

**ФИЗИОЛОГИЯ И БИОФИЗИКА  
ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ**

# **ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВОВ**

*Кафедра нейротехнологий*

*Проф. Мухина И.В.*

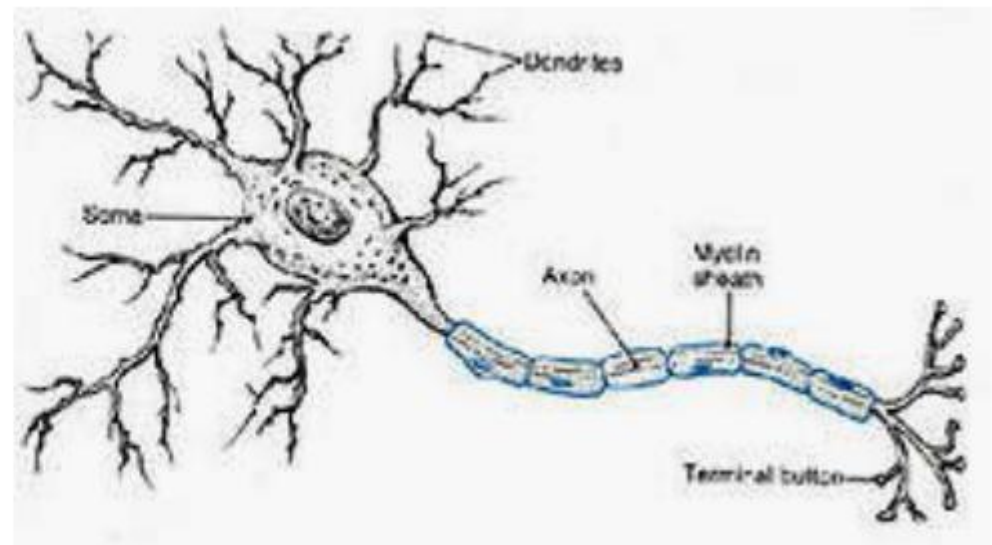
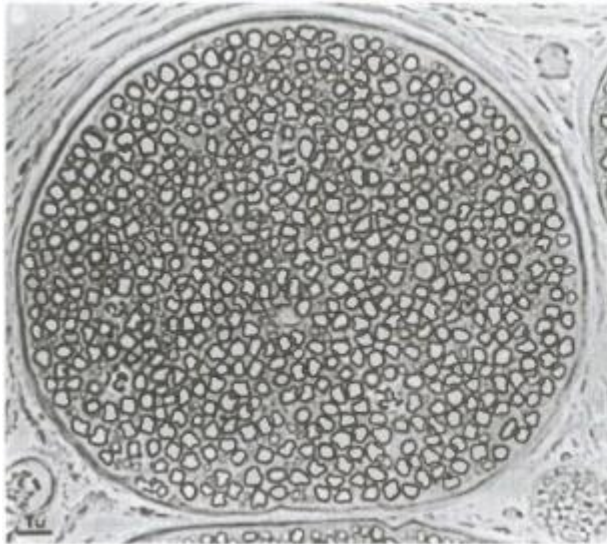
Лекция №8

# Содержание

1. Структура нервных проводников
2. Механизм проведения в нервных волокнах
3. Законы проведения возбуждения в нервных волокнах

# 1. Структура нервных проводников

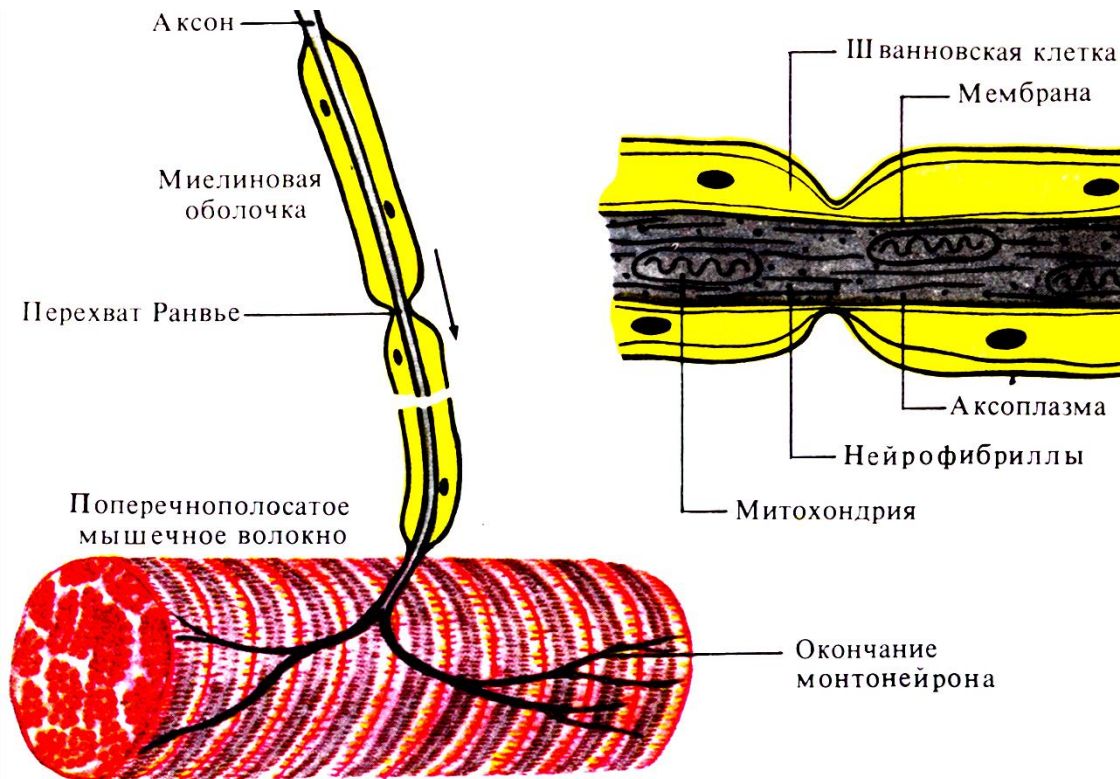
- Нервное волокно (нервный проводник) представляет собой отросток нейрона, заключенный в глиальную оболочку. Нервные волокна образуют нервные пучки, совокупность которых формирует нервный ствол, или **нерв**.



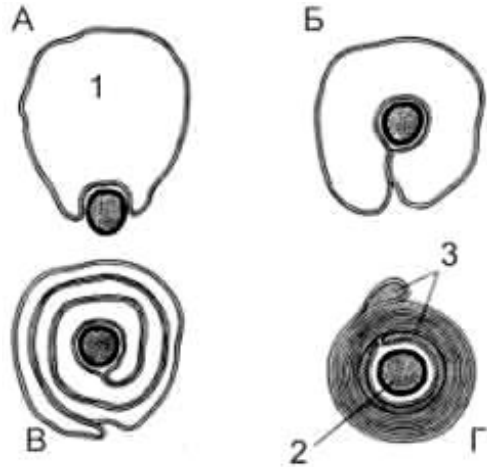
# Морфологическая организация нервных проводников

Различают два вида нервных волокон:

- Немиелинизированные (безмякотные).
- Миелинизированные (мякотные)

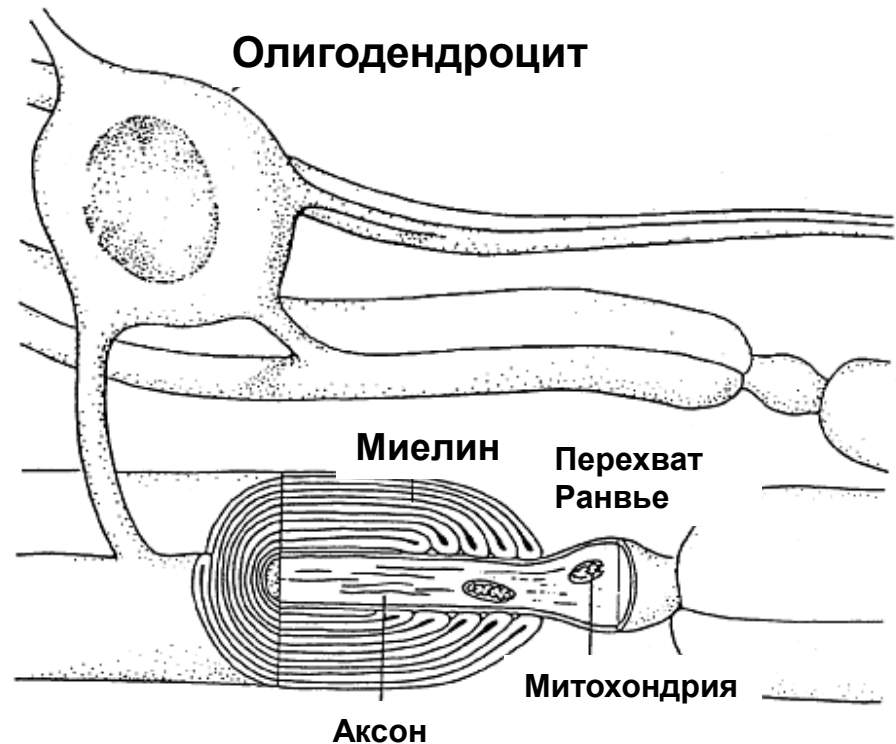
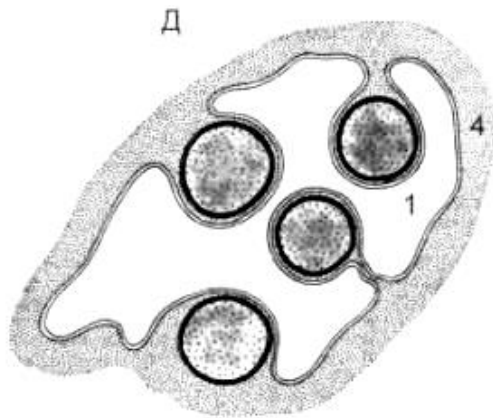


## Формирование миелиновой оболочки вокруг аксона на разных стадиях его развития (А–Г)



1 – леммоцит (олигодендроцит или Шванновская клетка), 2 – миелиновое волокно, 3 – миелиновая оболочка, 4 – безмиелиновое волокно,

## Соотношение леммоцита и безмиелиновых волокон (Д)



# Классификация нервных волокон

**Нервные волокна классифицируются по:**

1. длительности потенциала действия;
2. строению (диаметру) волокна;
3. скорости проведения возбуждения.

***Выделяют следующие группы нервных волокон:***

- группа А (альфа, бета, гамма, дельта) - самый короткий потенциал действия, самая толстая миелиновая оболочка, самая высокая скорость проведения возбуждения;
- группа В - миелиновая оболочка менее выражена;
- группа С - без миелиновой оболочки.

# Классификация нервных волокон по Эрлангеру-Гассеру

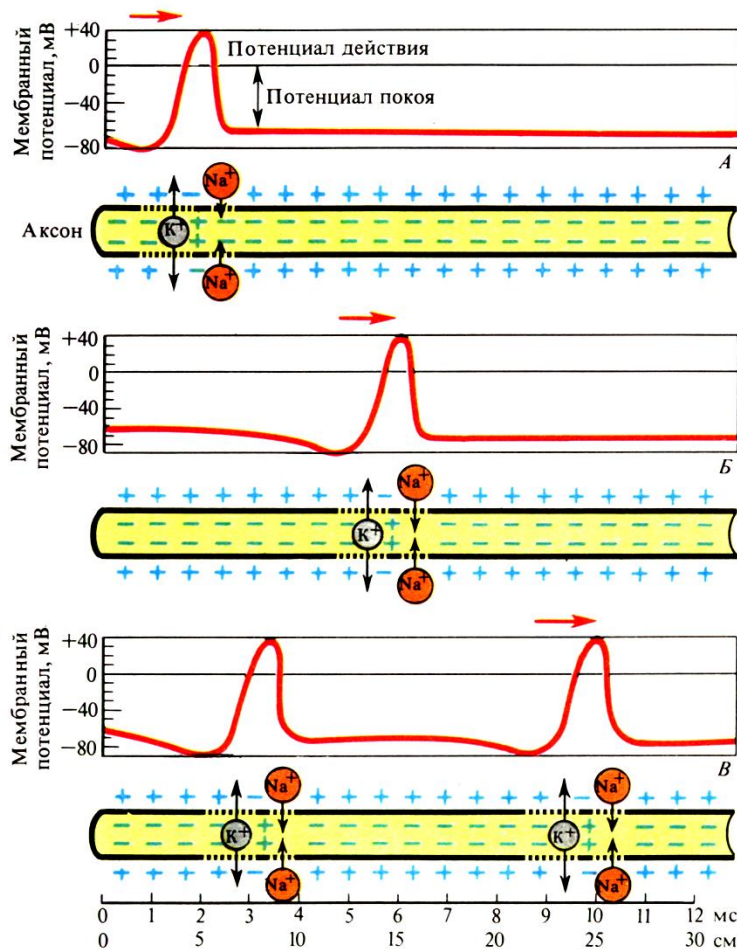
Тип волокна	Средний диаметр (мкм)	Скорость проведения (м/с)	Функции
<b>A α</b>	<b>15</b>	<b>70-120</b>	<b>Первичные афференты мышечных веретен, двигательные волокна скелетных мышц</b>
<b>A β</b>	<b>8</b>	<b>30-70</b>	<b>Кожные афференты прикосновения и давления</b>
<b>A γ</b>	<b>5</b>	<b>15-30</b>	<b>Двигательные волокна мышечных веретен</b>
<b>A δ</b>	<b>&lt;3</b>	<b>12-30</b>	<b>Кожные афференты температуры, боли</b>
<b>B</b>	<b>3</b>	<b>3-15</b>	<b>Симпатические преганглионарные волокна</b>
<b>C</b> (немиелини- зированные)	<b>1</b>	<b>0,5-2</b>	<b>Симпатические постганглионарные волокна. Кожные афференты боли</b>



## 2. Механизм проведения в нервных волокнах

# МЕХАНИЗМ ПРОВЕДЕНИЯ В НЕРВНЫХ ВОЛОКНАХ

- Проводимость – специализированное свойство нервного волокна.
- Возбуждение распространяется **посредством электротонической связи** от возбужденного участка мембраны к еще не возбужденному

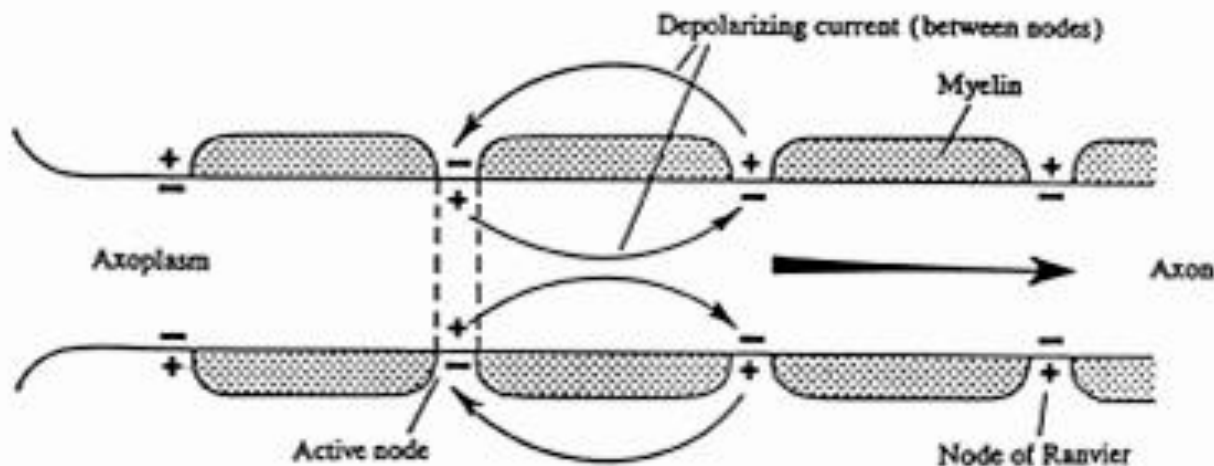


В состоянии покоя вся внутренняя поверхность мембраны нервного волокна несет отрицательный заряд, а наружная сторона мембраны – положительный. Электрический ток между внутренней и наружной стороной мембраны не протекает, т.к. липидная мембрана имеет высокое электрическое сопротивление.

- 1885 г. - *Л. Герман* - между возбужденными и невозбужденными участками нервного волокна возникают круговые токи.
- При действии раздражителя имеется разность потенциалов между наружной и внутренней поверхностями ткани (участки несущие различные заряды). Между этими участками возникает электрический ток (движение ионов  $\text{Na}^+$ ).
- Внутри нервного волокна возникает ток от положительного полюса к отрицательному полюсу, т. е. ток направлен от возбужденного участка к невозбужденному. Этот ток выходит через невозбужденный участок и вызывает его перезарядку. На наружной поверхности нервного волокна ток идет от невозбужденного участка к возбужденному. Этот ток не изменяет состояние уже возбужденного участка, т. к. он находится в состоянии рефрактерности.
- *Доказательство* наличия круговых токов: нервное волокно помещают в раствор  $\text{NaCl}$  и регистрируют скорость проведения возбуждения. Затем нервное волокно помещают в масло (повышается сопротивление) - скорость проведения уменьшается на 30 %. После этого нервное волокно оставляют на воздухе - скорость проведения возбуждения уменьшается на 50 %.

# Различают распространение возбуждения по нервному волокну:

1. непрерывное (характерно для немиелинизированных волокон);
2. сальтаторное (характерно для миелинизированных волокон).



В перехватах Ранвье высокая плотность Na-каналов, поэтому в каждом перехвате Ранвье происходит усиление нервных импульсов.

### 3. Законы проведения возбуждения в нервных волокнах

# **Законы проведения возбуждения в нервных волокнах**

- ***1. Закон двустороннего проведения.***
- ***2. Закон анатомической и физиологической целостности.***
- ***3. Закон изолированного проведения.***
- ***4. Закон бездекрементного проведения.***

# 1. Закон двустороннего проведения

- ***Возбуждение, возникающее в одном участке нерва, распространяется в обе стороны от места своего возникновения.***
- *Доказательство:* на нервное волокно наложить регистрирующие электроды на некотором расстоянии друг от друга, а между ними нанести раздражение. Возбуждение зафиксируют электроды по обе стороны от места раздражения.
- В организме возбуждение всегда распространяется по аксону от тела клетки (ортодромно).

## 2. Закон анатомической и физиологической целостности

- *Возбуждение может распространяться по нервному волокну только в случае его морфологической и функциональной целостности.*
- Различные факторы, воздействующие на нервное волокно (наркотические вещества, охлаждение, постоянный ток и т. д.) приводят к нарушению физиологической целостности, т. е. к **нарушению механизмов передачи** возбуждения.



# Парабиоз (временное нарушение проводимости и возбудимости)

- **Парабиоз** (*parabiosis*; греч. para около + biosis жизнь) — состояние возбудимой ткани, возникающее под влиянием сильных раздражений и характеризующееся нарушением проводимости и возбудимости.
- Термин «парабиоз» введен в 1901 г. выдающимся русским физиологом **Н.Е. Введенским**, впервые изучившим и описавшим это состояние на нервах и мышцах.
- Парабиоз развивается при действии на возбудимые ткани самых различных раздражителей (нервных импульсов, ядов, лекарств в больших дозах, механических, электрических и других стимулов) как в норме, так и в патологии.

# Фазы парабิโอ́за

1. первичная (примум),
2. наибольшей активности (оптимум)
3. снижения активности (пессимум). Третья фаза объединяет 3 последовательно сменяющие друг друга стадии:
  - уравнительную (провизорная, или трансформирующая, по Н. Е. Введенскому);
  - парадоксальную;
  - тормозную (тормозящая).

### 3. Закон изолированного проведения

- *Возбуждение, распространяющееся по волокну, входящему в состав нерва, не передается на соседние нервные волокна.*
- Способность нервного волокна к изолированному проведению возбуждения обусловлена наличием оболочек, а также тем, что **сопротивление жидкости**, заполняющей межволоконные пространства, значительно **ниже**, чем сопротивление мембраны волокна. Поэтому ток, выйдя из возбужденного волокна, шунтируется в жидкости и оказывается слабым для возбуждения соседних волокон.

## 4. Закон бездекрементного проведения

- Амплитуда потенциала действия не изменяется с увеличением расстояния от места его возникновения.