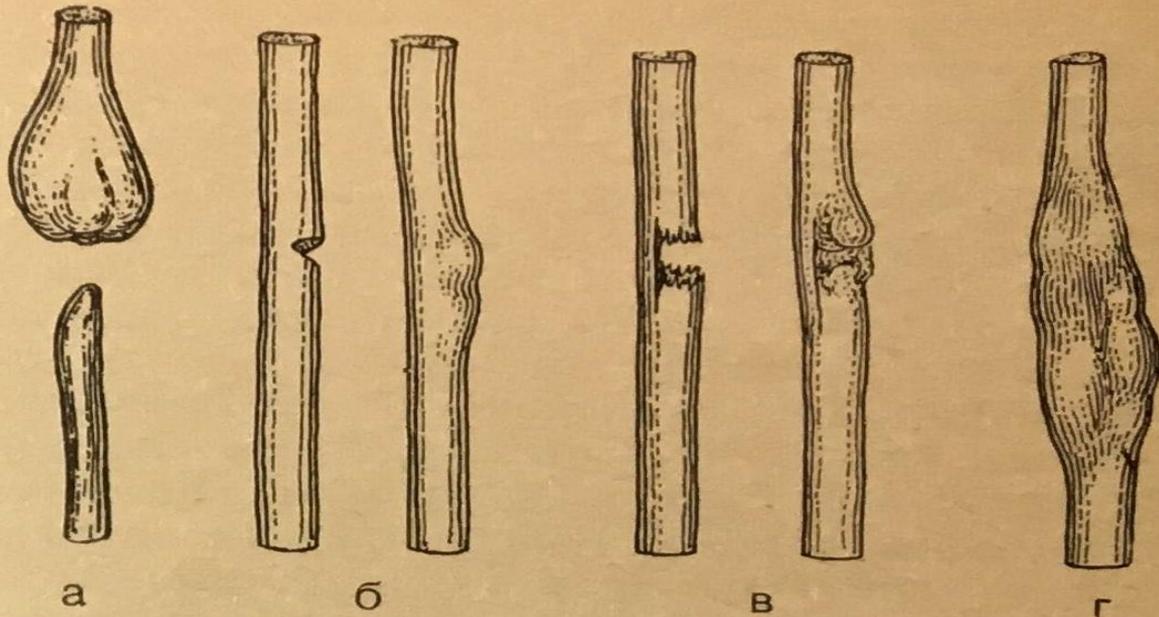
- Полный
- Частичный

Внутриствольные  
повреждения нерва:

- Гематома
- Инородные тела
- Разрывы пучков

## 22. Формы повреж- дения нерва:

а — полный анатомический перерыв нерва, неврома центрального конца; б — частичный перерыв нерва, образование боковой невромы; в — почти полный анатомический перерыв нерва; г — внутриствольное повреждение нерва, рубцовые изменения нерва на месте повреждения



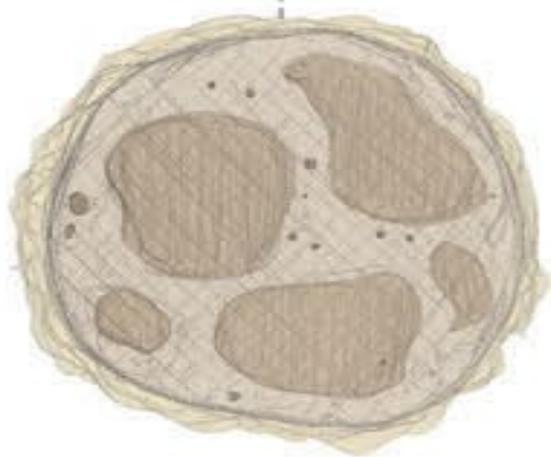
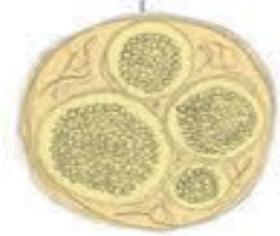
# Zone of Injury

YEE '12



PROXIMAL

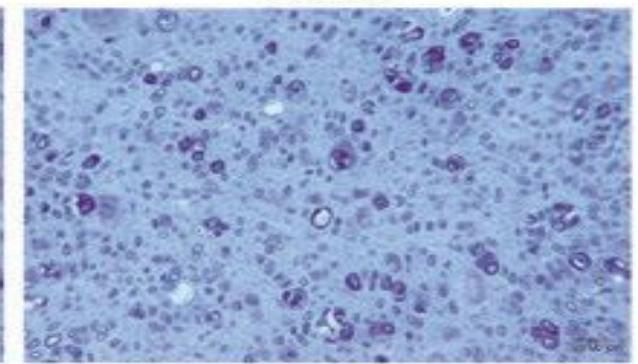
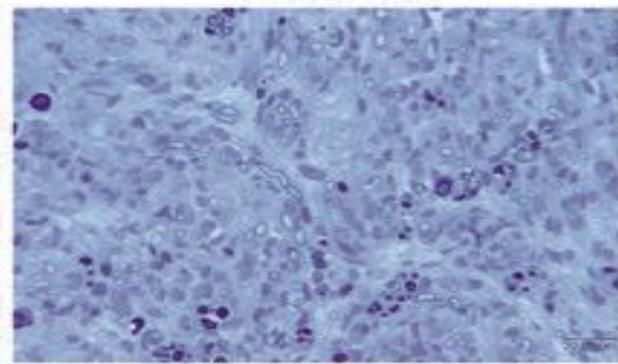
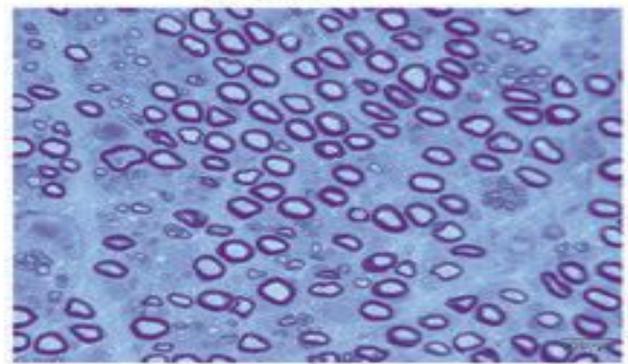
DISTAL



PROXIMAL

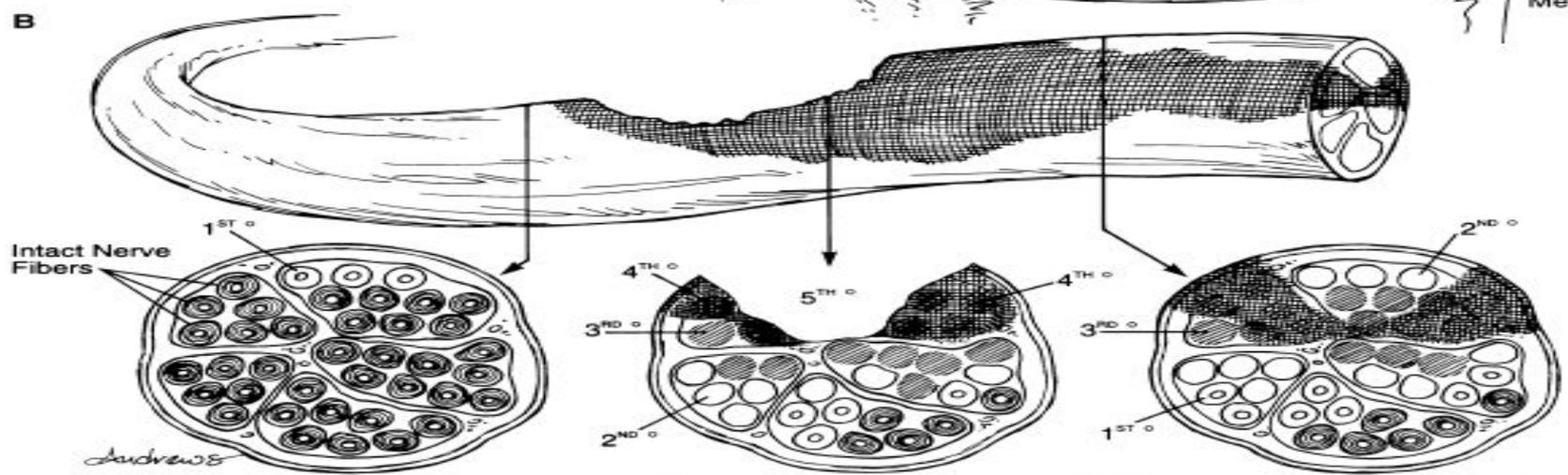
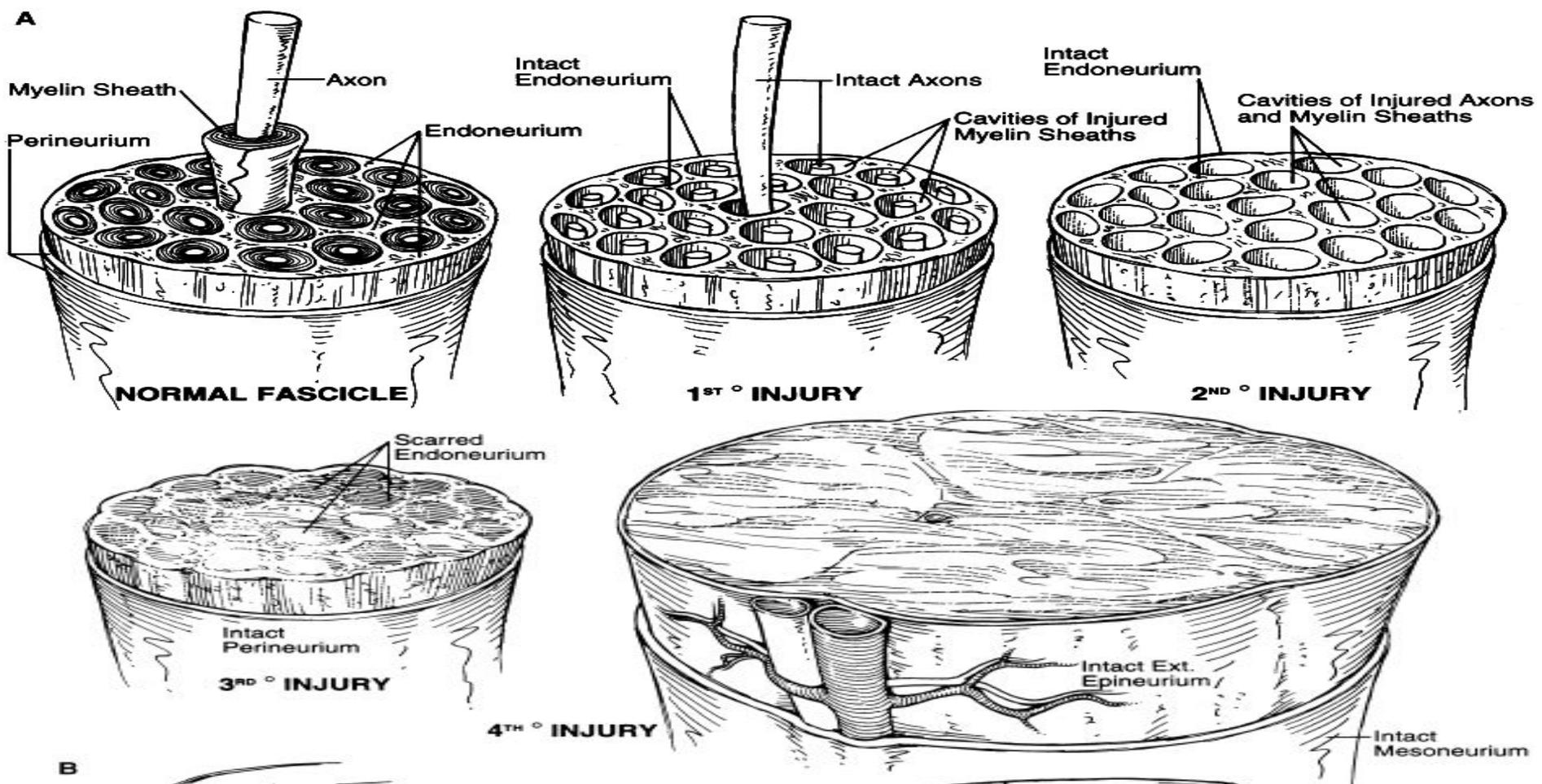
NEUROMA

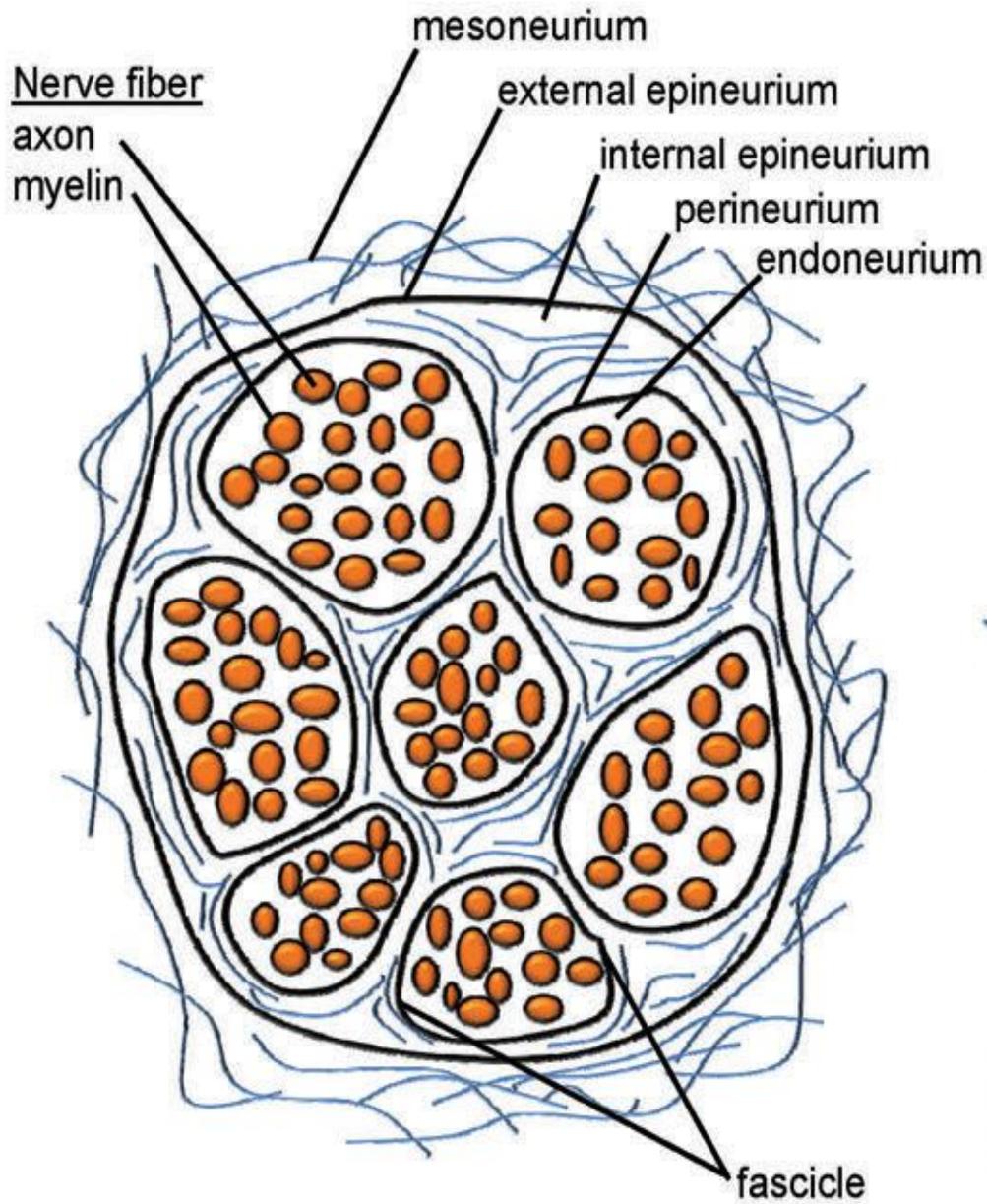
DISTAL



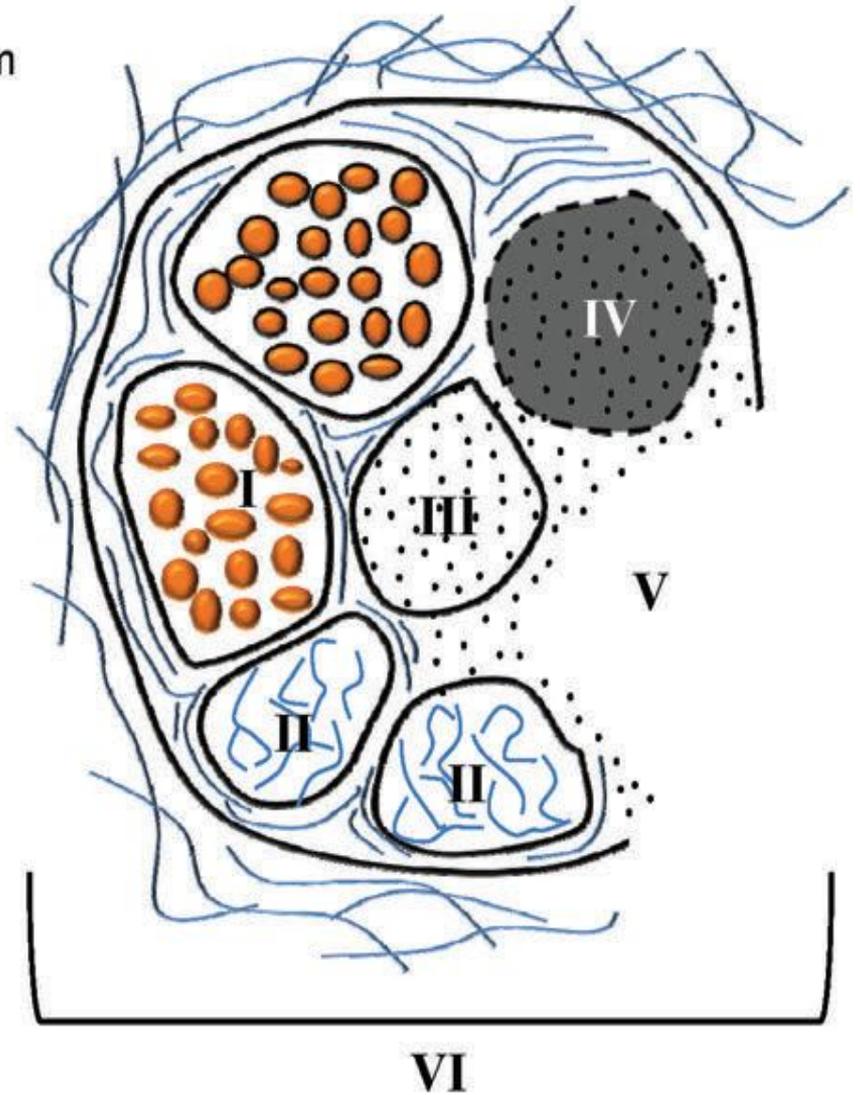
# Классификация повреждений периферической нервной системы

Классификация <b>Seddon</b>	Классификация <b>Sunderland</b>	Патология	Восстановление
Нейропраксия	1	Блок проведения, лёгкое повреждение с чувствительными и двигательными нарушениями. Анатомически страдают миелиновые оболочки	Полное
Аксонотмезис	2	Разрушение аксонов и миелиновых оболочек. Эндоневрий интактный. ВД. Последующий рост аксонов вдоль интактных эндоневральных трубок.	Полное
Аксонотмезис	3	Повреждение эндоневрия, его рубцевание. Регенерация затруднена	Вариабельно, неполное.
Аксонотмезис	4	Повреждены аксоны, пери- и эндоневрий. Целостность поддерживается рубцовой тканью и эпиневрием	Вариабельно, неполное.
Нейротмезис	5	Полный перерыв нерва или значительная его дезорганизация рубцовой тканью	Отсутствует





a Normal Nerve



b Classification of Nerve Injury

# Общая симптоматология повреждения нерва

- Двигательные расстройства – вялый паралич, утрата соответствующих сухожильных и надкостничных рефлексов.
- Нарушение чувствительности – явления выпадения (анестезия, гипестезия) с явлениями раздражения (парестезия, гиперестезия)
- Нарушение потоотделения
- Сосудодвигательные расстройства (горячая фаза и холодные фазы)
- Трофические изменения кожи



## **Двигательная функция**

$M_0$  – нет сокращения (отсутствует)

$M_1$  – возврат ощутимого сокращения проксимальных мышц (плохое)

$M_2$  – возврат ощутимого сокращения проксимальных и дистальных мышц с активными движениями в суставе, но нивелируются под действием силы тяжести

$M_{2+}$  – как и  $M_2$ , но с увеличением силы в мышцах противодействующих силе тяжести

$M_3$  – возврат функции проксимальных и дистальных мышц до такой степени, что все значимые мышцы могут противодействовать силе тяжести

$M_4$  – возврат функции такой же, как на стадии  $M_3$ , все проксимальные и дистальные мышцы способны сокращаться против силы тяжести

$M_5$  – полное восстановление – все мышцы способны удерживать давление

## **Чувствительность**

$S_0$  – отсутствие чувствительности в автономной области

$S_1$  – восстановление глубокой кожной болевой чувствительности в зоне, иннервируемой только исследуемым нервом

$S_2$  – восстановление некоторой поверхности кожной болевой и тактильной чувствительности в зоне, иннервируемой лишь исследуемым нервом

$S_{2+}$  – то же, что и  $S_2$ , но с чрезмерным ответом

$S_3$  – восстановление некоторой поверхностной кожной болевой и тактильной чувствительности в зоне, иннервируемой лишь исследуемым нервом, с исчезновением отмечающейся ранее гиперчувствительности, дискриминация двух точек – более 15 мм

$S_{3+}$  – восстановление чувствительности до стадии  $S_3$  с некоторым восстановлением дискриминации двух точек на расстоянии от семи до 15 мм в зоне, иннервируемой лишь исследуемым нервом.

$S_4$  – полное восстановление чувствительности, возможна дискриминация двух точек на расстоянии от двух до шести мм.

# Направления хирургического лечения

- Травмы нервов
- Туннельные синдромы
- Опухоли периферических нервов
- Болевые синдромы

# Хирургическое лечение

- **Виды оперативных вмешательств:**
  - Невролиз
  - Нейроррафия
  - Пластика нерва
  - Невротизация

# Невролиз

- операция выделения нервного ствола из окружающих тканей, нормальных или патологически измененных (рубцы, костная мозоль, опухоль и пр.), вызывающих сдавление и нарушение функции нерва, с целью улучшения его кровоснабжения, регенерации, функционирования.



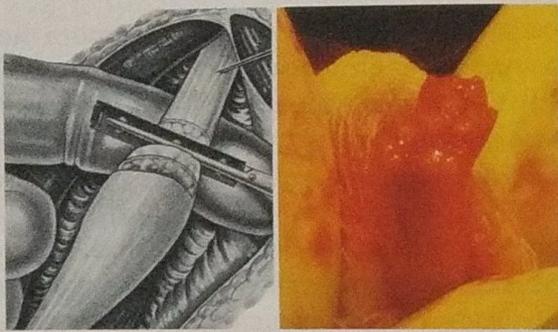


Рис.82. Резекция измененного участка поврежденного нерва: на поперечном срезе получена отчетливая пучковая структура нерва.

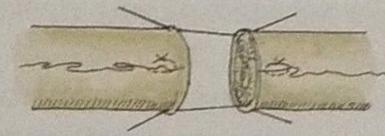
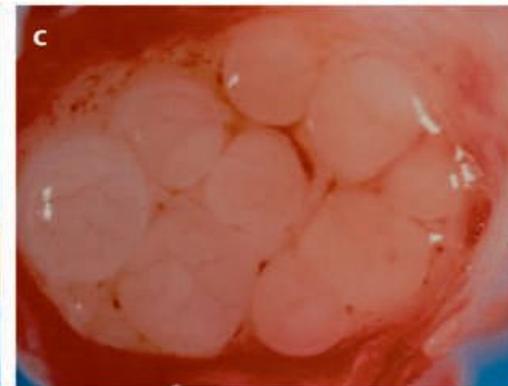
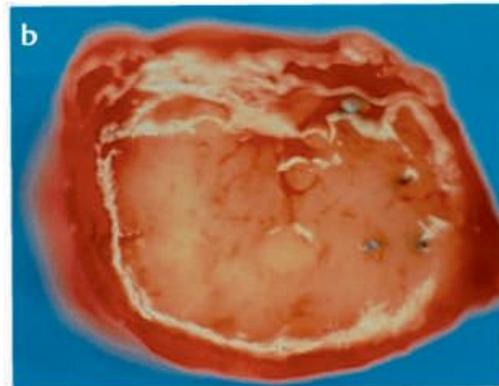


Рис. 83. Сближение концов поврежденного нерва с учетом ранее наложенных меток, ориентируясь на которые можно избежать при наложения шва продольного скручивания концов нерва по отношению друг к другу.

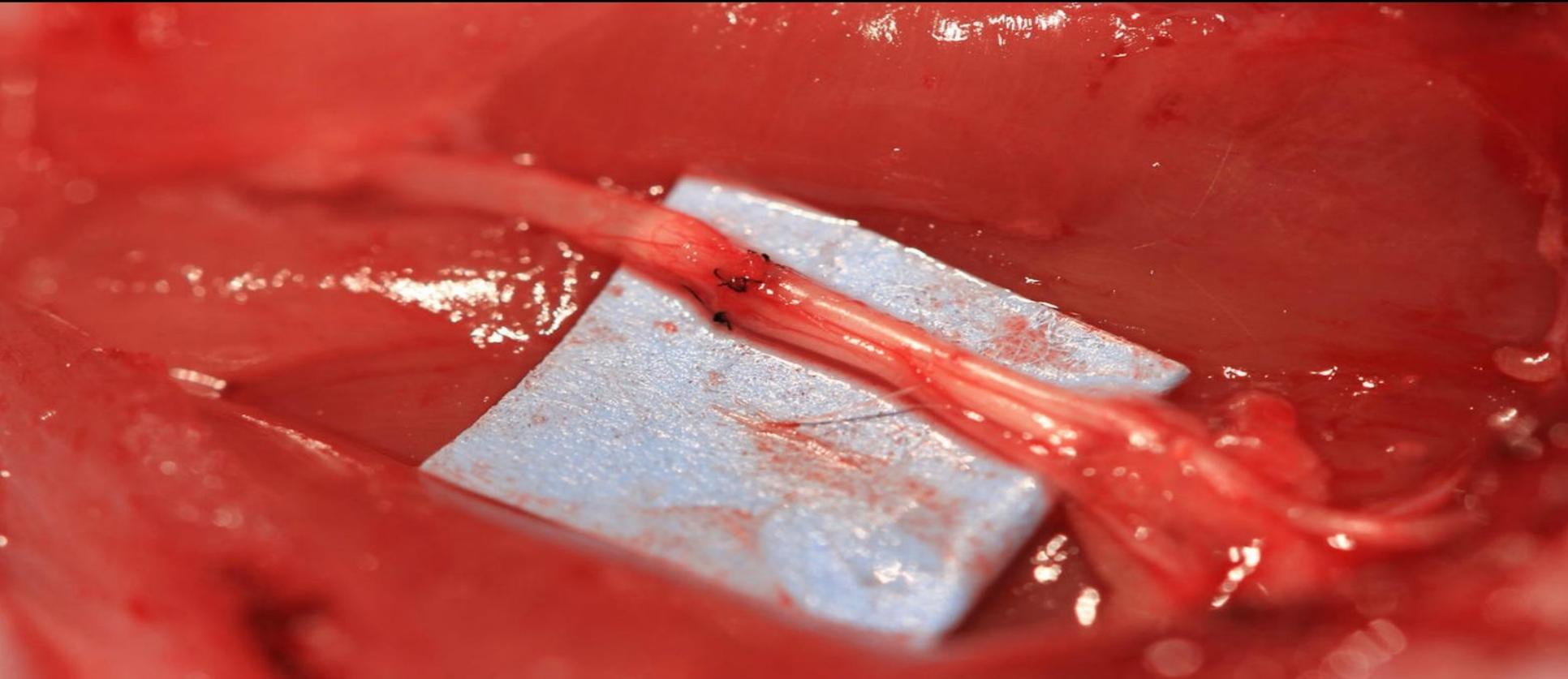


Как узнать, что  
дошли до живого  
нерва?

- 1) Красивые чёткие пучки
- 2) Кровотечение

# Нейрорафия

- операция соединения концов поврежденного нерва с помощью шовного материала



# Принципы хирургического лечения:

1. Количественная до- и послеоперационная оценка чувствительности и двигательной функции
2. Микрохирургия
3. Отсутствие натяжения
4. Если без натяжения невозможно – устанавливают межпучковый трансплантат
5. Нейтральное положение конечности
6. Сопоставление групп пучков нервных волокон
7. Послеоперационный курс реабилитации

# Сроки сопоставления нерва при утрате им непрерывности:

- Первичный шов нерва: до 72 часов
- Первично-отсроченный шов нерва: 72 часа – 7 суток
- Вторичный шов нерва: после 7 суток.

# Виды микрохирургического шва периферического нерва

- Эпиневральный
- Периневральный
- Эпипериневральный
- Межпучковый
- Внутрипучковый

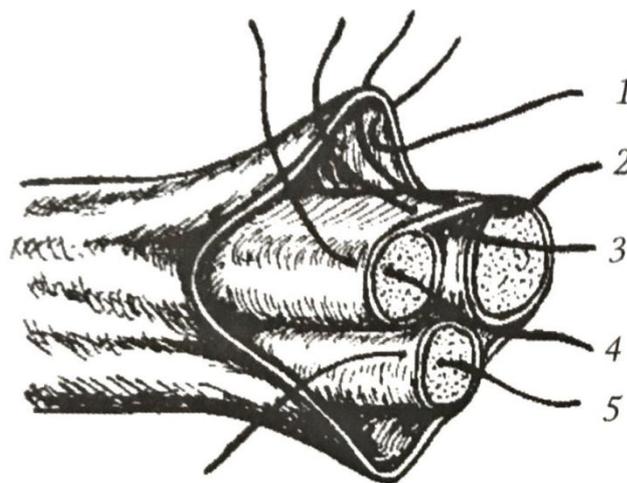
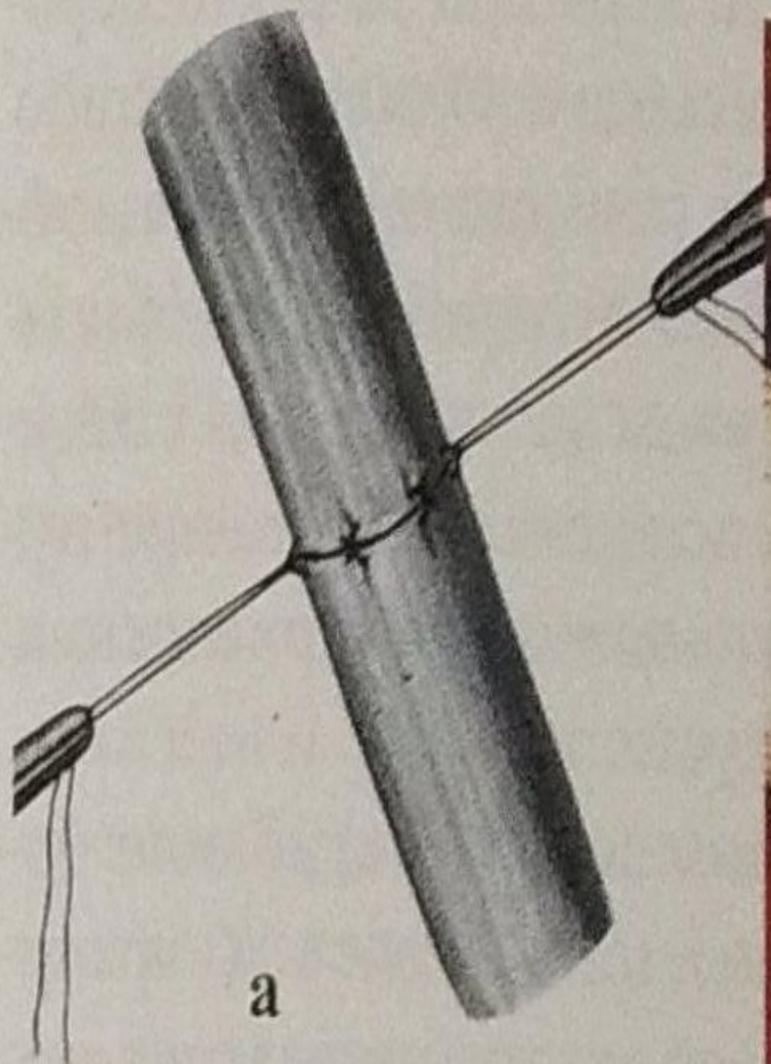
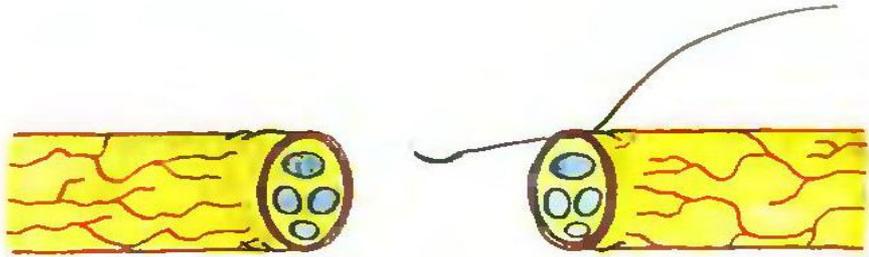


Рис. 58. Виды микрохирургических швов в зависимости от расположения шовной нити:

1 – эпиневральный; 2 – эпипериневральный; 3 – межпучковый; 4 – периневральный; 5 – интраневральный (по: Белоусов А. Е., 1984)

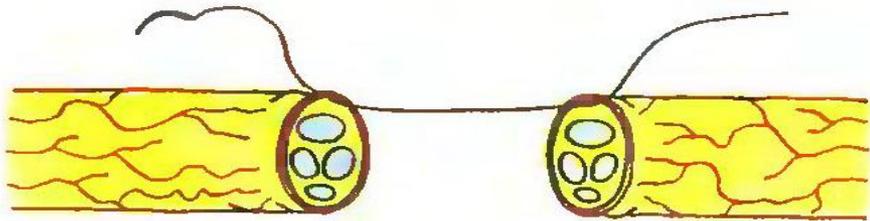
# Эпиневральный шов





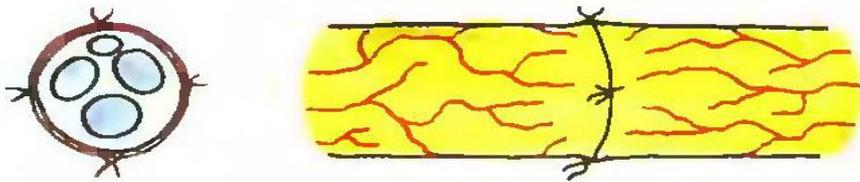
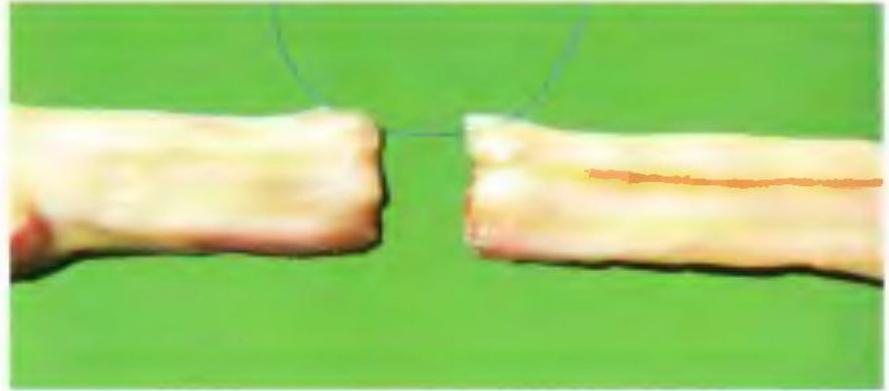
**a**

**б**



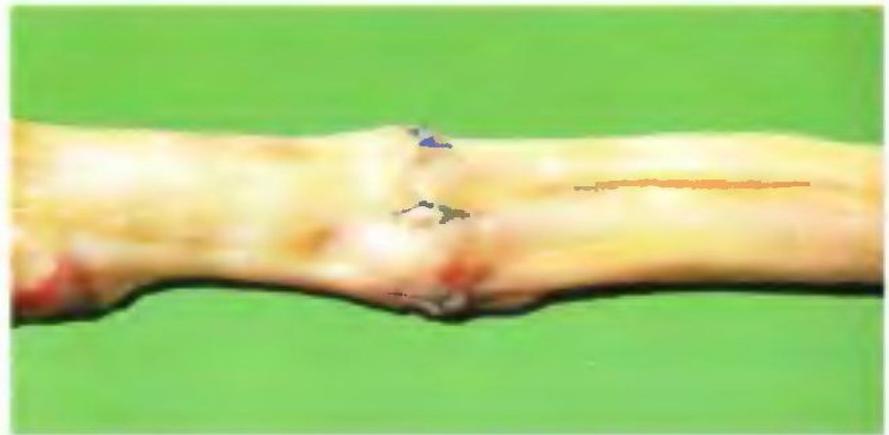
**a**

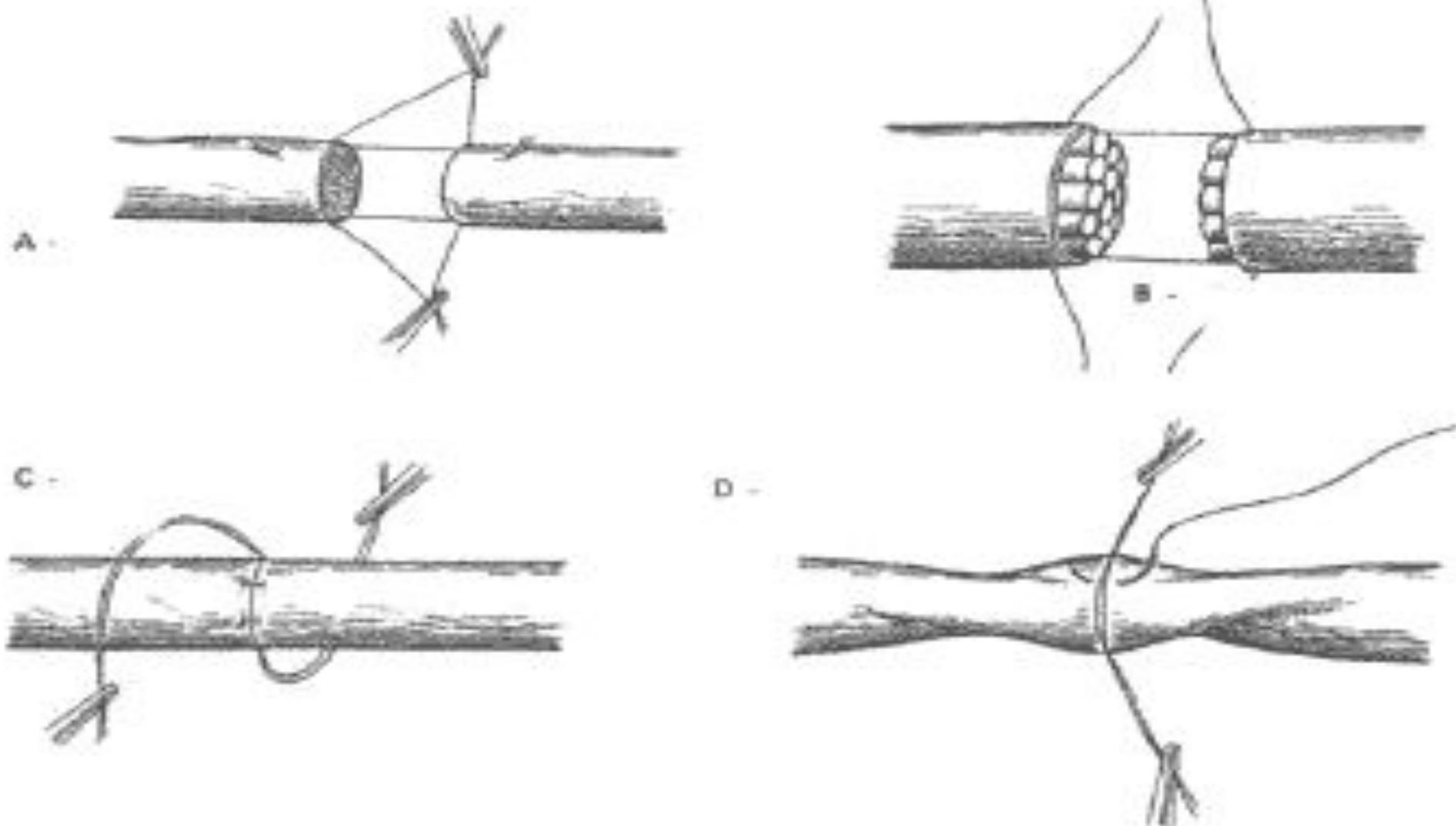
**б**



**a**

**б**





**Figure 13 - Epineural conventional suture - Courtesy Gofth, F.S.<sup>15</sup>**

A - support stitches  
 nerve

B - positioning of the stumps

C - rotation of the

D - back suture

# Периневральный шов

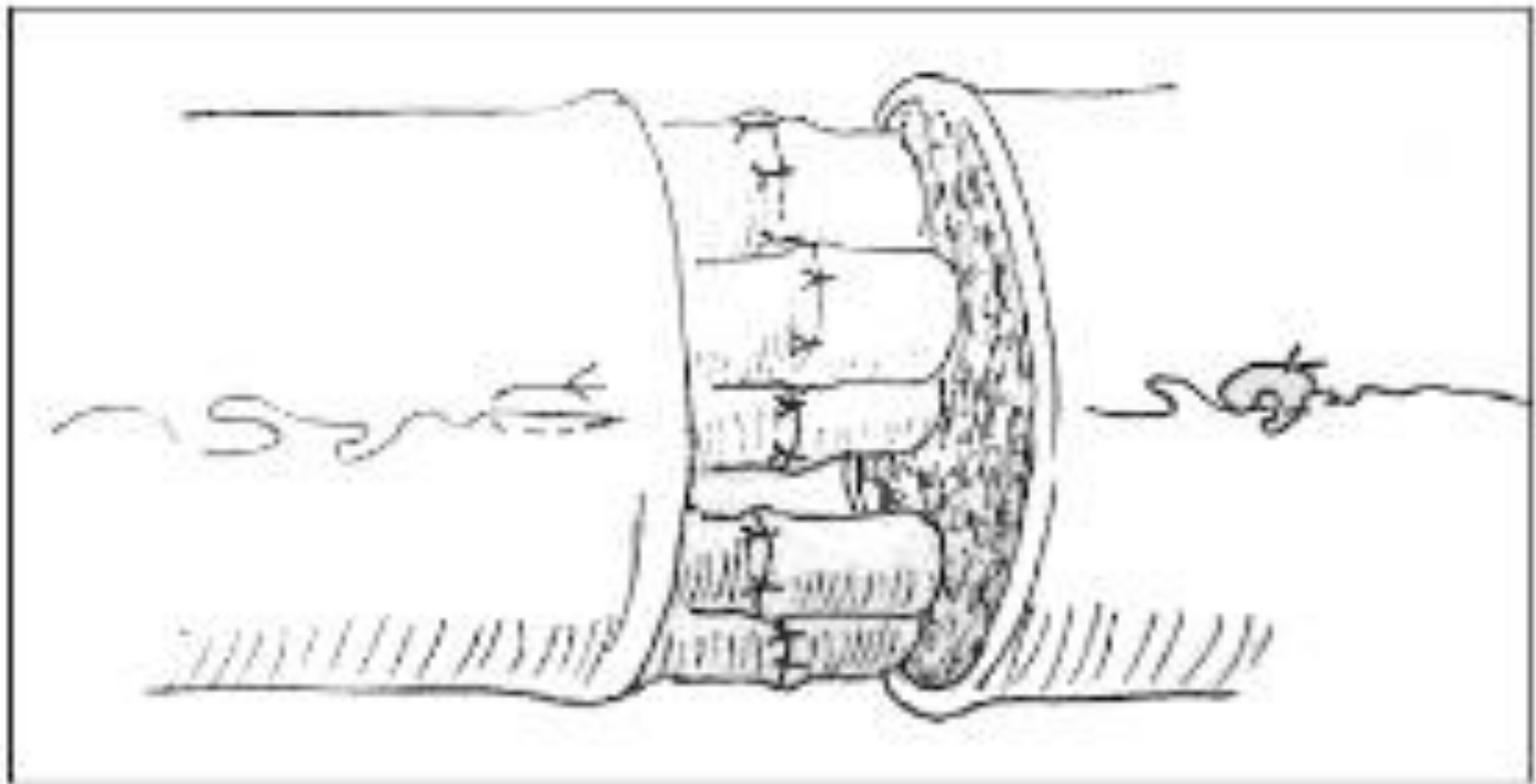
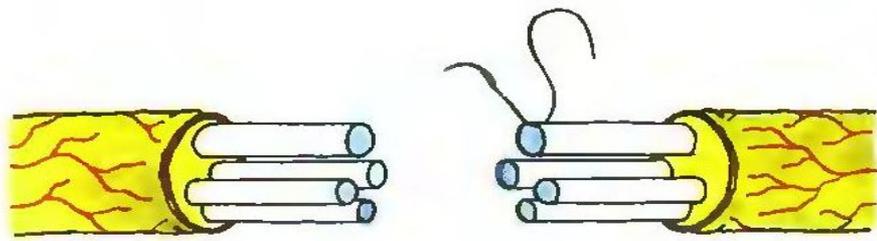
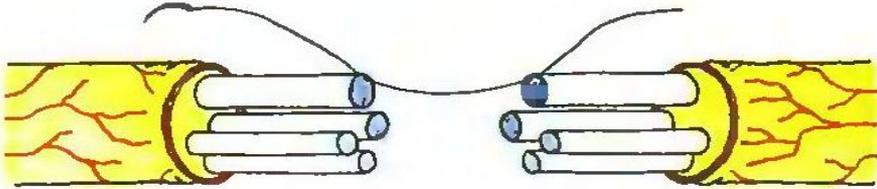
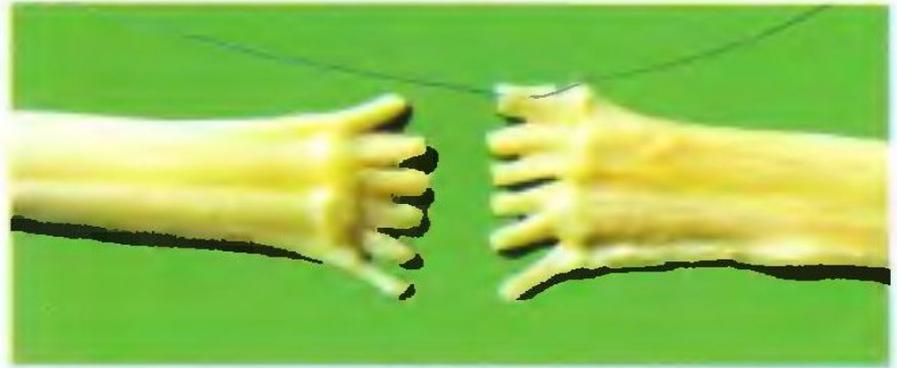


Рис. 21.27. Периневральный шов



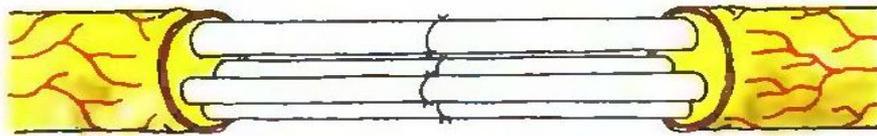
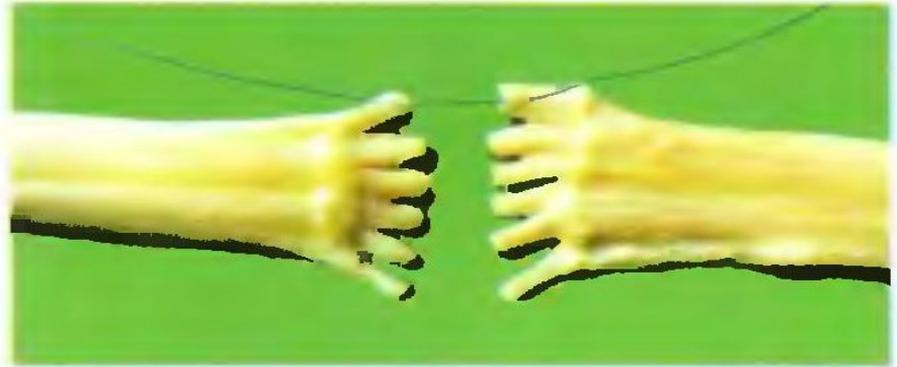
a

б



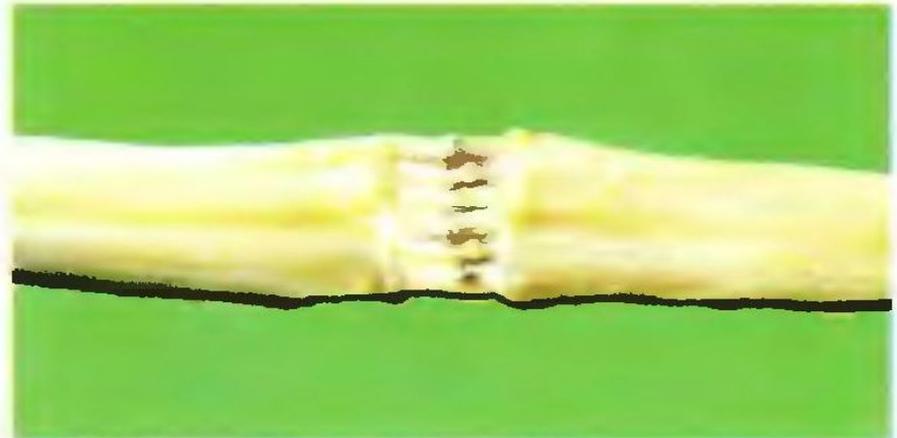
a

б

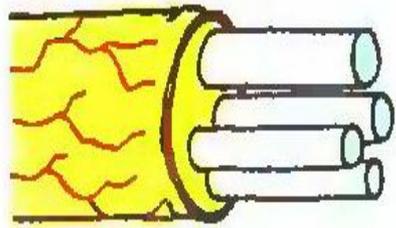


a

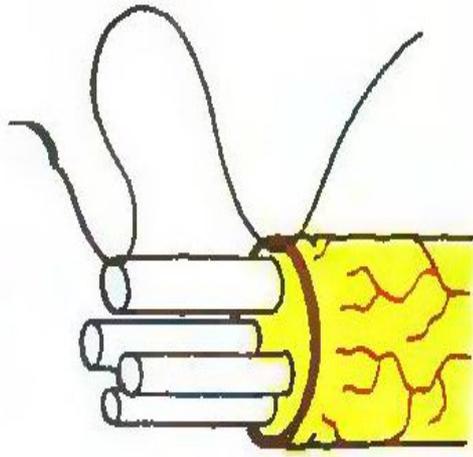
б



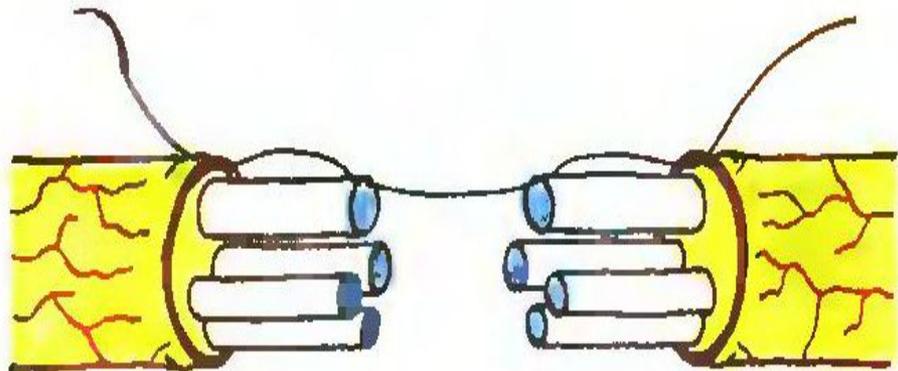
# Эпипериневральный шов



a



б



a

б



# Межпучковый шов

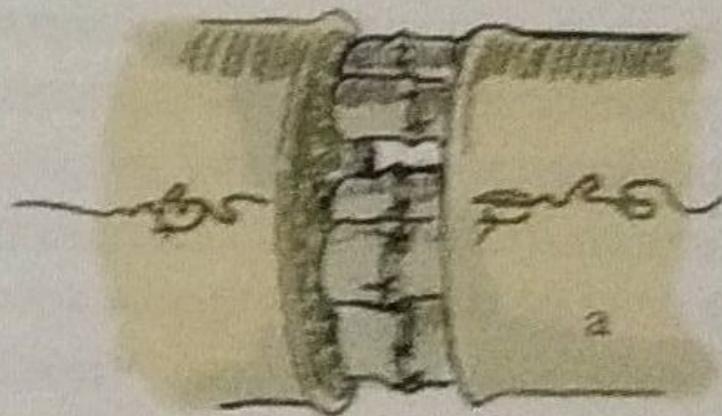
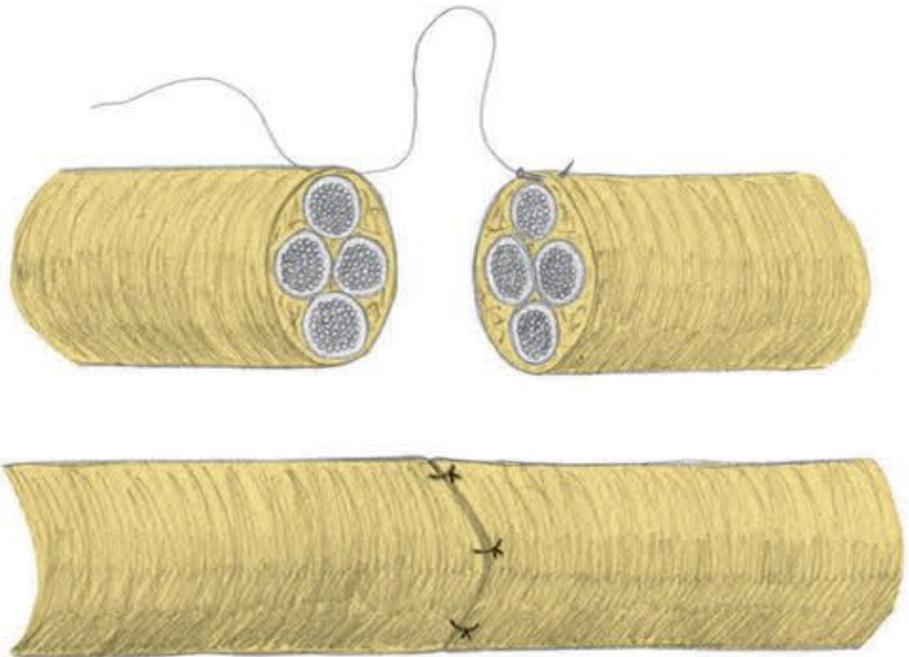
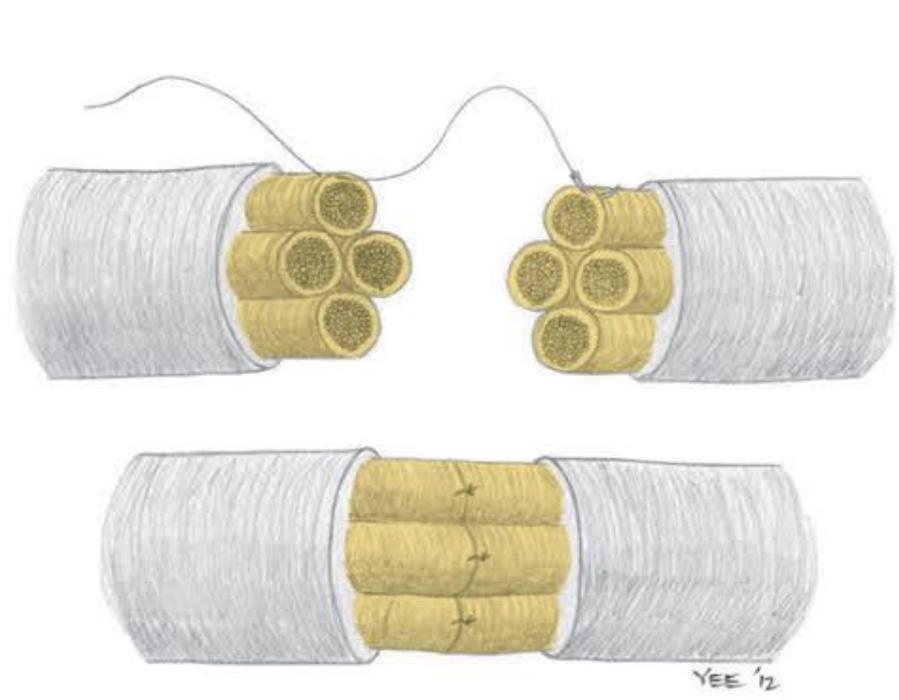


Рис. 85. Межпучковый шов нерва: а – схема, б – вид на операции, нерв разделен на две пучковые группы, в – пучковые группы соединены швами.

**a** Epineurial Nerve Repair

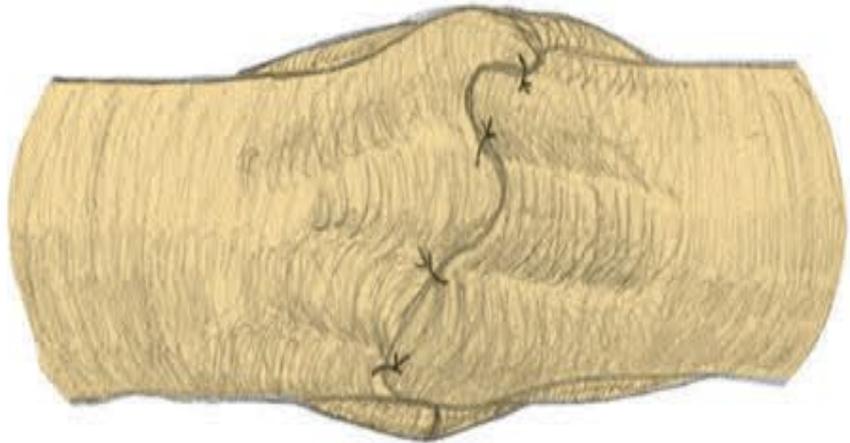


**b** Fascicular Nerve Repair

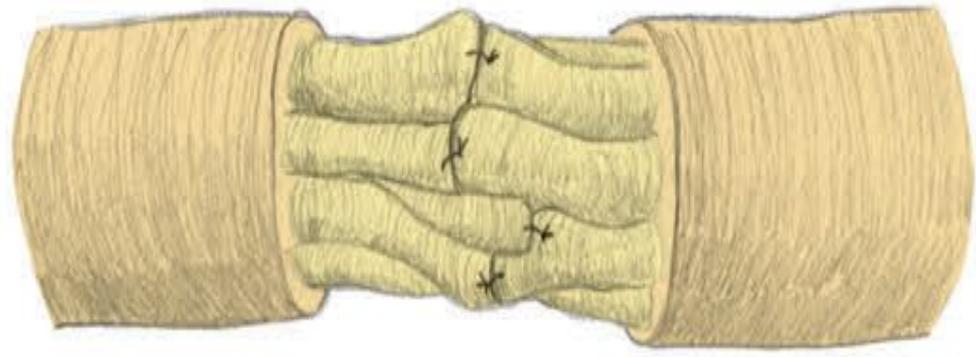


YEE '12

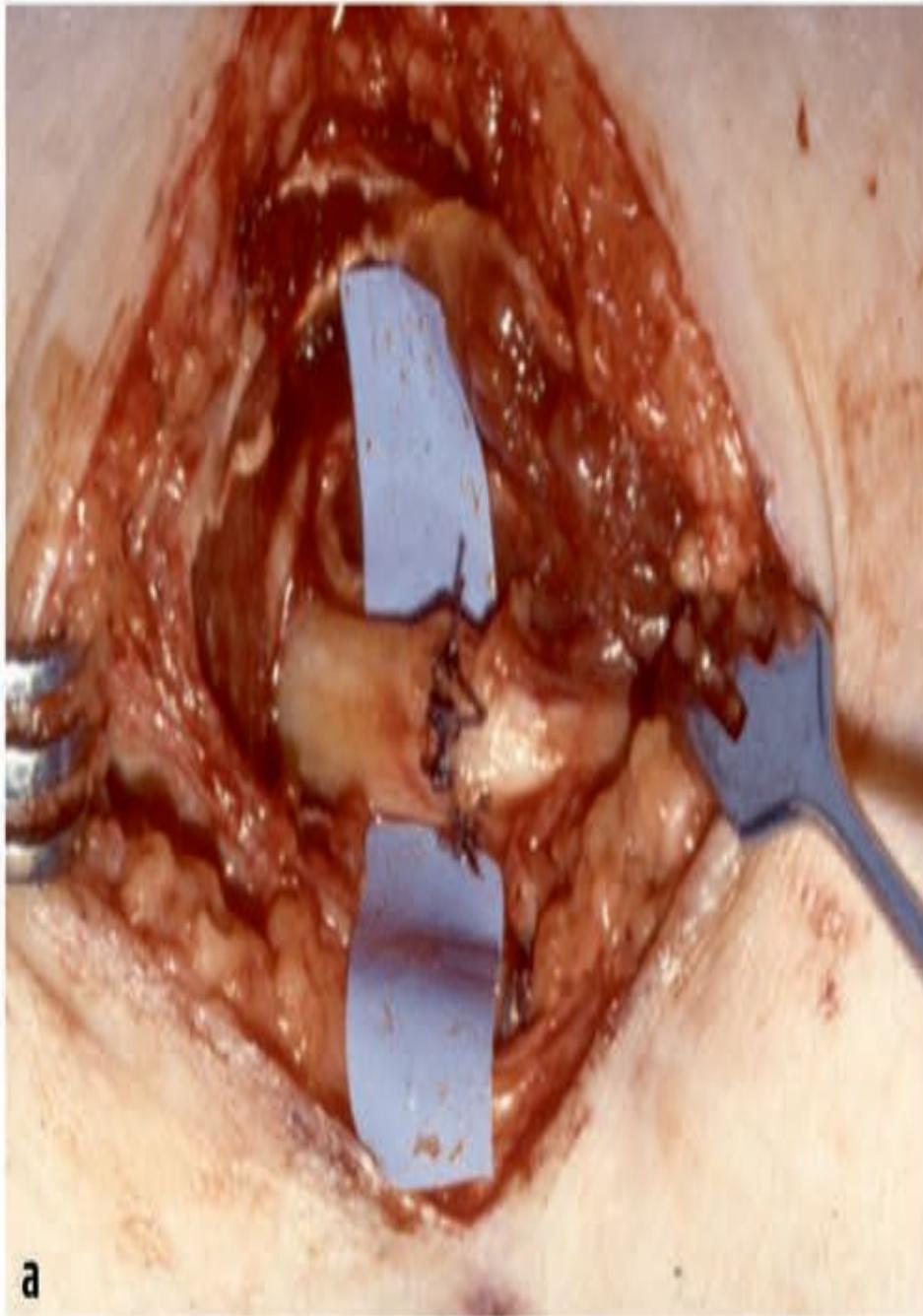
Epineurial Nerve Repair



Fascicular Nerve Repair



YEE '12



a

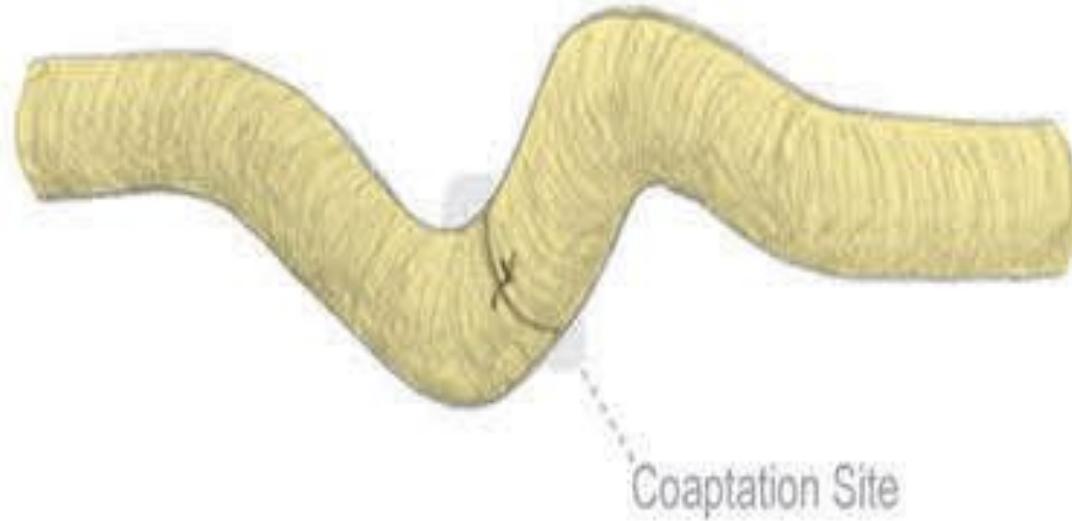


b

# Способы и приёмы для сближения концов прерванного нерва:

1. Придание конечности определённого положения в суставе
2. Мобилизация центрального и периферического отрезка нерва на значительном протяжении
3. Соединение разноимённых нервов
4. Перемещение нерва в новое ложе по более короткому пути
5. Резекция кости для укорочения конечности

## Nerve Repair



## Nerve Grafting



# Пластика нерва

- восстановление анатомической целостности нерва путем соединения его пучков посредством вшивания аутоаутопластического нерва

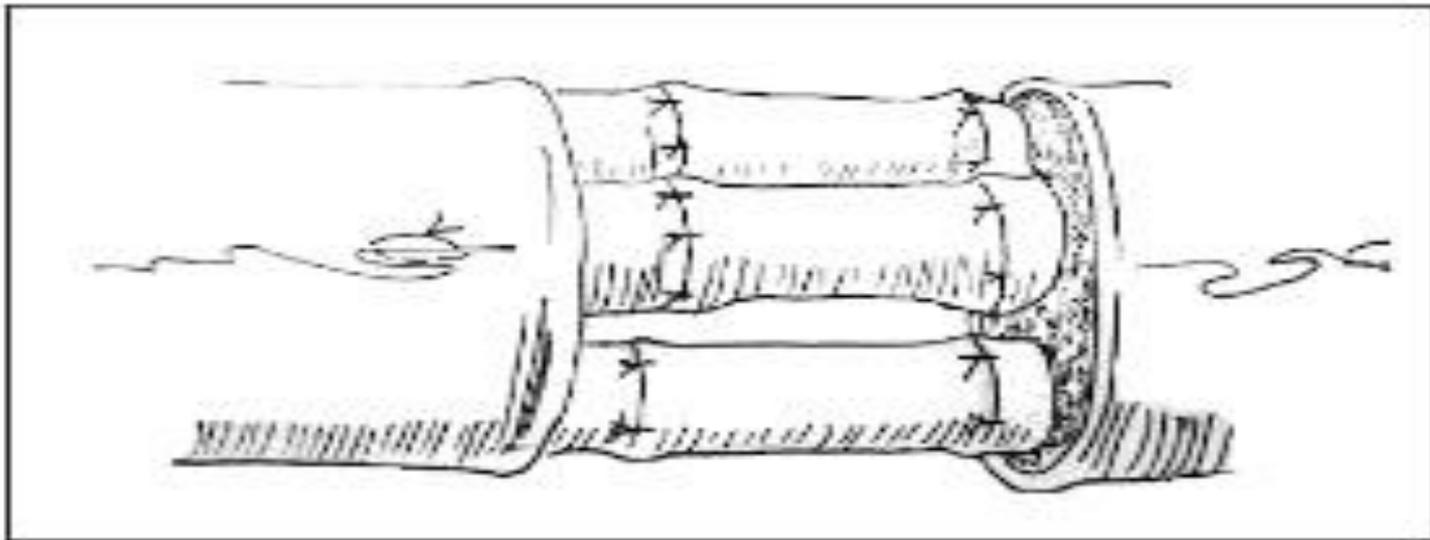
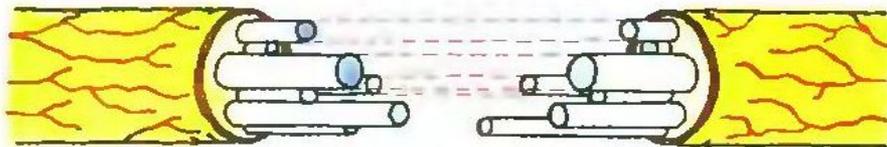
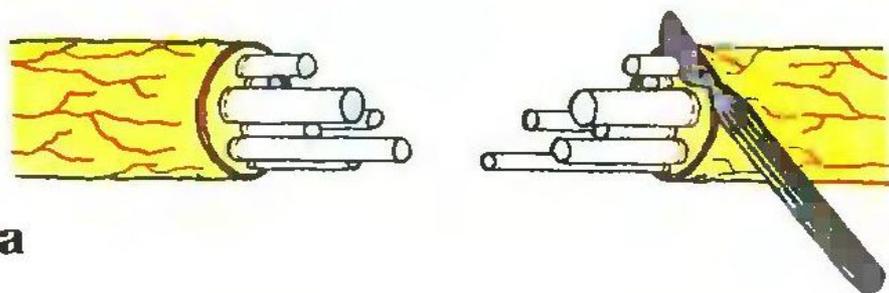


Рис. 21.28. Межпучковая аутопластика



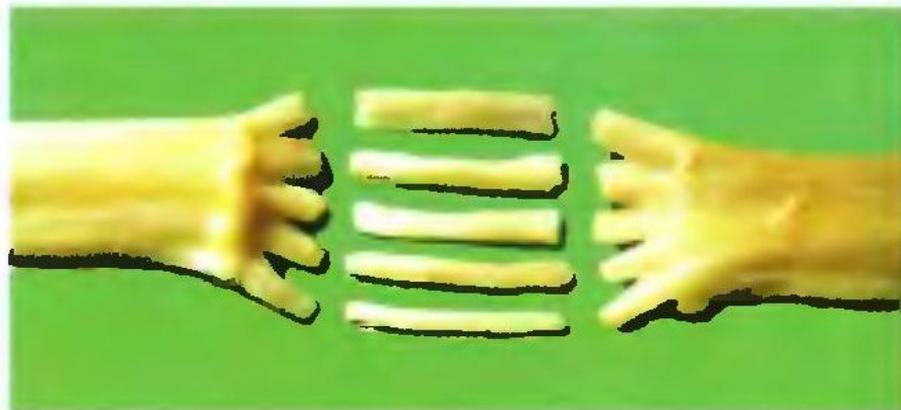
**Рис. 116.** Ложе удалённой опухоли



**а**

**б**

**Рис. 117.** Досечение нервных волокон



**а**

**б**



**Рис. 118.** Конечный вид вшитых трансплантатов



# Виды пластики по типу соединения:

- Свободная цельным стволом
- Свободная межфасцикулярная несколькими трансплантатами
- Свободная васкуляризированным трансплантантом
- Несвободная

# Идентификация волокон

- 1) интраневральная анатомическая идентификация
- 2) гистохимическое разделение:
  - ✓ двигательные волокна – АЦХЭ и холинацетилтрансфераза
  - ✓ Чувствительные волокна – угольная ангидраза
- 3) Электрофизиологическая идентификация

# Донорские нервы

- Икроножный нерв
- Латеральный кожный нерв предплечья
- дистальный отрезок локтевого нерва при необратимо нарушенной его функции

трансплантат должен иметь длину, превышающую длину дефекта на 10-15%.



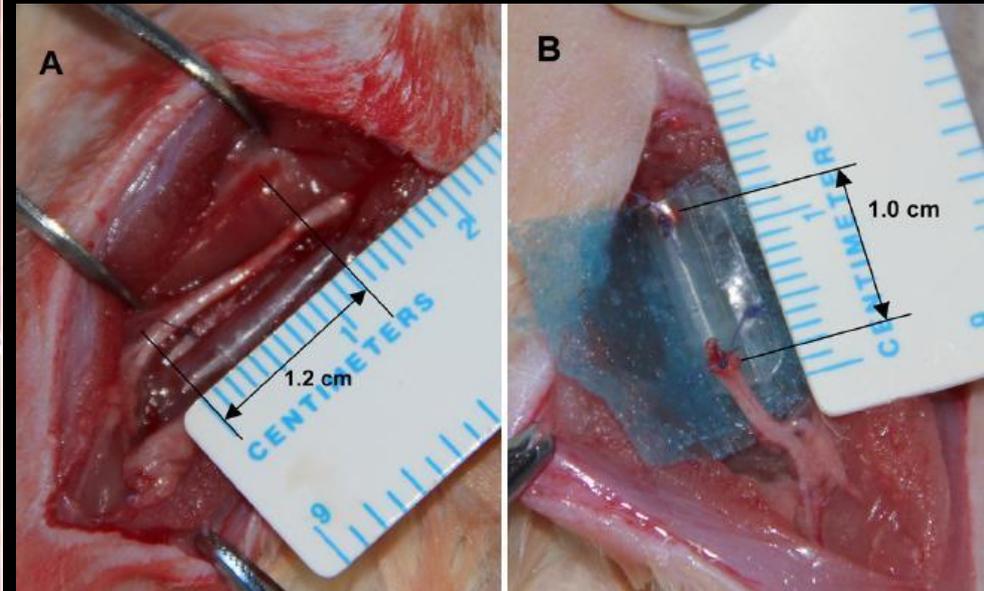
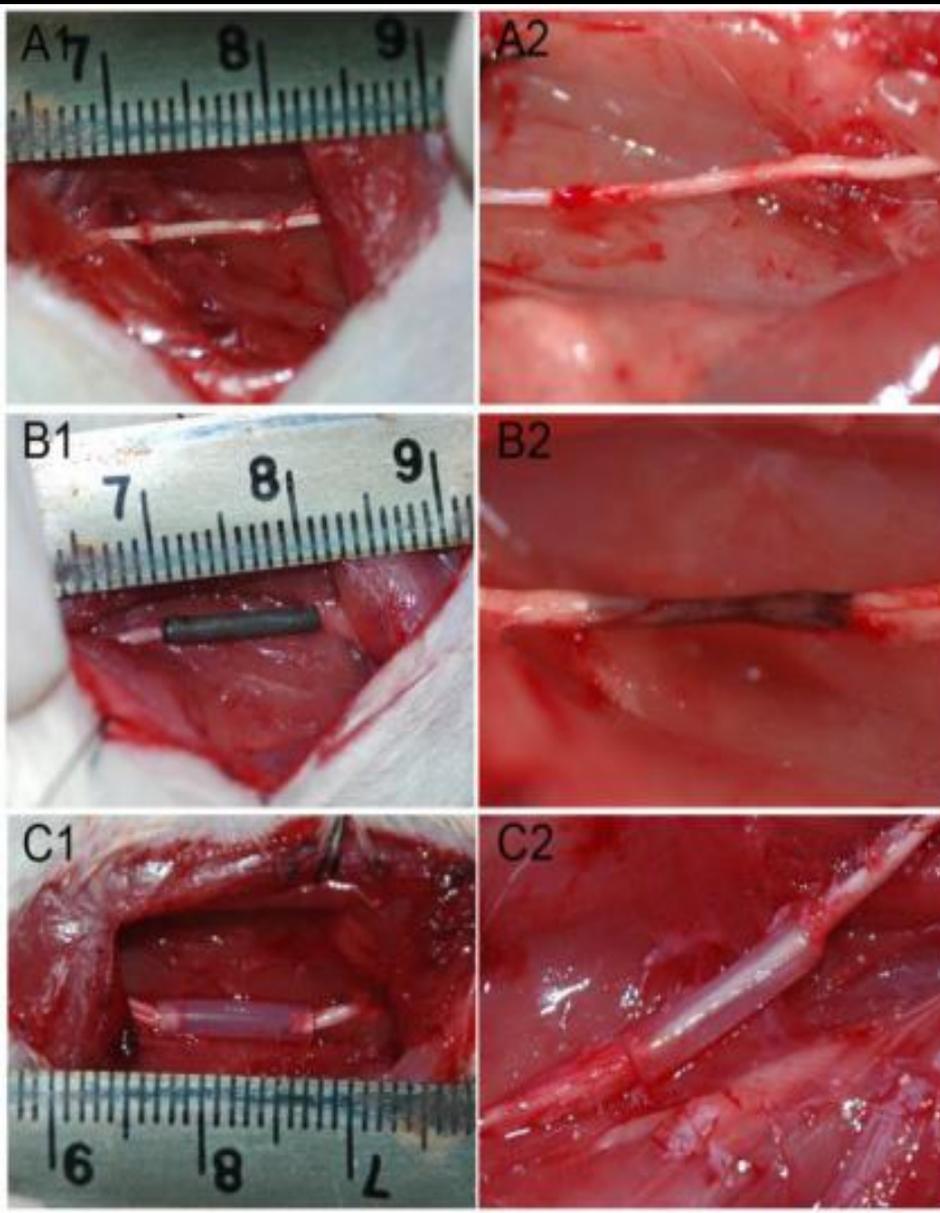
Извлечение наиболее часто используемого икроножного нерва осуществляется следующим образом. Выполняют продольный разрез длиной 2-3 см за наружной лодыжкой голени (рис. 88).

Под кожей, в клетчатке, рядом с малой скрытой веной, чуть глубже, обнаруживают икроножный нерв, на который как можно дистальнее накладывают тонкую прочную лигатуру. Ниже лигатуры нерв пересекают. С этого этапа используют специальный нож-мобилизатор, который сокращает время извлечения нерва

в 2-3 раза и исключает косметический дефект (14). Лигатура и конец нерва, на который она наложена, вводятся в кольцо ножа-мобилизатора и последний возвратно-поступательными движениями проводится по ходу нерва в направлении подколенной ямки на необходимую длину. Тем самым нерв отделяется от окружающих тканей. После этого одной рукой удерживается инструмент, а другой приводится в действие его режущий элемент, который отсекает икроножный нерв необходимой длины. Инструмент и нерв извлекают, накладывают швы на рану за наружной лодыжкой и тугую повязку на протяжении всей голени. Из ик-



# Тубуляция



Полиоксибутират – пленочные изделия позволяющие защитить область шва нерва от подпаивания к окружающим тканям

# Невротизация

- анастомозирование функционирующего нерва (функционально менее значимого) с дистальным концом поврежденного с целью реиннервации мышц, восстановления движения и чувствительности.

а



б

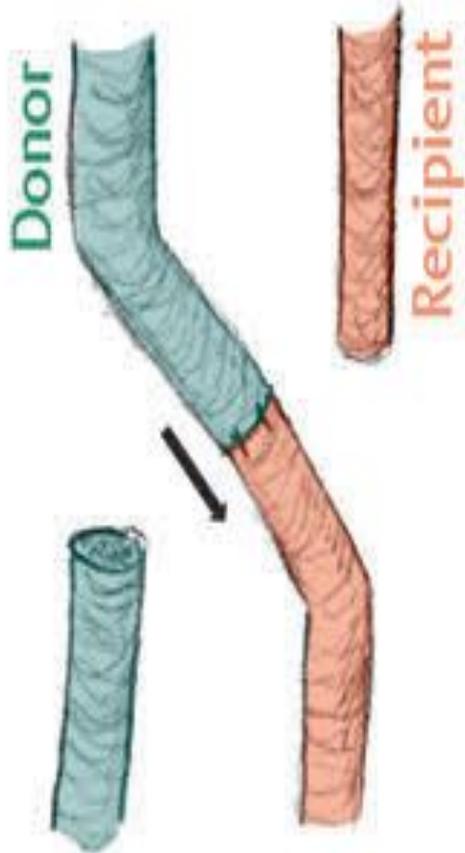


в

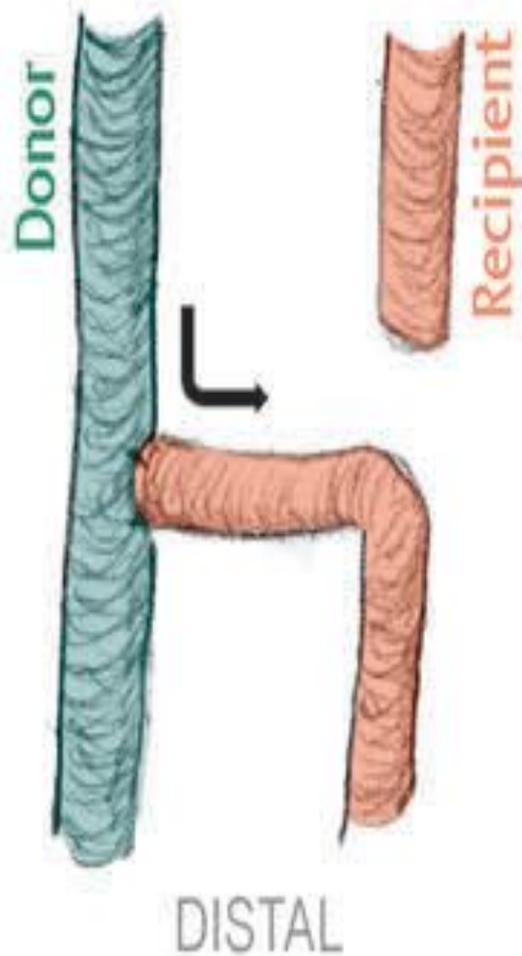


Рис.92. Схема невротизации: а – конец-в-конец, б – через ауто трансплантат, в – вид на операции: невротизация мышечно-кожного нерва тремя межреберными нервами. (1 – нерв-невротизатор, 2 – периферический конец невротизируемого нерва, 3- периферический конец нерва-невротизатора, 4 – трансплантаты).

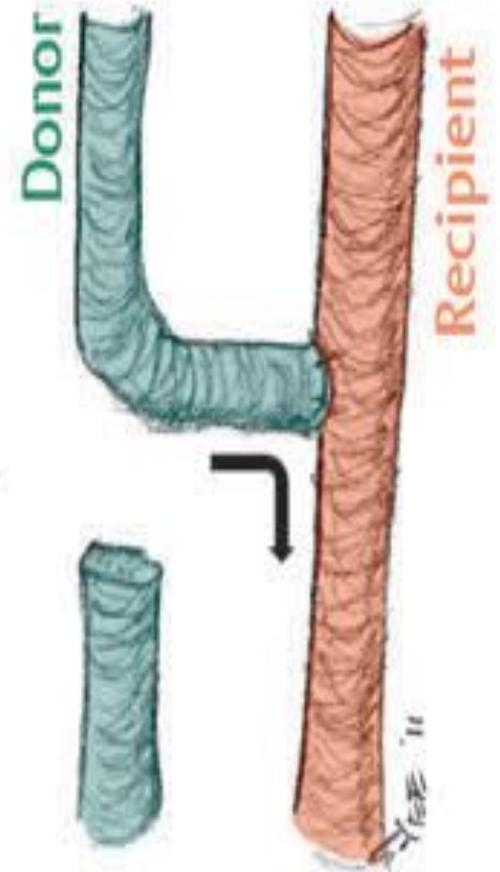
End-to-end  
Nerve Transfer

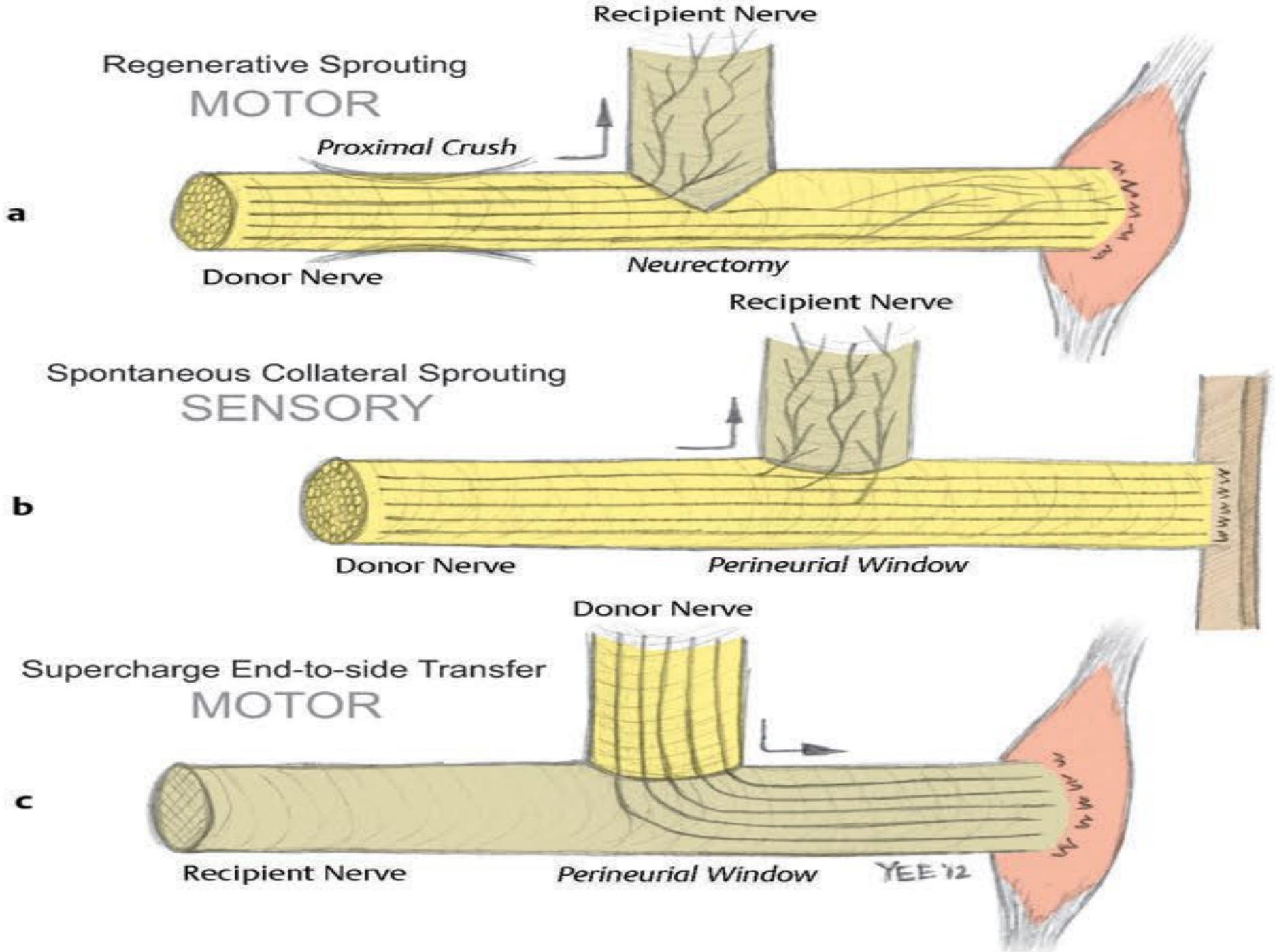


PROXIMAL  
End-to-side  
Nerve Transfer

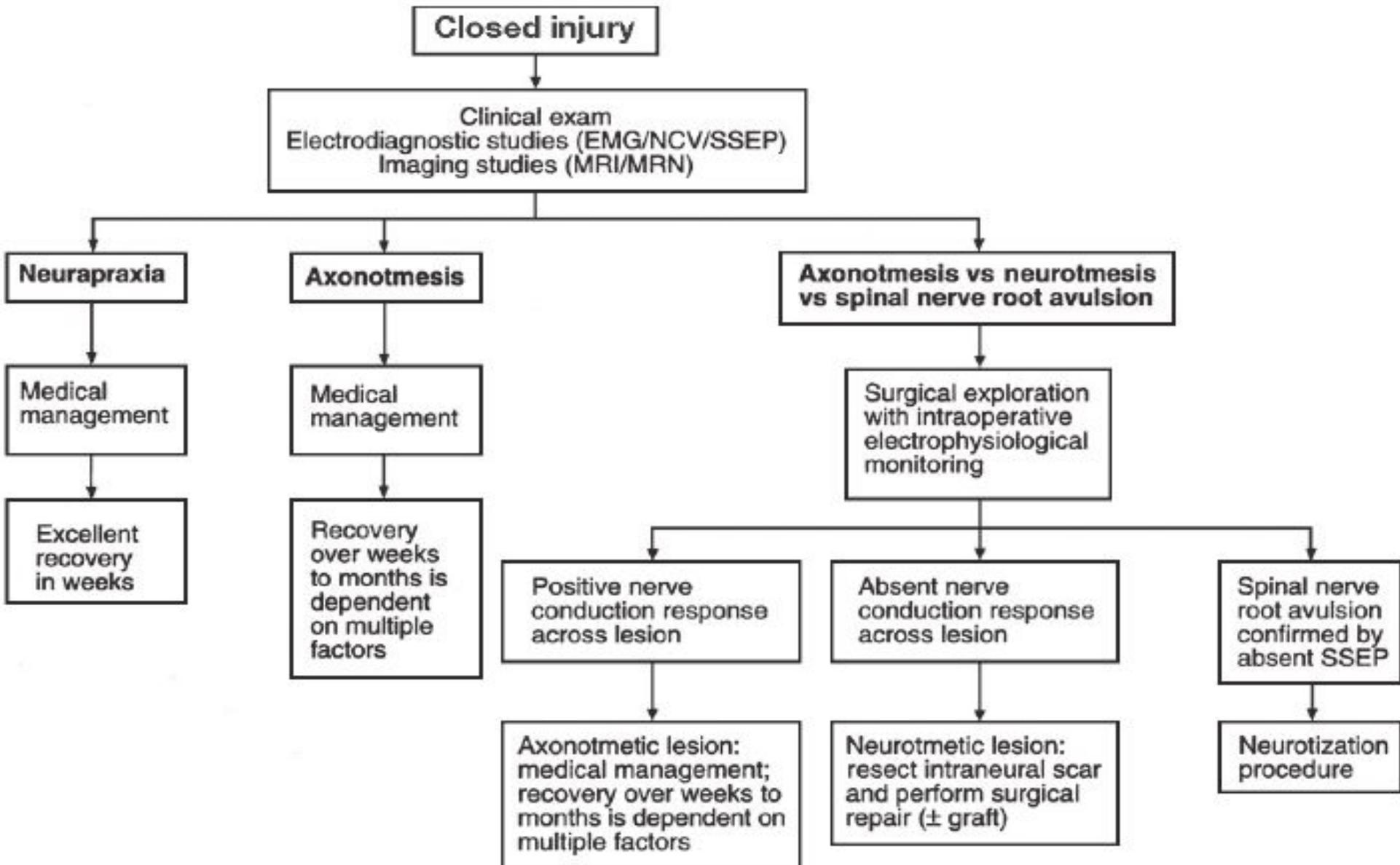


Supercharge End-to-side  
Nerve Transfer

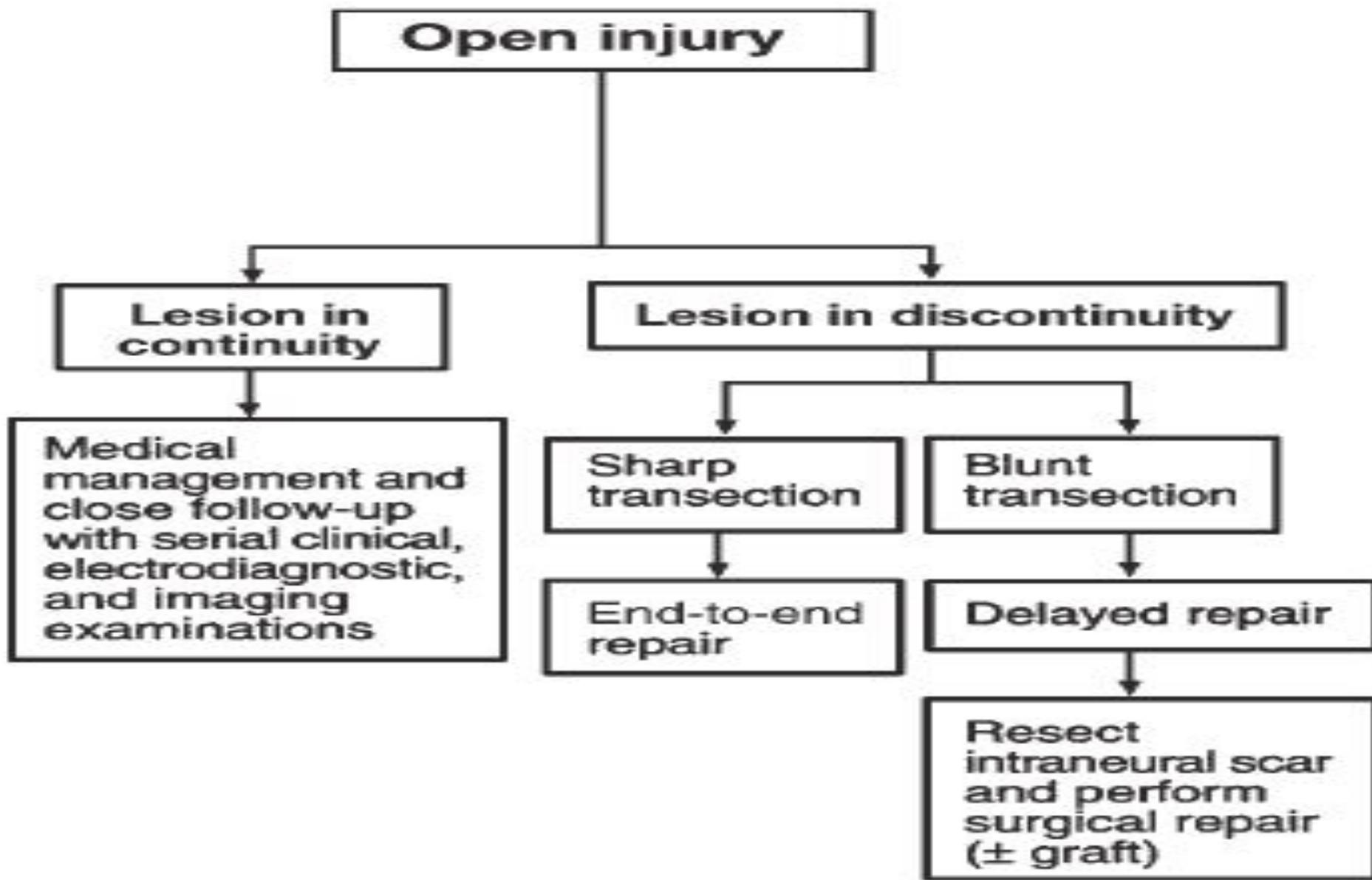




# Действия при закрытом повреждении



# Действия при открытом повреждении



# Направления хирургического лечения

- Травмы нервов
- Туннельные синдромы
- Опухоли периферических нервов
- Болевые синдромы

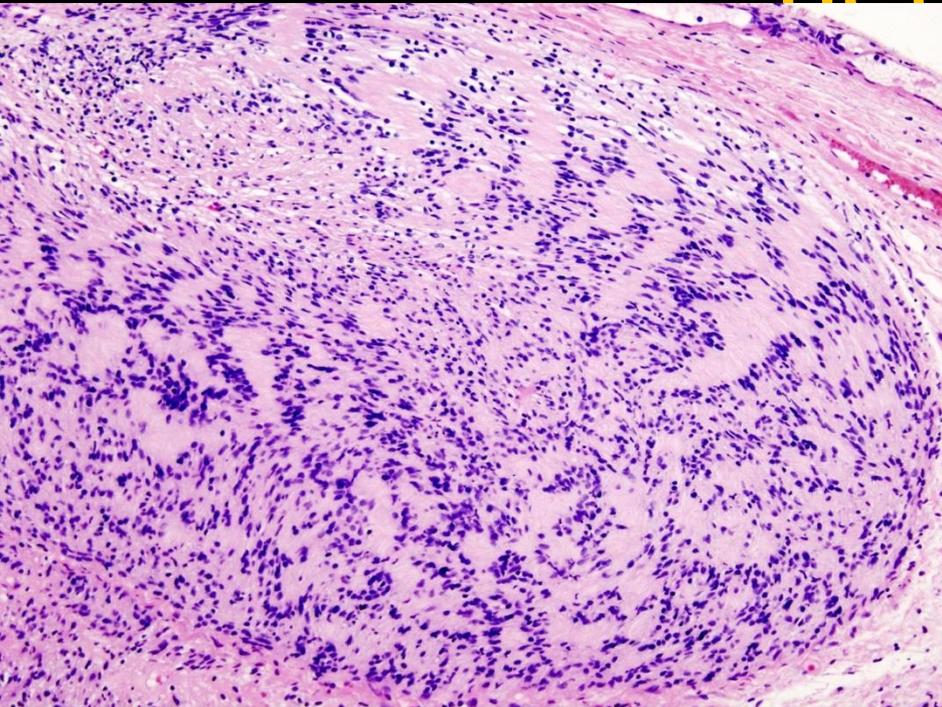
# Туннельные синдромы

- Под туннельным синдромом принято обозначать комплекс клинических проявлений (чувствительных, двигательных и трофических) обусловленных сдавлением, ущемлением нерва в узких анатомических пространствах (анатомический туннель). Стенки анатомического туннеля являются естественными анатомическими структурами (кости, сухожилия, мышцы), и в норме через туннель свободно проходят периферические нервы и сосуды. Но при определенных патологических условиях канал сужается, возникает нервно–канальный конфликт

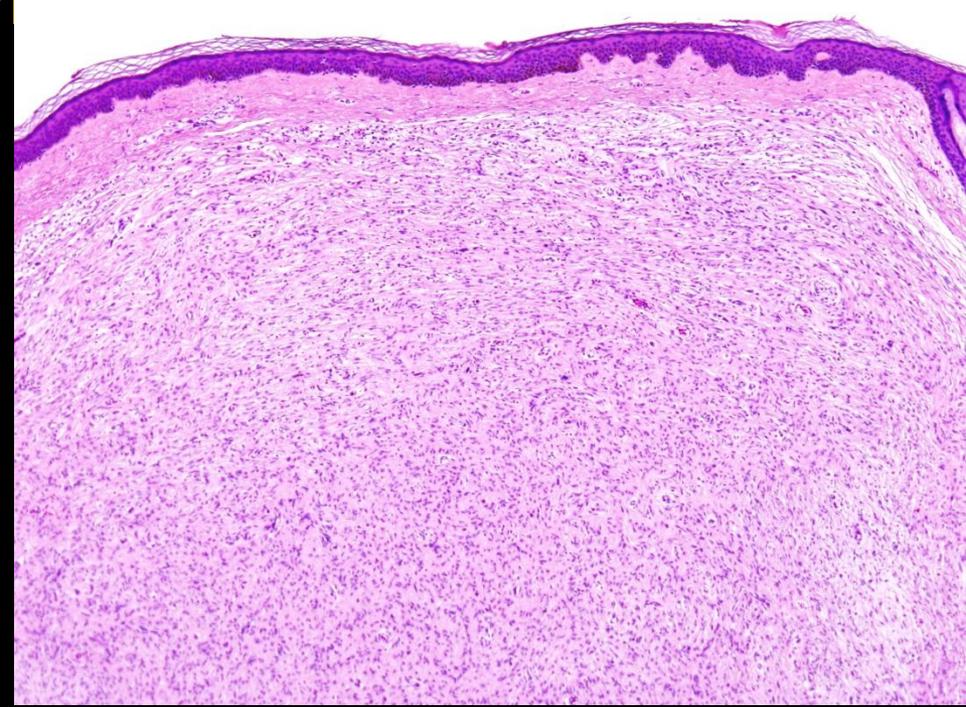
Таблица 1. Наиболее распространенные формы туннельных синдромов руки

Туннели срединного нерва	<p><i>Синдром запястного канала</i> (запястье) – туннельный синдром запястного канала, синдром карпального канала</p> <p><i>Пронаторный синдром</i> (синдром круглого пронатора (в/3 предплечья) – синдром Сейфарта, паралич новобрачных, паралич медового месяца, паралич влюбленных</p> <p><i>Супракондиллярный синдром</i> (н/3 плеча) – синдром ленты Стразера, синдром Кулона, Лорда и Бедосье</p>
Туннели локтевого нерва	<p><i>Синдром Гюйона</i> (ладонь) – ульнарный туннельный синдром запястья, синдром ложа Гюйона, компрессионно–ишемическая невропатия дистальной части локтевого нерва</p> <p><i>Синдром кубитального канала</i> (локоть) – компрессионная невропатия локтевого нерва в кубитальном канале, кубитальный туннельный синдром, поздний ульнарно–кубитальный травматический паралич</p>
Туннели лучевого нерва	<p><i>Синдром компрессии лучевого нерва</i> (в области подмышечной впадины) – «костыльный паралич»</p> <p><i>Синдром компрессии лучевого нерва</i> (на уровне средней трети плеча) – синдром спирального канала, синдром «ночного субботнего паралича», «парковой скамейки», «лавочки»</p> <p><i>Синдром компрессии лучевого нерва</i> (в подлоктевой области) – теннисный локоть, синдром супинатора, синдром Фрозе, синдром Томсона–Копелля, синдром «локоть теннисиста», компрессионная невропатия глубокой (задней) ветви лучевого нерва в подлоктевой области</p>

# Опухоли периферических нервов

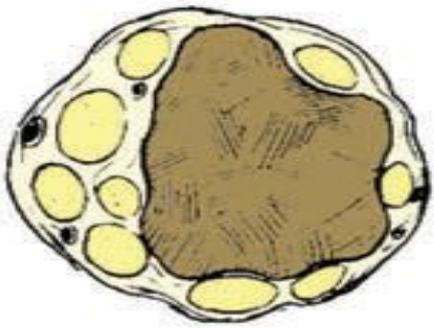


Шваннома

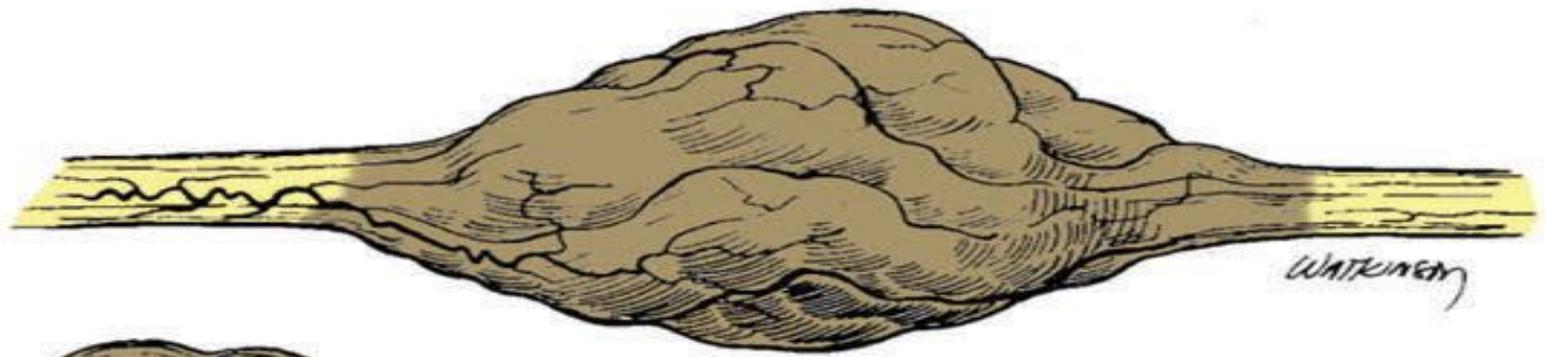


Нейрофиброма  
а

**a**

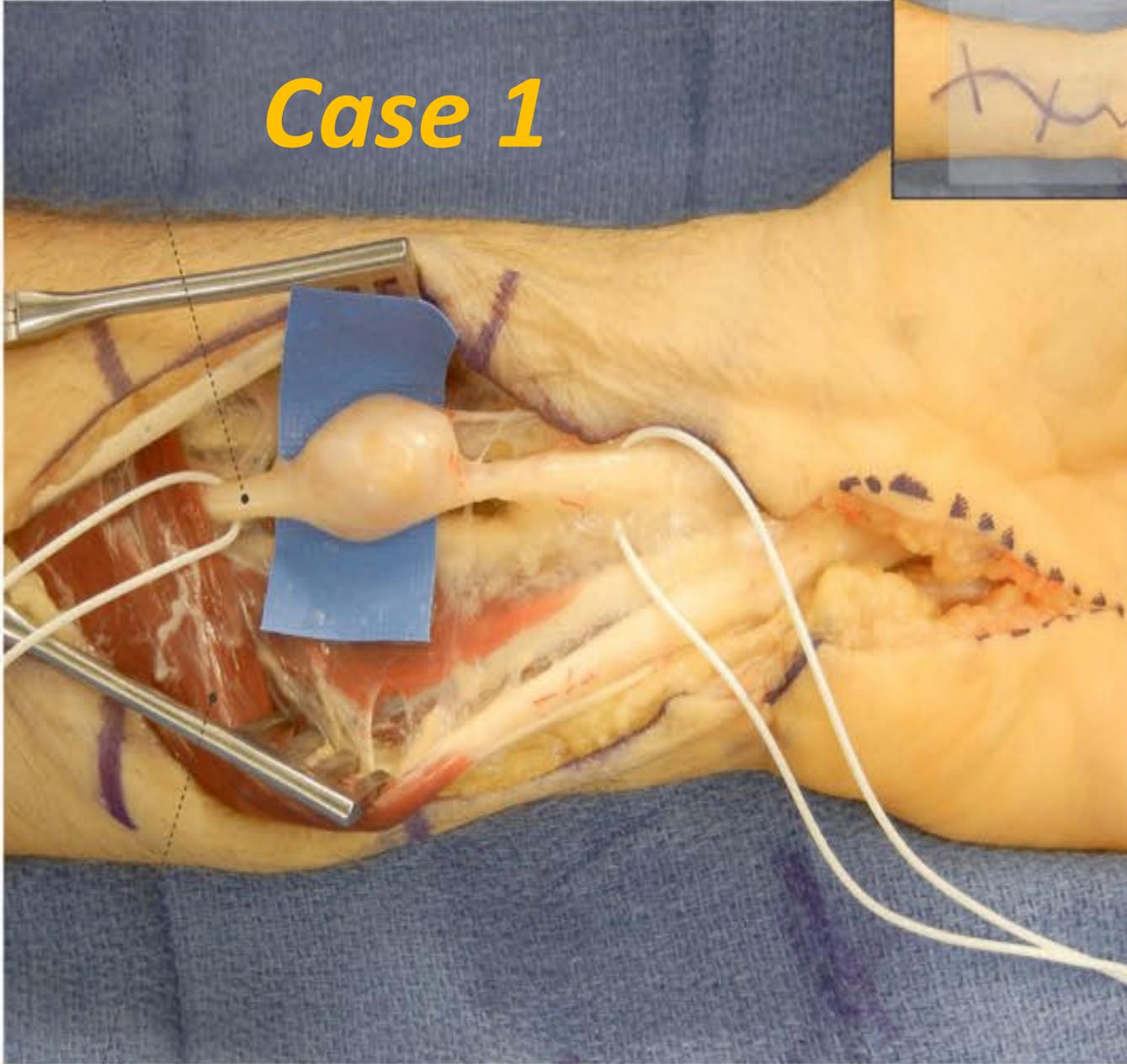
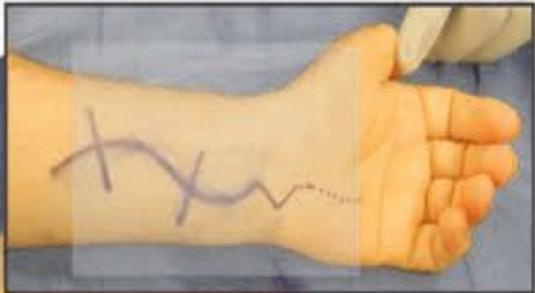


**b**

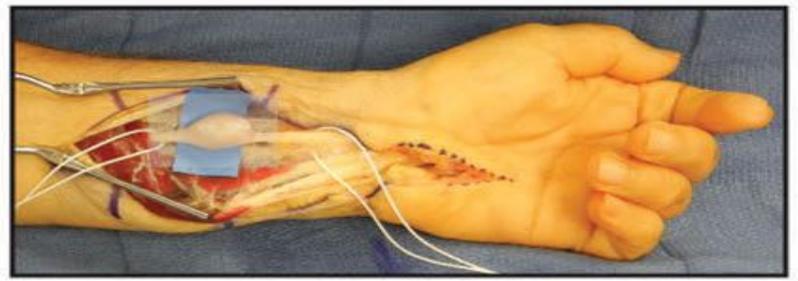


(N) median

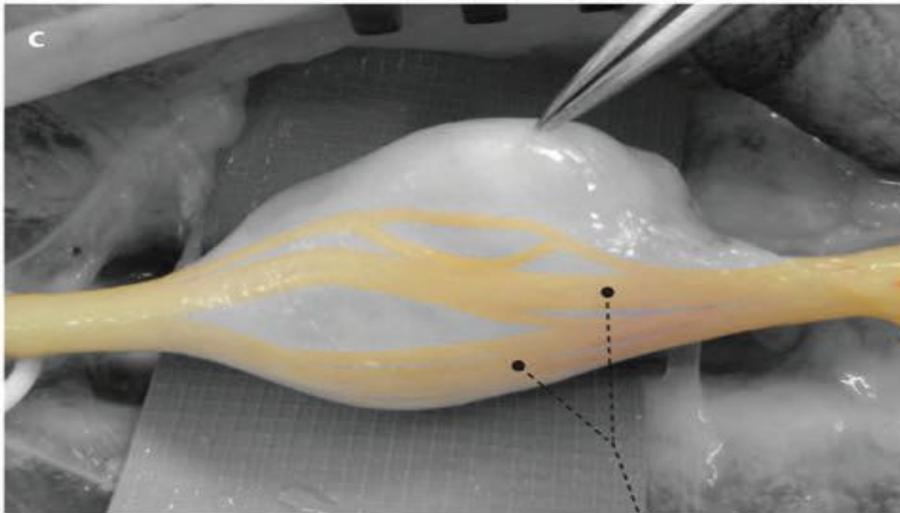
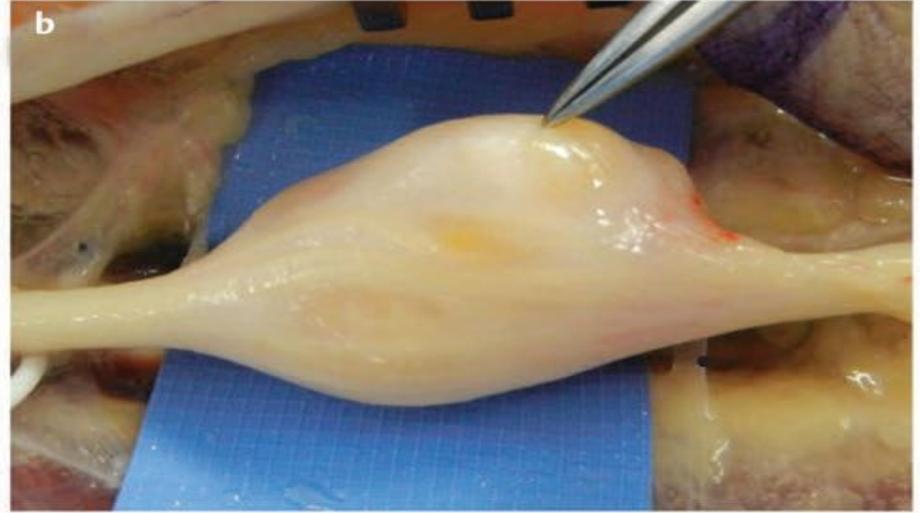
# Case 1



(M) flexor digitorum superficialis



(N) median

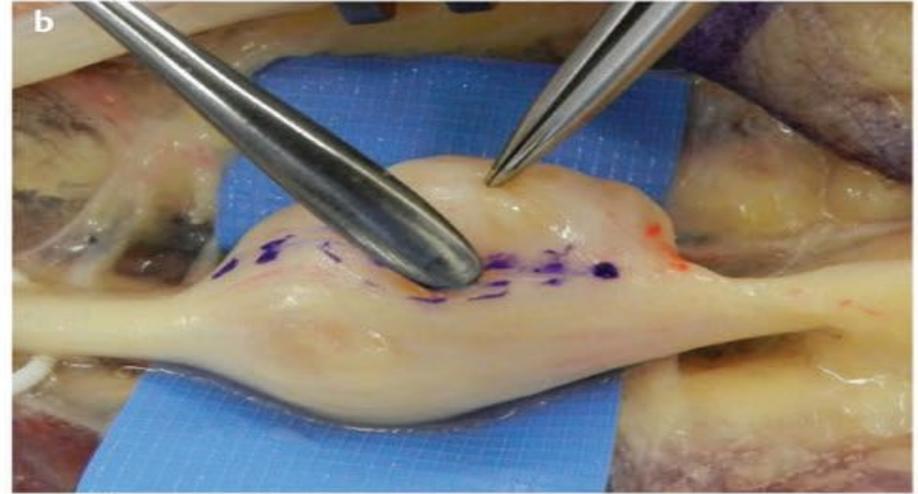


nerve fibers

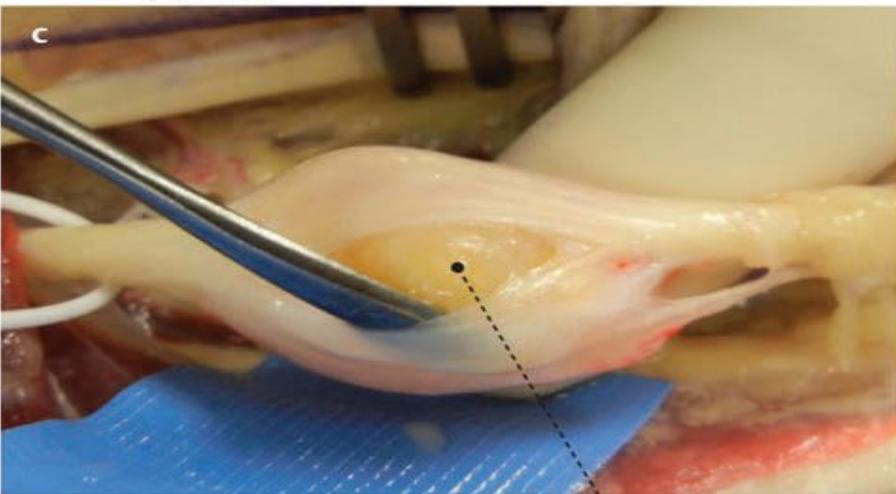




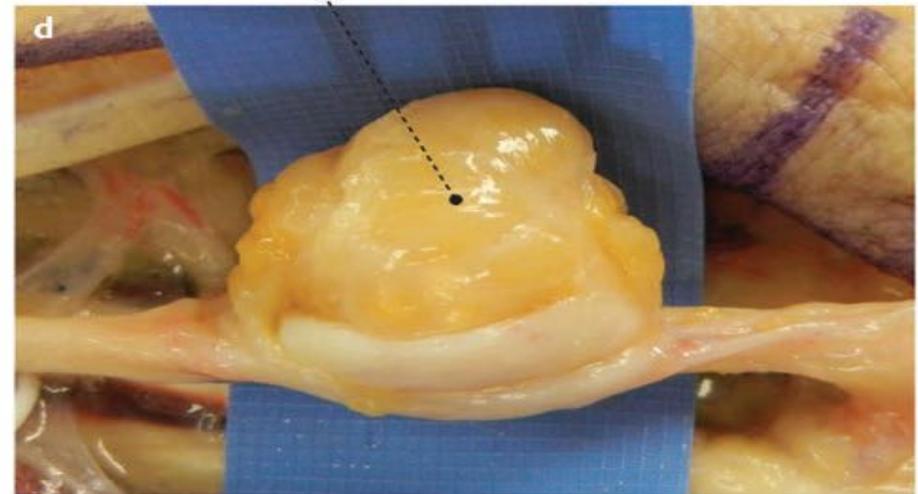
(N) median



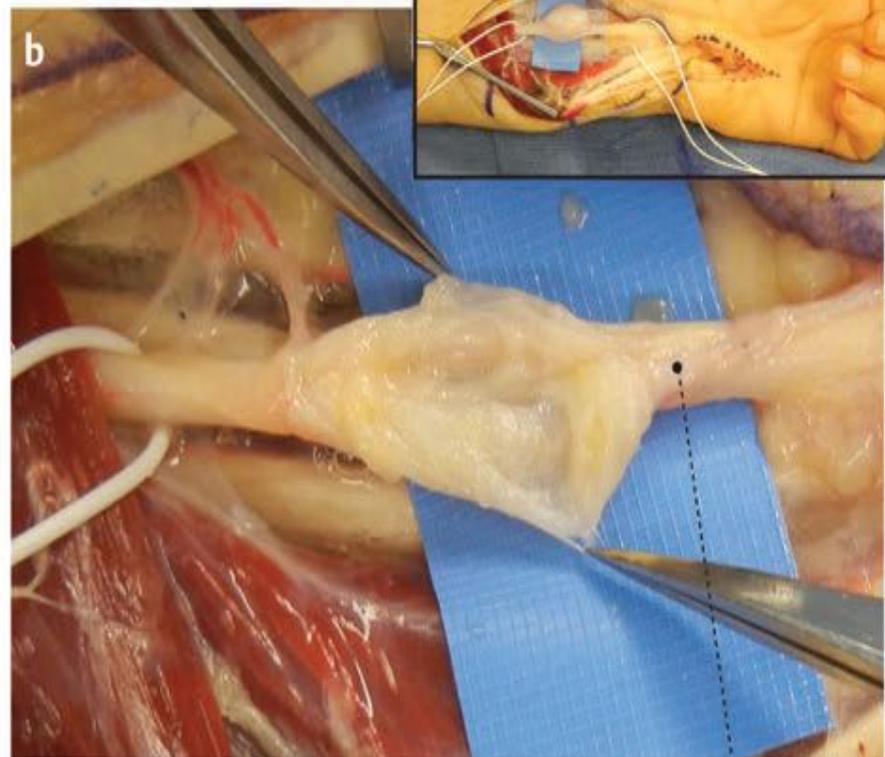
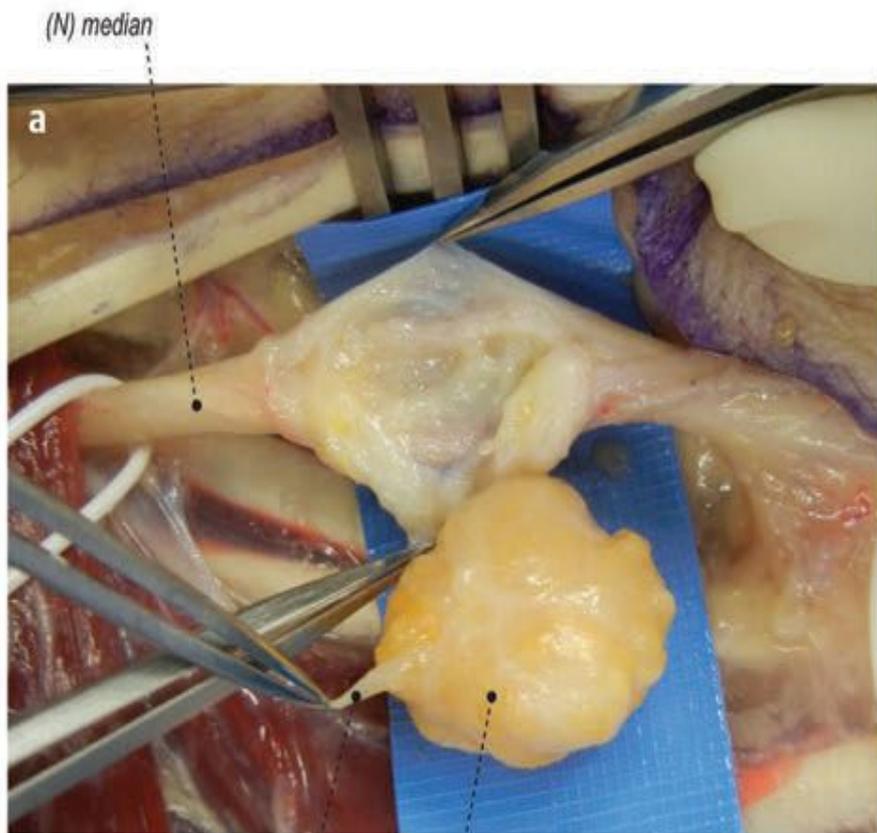
Schwannoma



Schwannoma



d



nerve fascicle

Schwannoma

(N) median

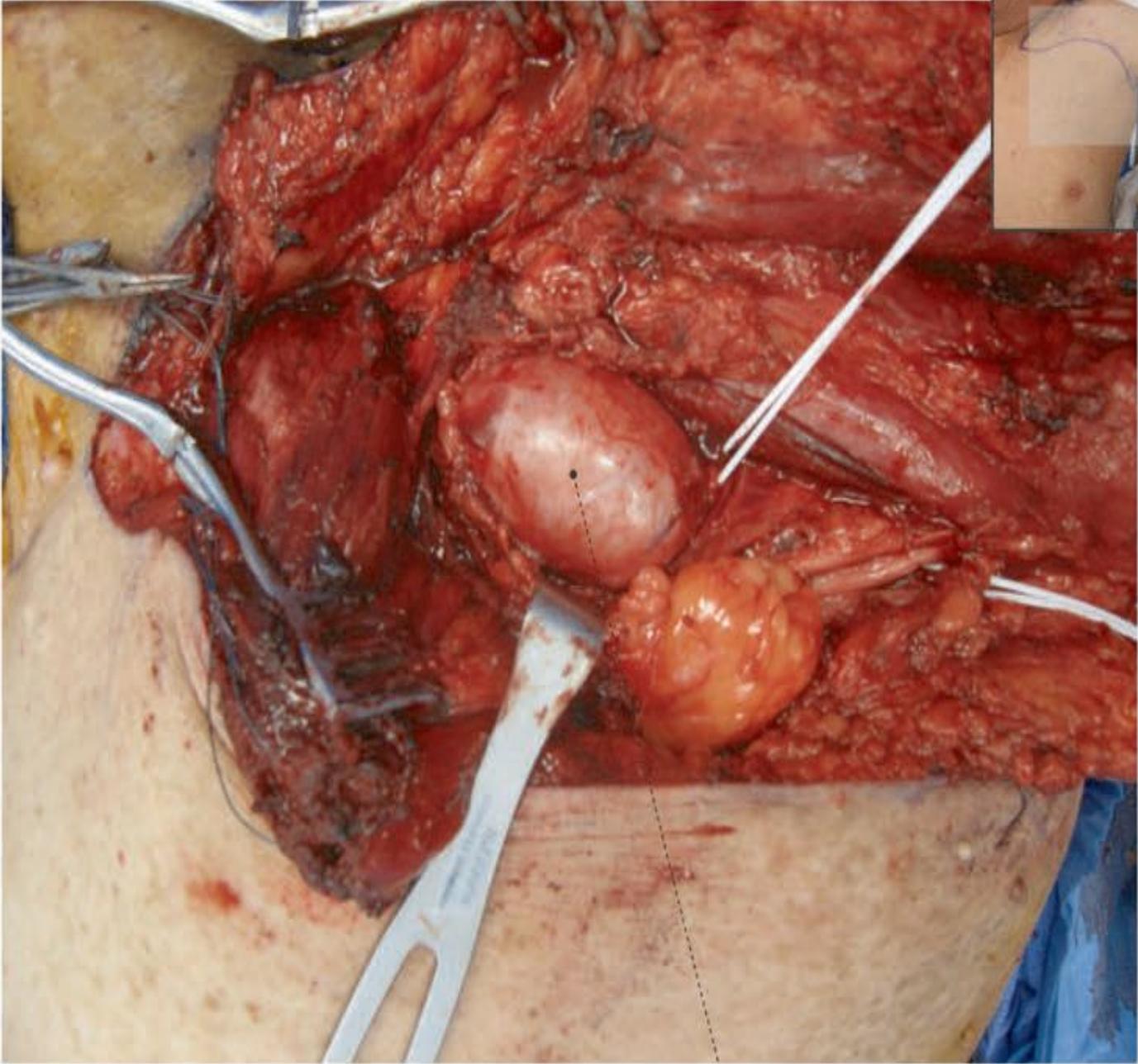


Schwannoma

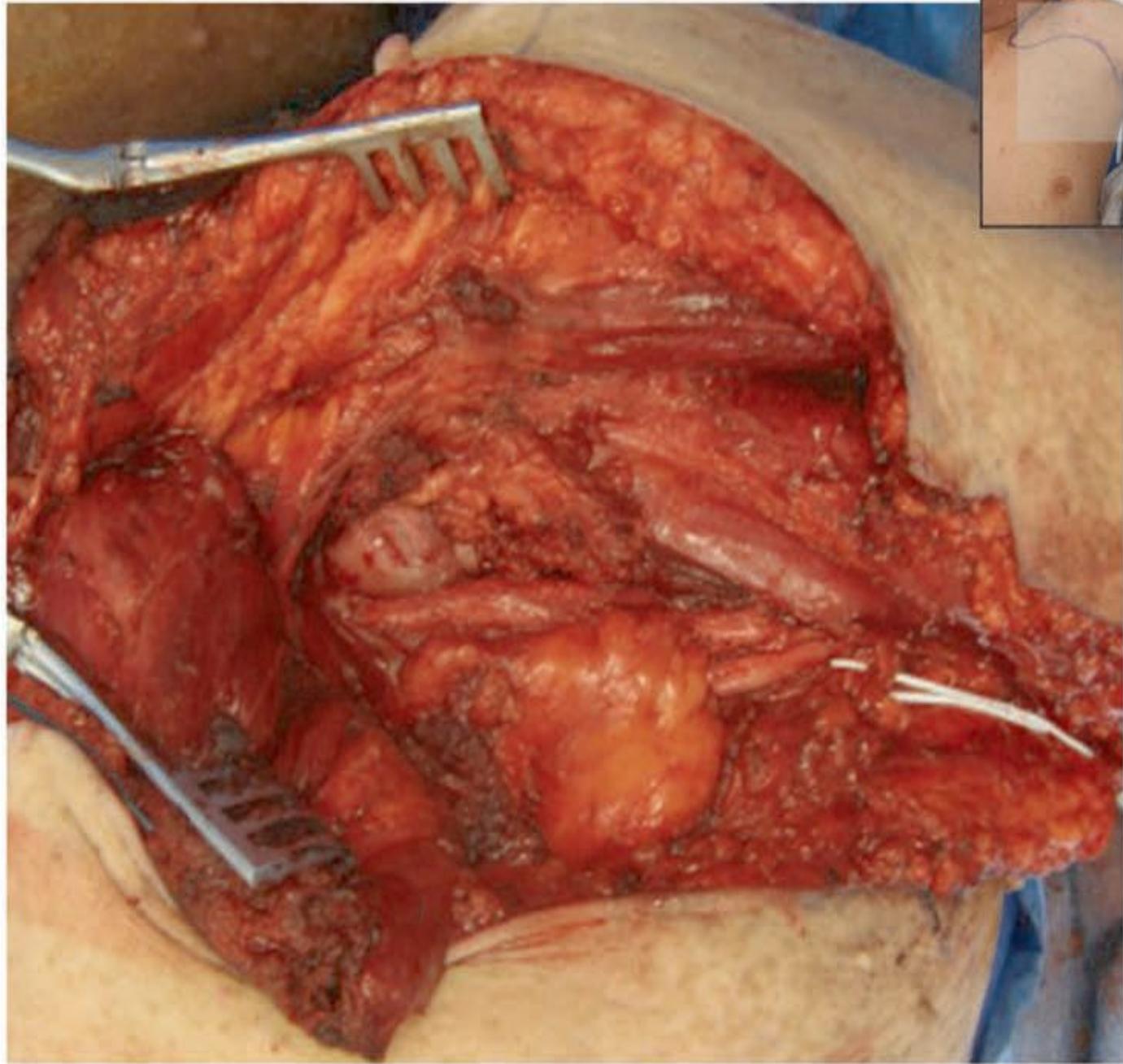
# Case 2



Мужчина, 56 лет. Доброкачественная нейрофиброма латерального и медиального стволов плечевого сплетения левого плечевого сплетения



*benign neurofibroma*



# Направления хирургического лечения

- Травмы нервов
- Туннельные синдромы
- Опухоли периферических нервов
- Болевые синдромы

# Каузалгия (Complex regional pain syndrome (CRPS))

- Паталогическое состояние характеризующееся **триадой**: жгучая боль, вегетативные дисфункции и трофические изменения
- Виды:
  1. CRPS II типа (типичная каузалия) развивается после травмы нерва (первоначально описан после огнестрельных ранений).
  2. CRPS-тип I (рефлекторная симпатическая дистрофия или незначительная каузалгия) обозначает менее тяжелые формы и описан

# Клиника

Боли при каузалгии очень сильны и постоянны. Все внимание больного приковано к ним. Боли стихают только во сне, а утром боль «просыпается» вместе с больным. Наиболее типичным и обязательным признаком каузалгии является приступообразное усиление болей до нестерпимой степени при любом физическом или эмоциональном раздражении. Болевой приступ может быть вызван опусканием руки или ноги, легчайшим прикосновением к пораженной конечности, кашлем, чиханьем, применением сухого тепла, резким звуком, ярким светом, волнующими сообщениями. Этого не бывает при других болевых синдромах, связанных с повреждением нервов. Раненые стараются держать поврежденную руку приподнятой, согнутой в локтевом суставе, с выпрямленными пальцами, охраняя ее от толчков и прикосновений. Если повреждена нижняя конечность, то раненый сгибает ее в коленном и голеностопном суставах так, чтобы стопа прикасалась к постели только своим наружным краем. Очень часто боль сочетается с мучительным ощущением сухости кожи. Смачивание кисти или стопы холодной водой приносит некоторое облегчение. Многие держат руку под краном или обертывают ее мокрым полотенцем, вследствие чего кожа мацерируется. Избегая раздражений, больные стараются уклониться от исследования, уединяются или лежат, закрывшись с головой одеялом.

- С целью уточнения диагноза и временного избавления пациента от боли применяется **блокада анальгетиками** II грудного симпатического узла (по Лаббе) для снятия болей в руке и II поясничного симпатического узла (по Леришу) для снятия болей в ноге.
- При эффекте новокаиновой блокады возникают показания к верхнегрудной **симпатэктомии** для верхней конечности или поясничной симпатэктомии для нижней конечности.

# Список литературы

1. Хирургия повреждений периферических нервов - Говенько (2010)
2. Микрохирургия периферических нервов (Шевелев, 2011)
3. Хирургическое лечение повреждений нервов – Григорович (1981)
4. Основы микрохирургии (Геворков и др., 2009)
5. Основы микрососудистой техники и реконструктивно-восстановительной хирургии (Шаповалов и др., 2009)
6. Nerve Surgery/ Susan E. Mackinnon | Delhi: Thieme, 2015
7. Greenberg, Mark S. Handbook of neurosurgery / Mark S. Greenberg. Eighth edition. | New York: Thieme, 2016
8. Atlas of Neurosurgical Techniques: Spine and Peripheral Nerves / Richard G. Fessler, Laligam N. Sekhar, Second Edition | New York: Thieme, 2015

Благодарю за  
внимание