

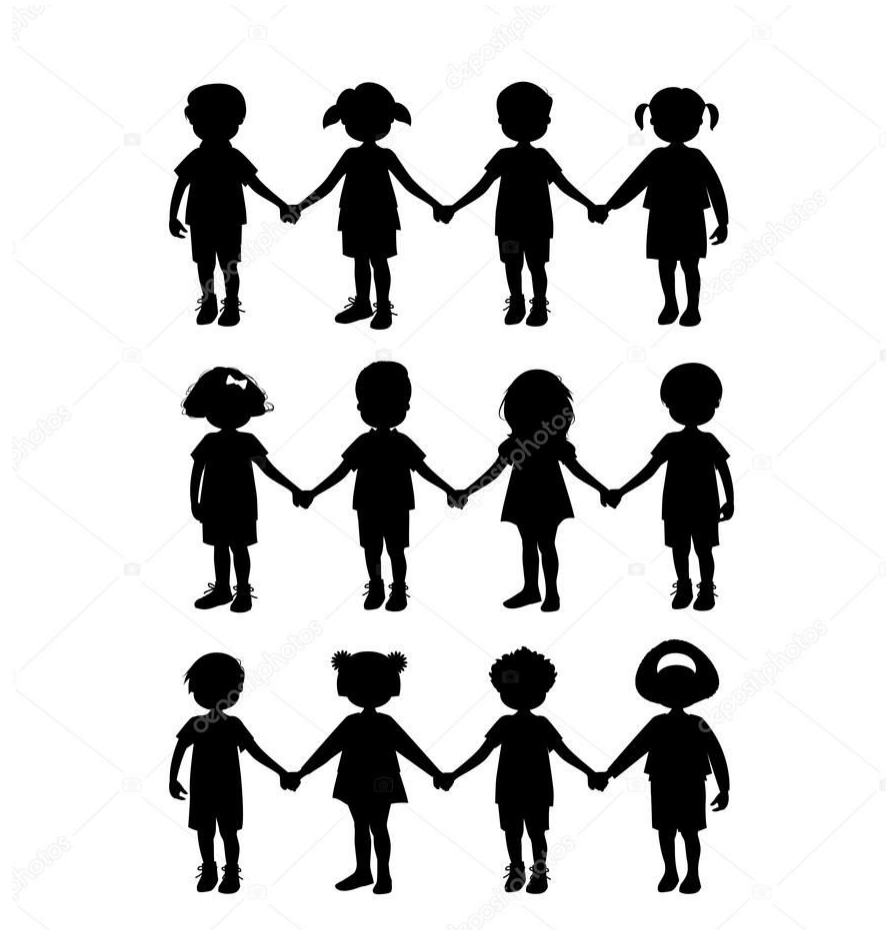
**Тема: Возникновение и проведение нервных импульсов в миелинизированных и немиелинизированных аксонах. Скорость проведения. Мембранный потенциал, потенциал покоя и потенциал действия. Моделирование «Изучение скорости возникновения и передачи нервного импульса»**

**Цель: 9.1.7.3 описывать возникновение и проведение нервного импульса**

# Критерии оценивания:

- Объясняет механизм возникновения нервного импульса.
- Описывает проведение нервного импульса

# Моделирование «Изучение скорости возникновения и передачи нервного импульса».



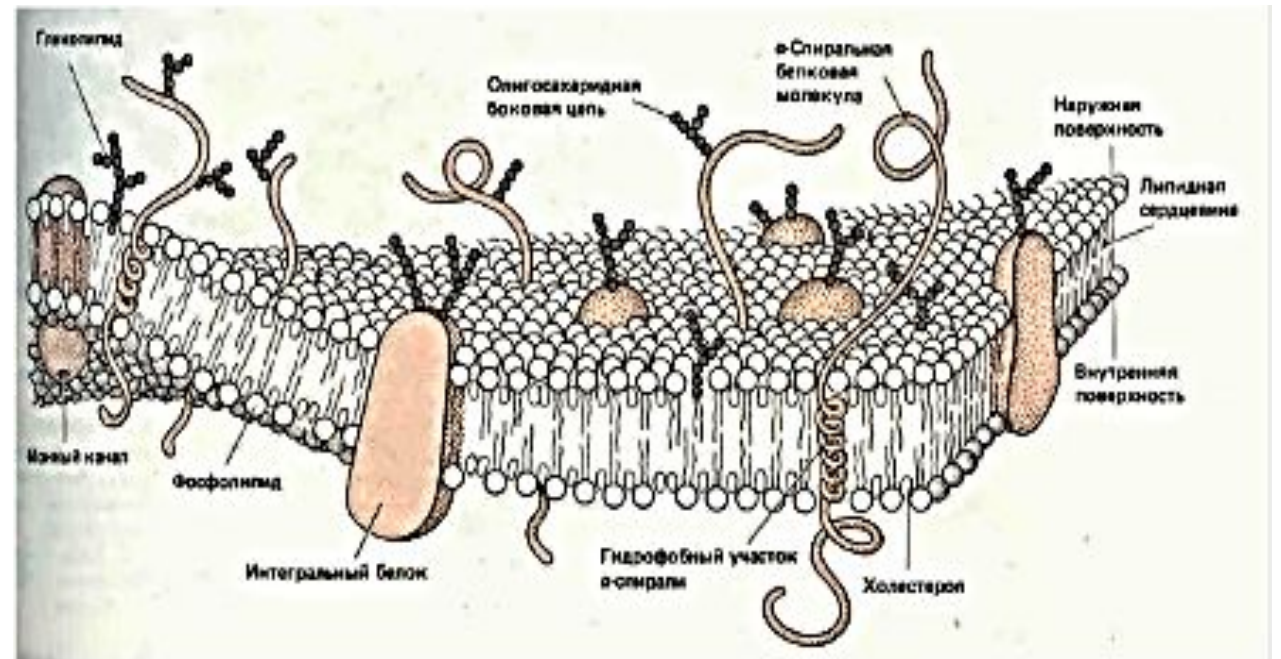
# ВОЗНИКНОВЕНИЕ И ПРОВЕДЕНИЕ НЕРВНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

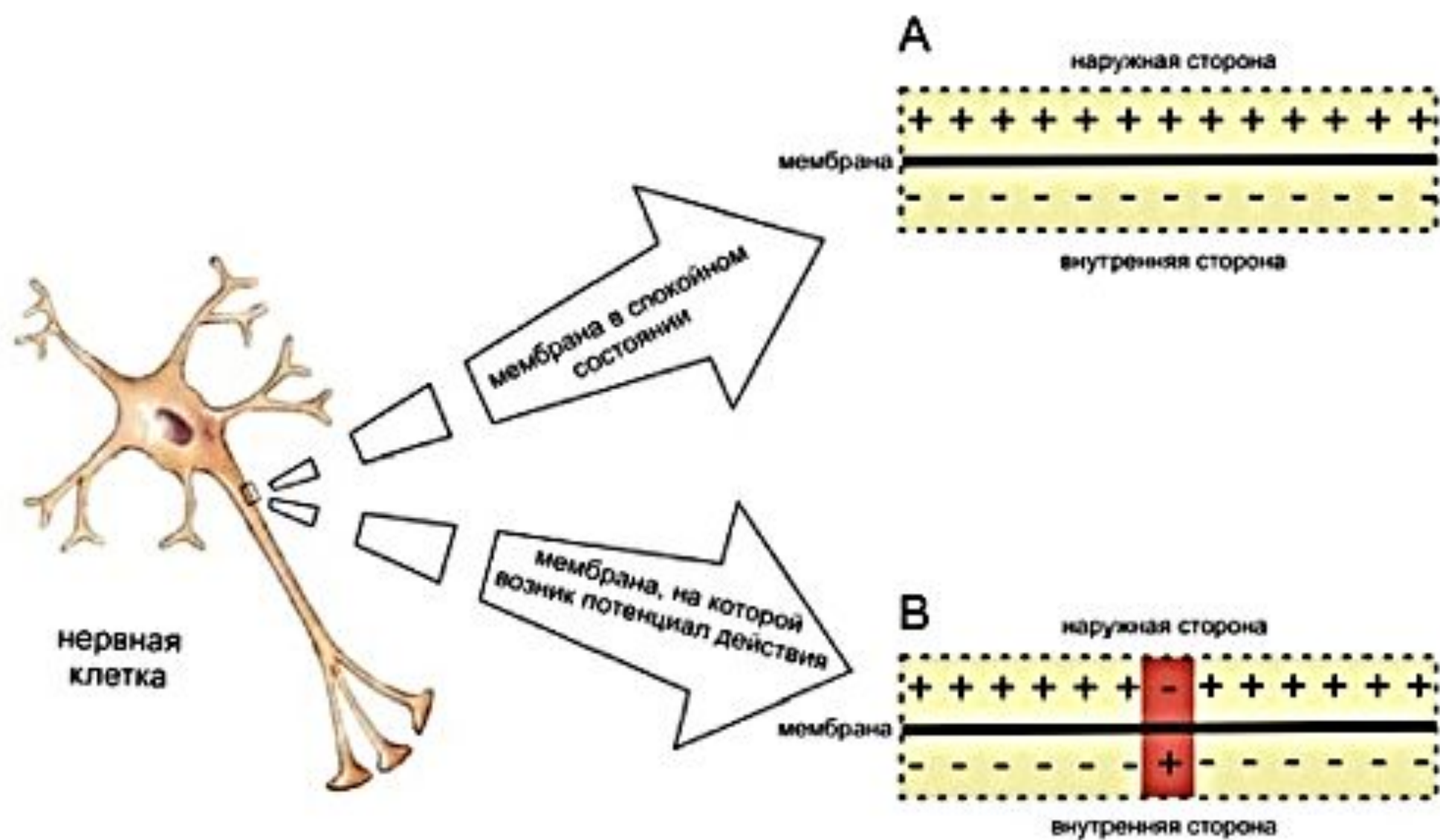
- Основное свойство нейрона – способность возбуждаться (генерировать электрический импульс) и передавать (проводить) это возбуждение к другим клеткам (нейронам, миоцитам, железистым клеткам и т.д.).

1. Основная роль – трехслойной мембране (7 – 11 нм) с «встроенными» ионными каналами (Na, K, Ca, Cl) и рецепторами (для молекул БАВ).

2. Ионные каналы мембраны (ионные насосы) создают разность концентраций ионов внутри и вне клетки.

3. В результате внутренняя сторона мембраны заряжается отрицательно (от -70 мВ до -90 мВ) относительно внешней





# ВОЗНИКНОВЕНИЕ НЕРВНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

Под возбуждением нейрона понимают возникновение потенциала действия

Снижение поляризации мембраны на 10 мВ –  
деполяризация



Вход в клетку ионов натрия через  
натриевые потенциалзависимые каналы



При достижении потенциала мембраны +55 мВ  
(натриевый равновесный потенциал) –  
натриевая инактивация (через 0,5 – 1 мс)



Выход ионов калия возвращает мембранный  
потенциал к исходному уровню

Вход ионов хлора (гиперполяризация) вызывает  
торможение



Работа натриевого потенциалзависимого канала.  
А – канал открыт; Б – канал инактивирован;  
В – канал инактивирован и закрыт; 1 – мембрана; 2 – потенциалзависимый канал; 3 – инактивирующая частица.

# ПРОВЕДЕНИЕ НЕРВНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

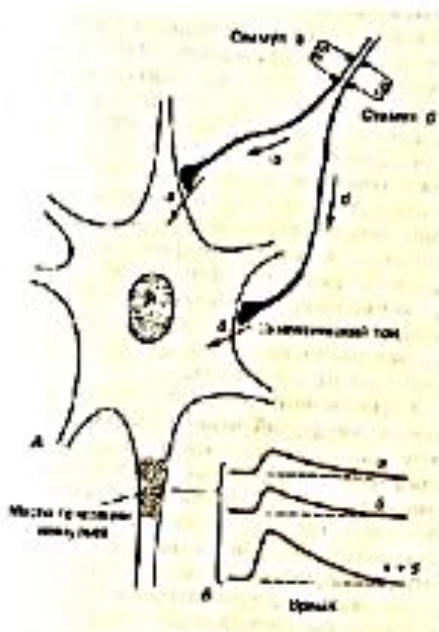
Зона генерации потенциалов действия – аксонный холмик.

- Возбуждение в виде потенциала действия передается от тела нейрона по его отростку – аксону.
- Возбуждение движется по аксону только в одном направлении, так как после возбуждения участка аксона в нем появляется зона невозбудимости (рефрактерность).
- Такое проведение возбуждения характерно для немиелинизированного нервного волокна.
- Как правило, немиелинизированы волокна, проводящие информацию о боли, температуре; управляющие медленно работающими внутренними органами – мочевым пузырем, кишечником и т.д.



Распространение возбуждения по немиелинизированному нервному волокну: после прохождения потенциала действия в нервном волокне возникает зона невозбудимости, или рефрактерности.

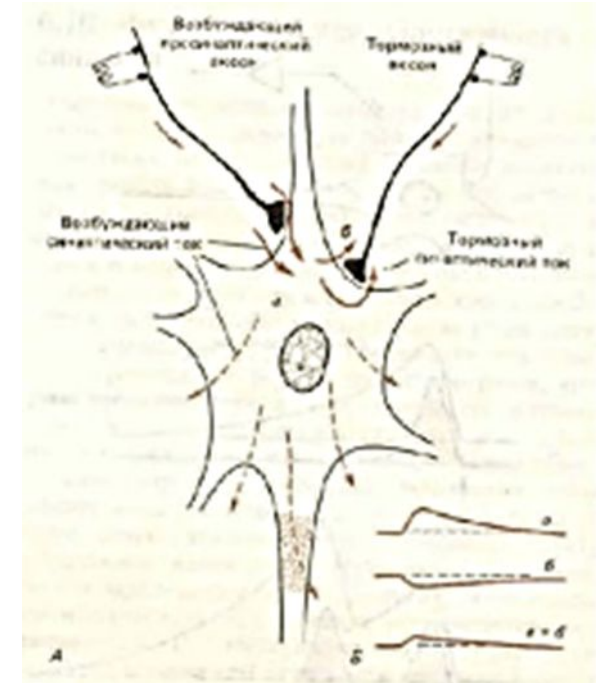
# СУММАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА – увеличение деполяризации мембраны, связанное со сложением токов, возникающих в нескольких синапсах



Суммация возбуждающего потенциала в мотонейроне

1. Предотвращение возбуждения нейрона под действием единственного сигнала или спонтанной активности.

2. Исходящая от нейрона импульсация зависит от интеграции возбуждающих и тормозных токов



Суммация возбуждающих (вход ионов натрия) и тормозных (выход ионов калия или вход ионов хлора) синаптических токов

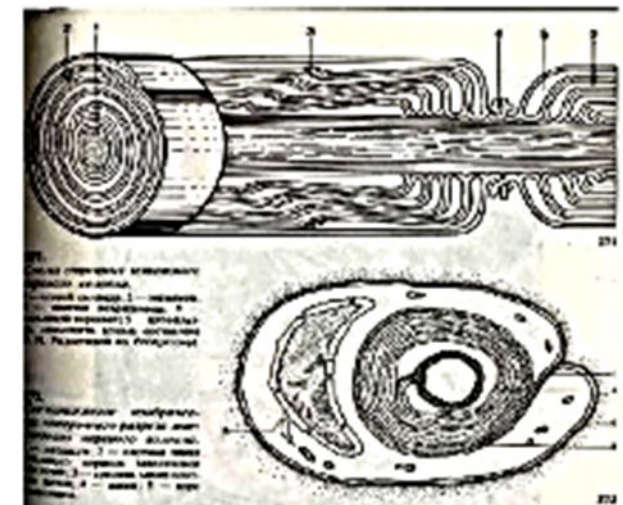


# ПРОВЕДЕНИЕ НЕРВНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ по миелиновому нервному волокну

1. Мембрана аксона между двумя соседними миелиновыми чехлами непокрыта миелином (перехват Ранвье, 12 нм).
2. Потенциал действия возникает только в перехватах Ранвье. Так как миелин, являясь электрическим изолятором, не пропускает выхода линии тока от предшествующего возбужденного участка.
3. Потенциал действия «перескакивает» через участки изолированной мембраны.
4. Возбуждение движется скачками от перехвата к перехвату – сальтаторное возбуждение.
5. Скорость продвижения возбуждения по миелинизированному волокну выше, чем по немиелинизированному.



Миелинизация – обволакивание участка аксона миелином, выработанным олигодендроцитом (ЦНС) или шванновской клеткой (ПНС)



# Скорость проведения возбуждения по нервному волокну зависит от:

- 1 - строения оболочки;
- 2 - диаметра волокон;
- 3-температуры (по мере повышения температуры примерно до 40С скорость проведения импульсов возрастает).

## 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> (немиелинизированные)	<b>1</b>	<b>0,5-2</b>	<b>Симпатические постганглионарные волокна. Кожные афференты боли</b>

## СХЕМА ФУНКЦИЙ РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТЕЙ НЕЙРОНА ПОЗВОНОЧНОГО



# (Индивидуальная работа) Задание

1. Объяснить механизм возникновения нервного импульса.
2. Подписать «немой» график распространения нервного импульса по аксону, указав на нем основные фазы.

# Выводы

1. Нервные импульсы возникают при изменении проницаемости мембраны нервных клеток для  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ , что приводит к изменению разности потенциалов на мембране и к появлению так называемого **потенциала действия**.
2. Потенциал покоя определяется в основном **ионами калия**, а потенциал действия - **ионами натрия**.
3. Нервные импульсы представляют собой потенциалы действия, распространяющиеся вдоль аксона в виде **волны деполяризации**. Наружняя поверхность аксона в месте возникновения действия заряжена отрицательно.

# Выводы

4. ПД развивается в том случае, в случае если под действием раздражителя происходит изменение ПП до  $-50$  мВ (пороговое значение). Если действие раздражителя не достигает этого значения, ПД не генерируется (принцип "все или ничего").

5. Распространение возбуждения по миелиновому волокну

Преимущества:

- большая скорость;
- экономичность.

6. Скорость проведения возбуждения по нервному волокну зависит от:

- строения оболочки;
- диаметра волокон;
- температуры.