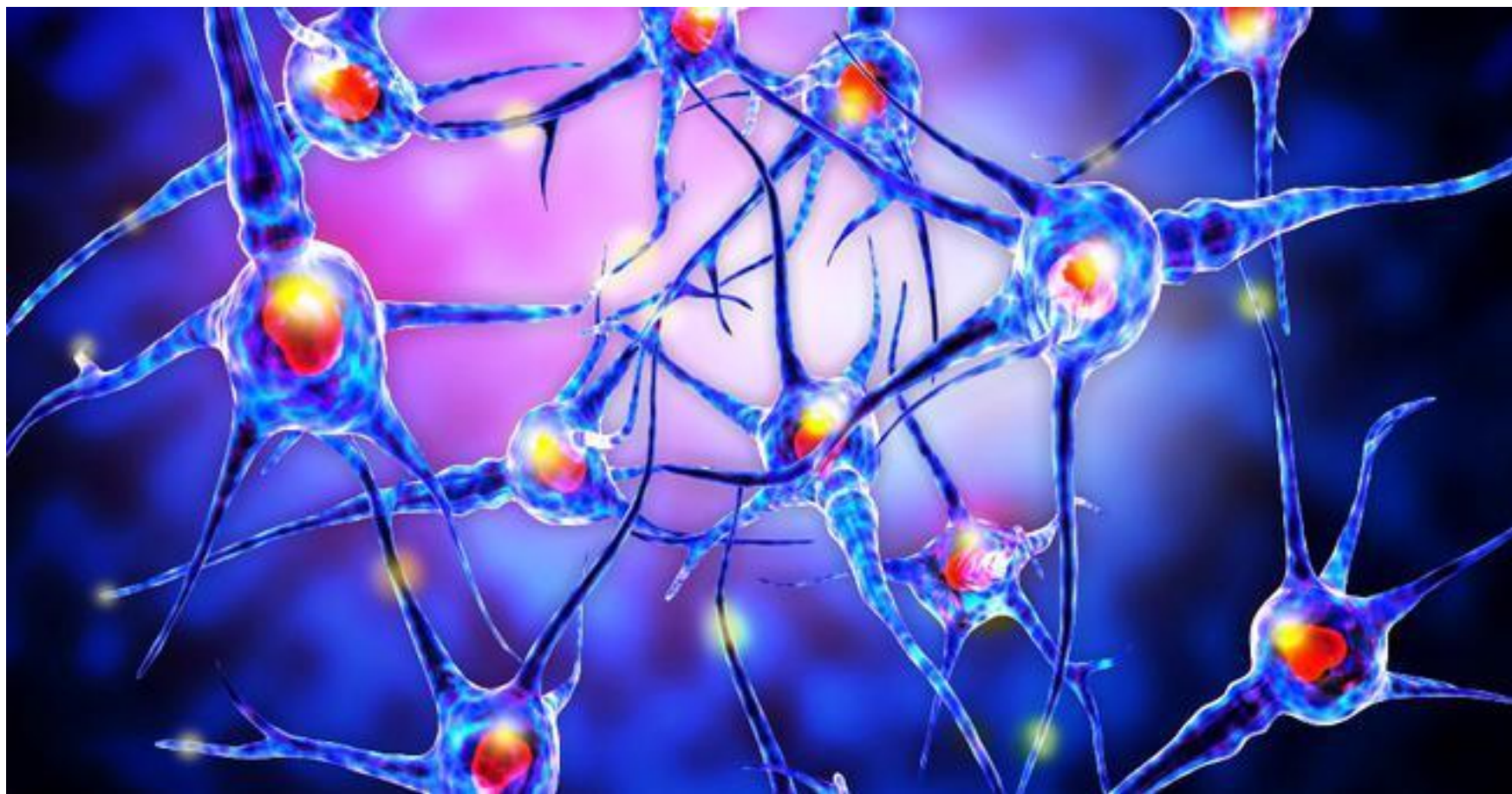


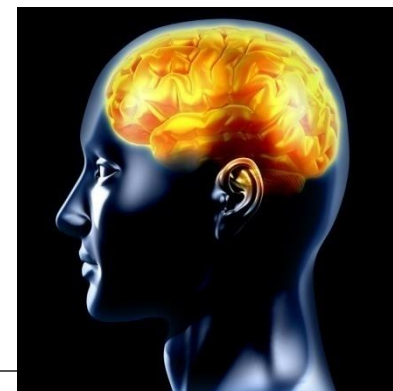
БИОХИМИЯ НЕРВНОЙ ТКАНИ

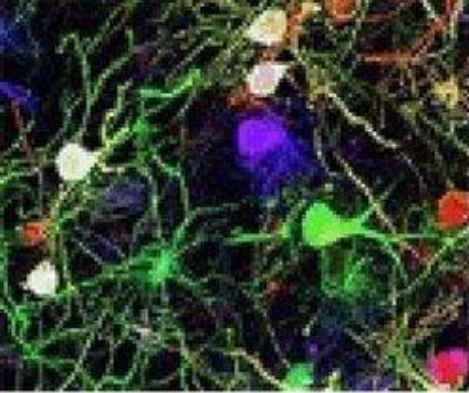


Доцент ЛЕДНЁВА И.О.

Нервная система выполняет коммуникативную, интегрирующую и адаптивную роль.

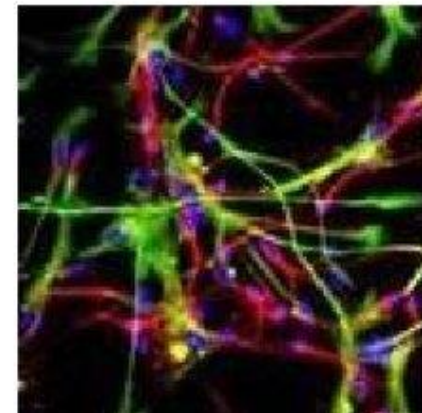
Головной мозг – это самая сложная из всех известных живых структур. Нервной системе и в первую очередь головному мозгу принадлежит важнейшая роль в координации поведенческих, биохимических, физиологических процессов в организме.





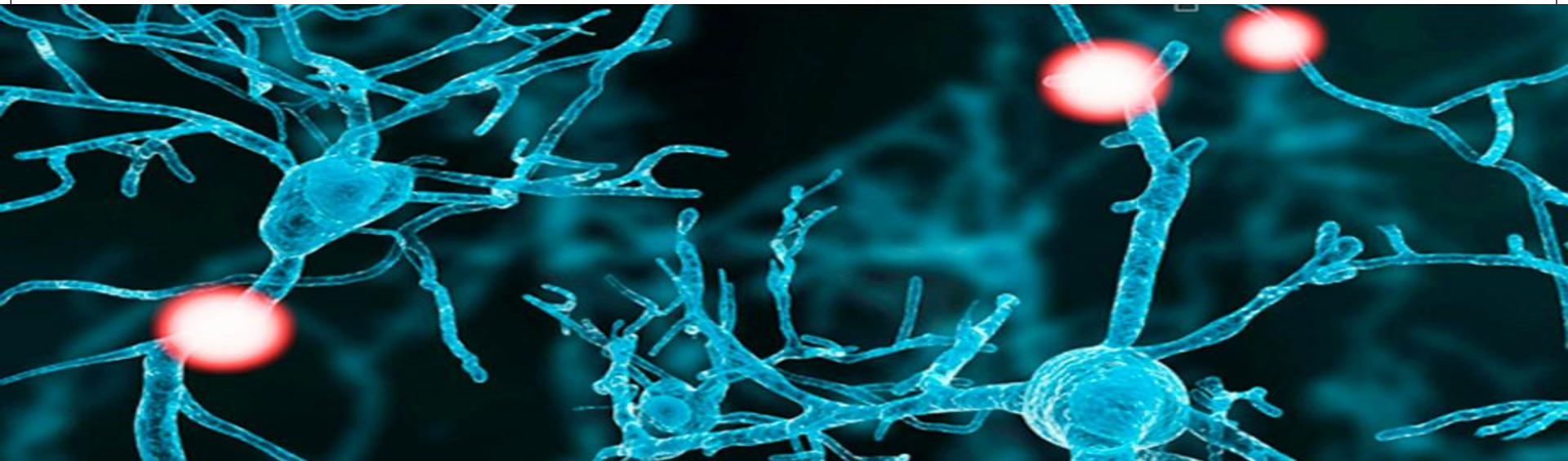
Функции нервной ткани

- Генерация электрического сигнала (нервного импульса)
- Проведение нервного импульса
- Запоминание и хранение информации
- Формирование эмоций и поведения
- Мышление

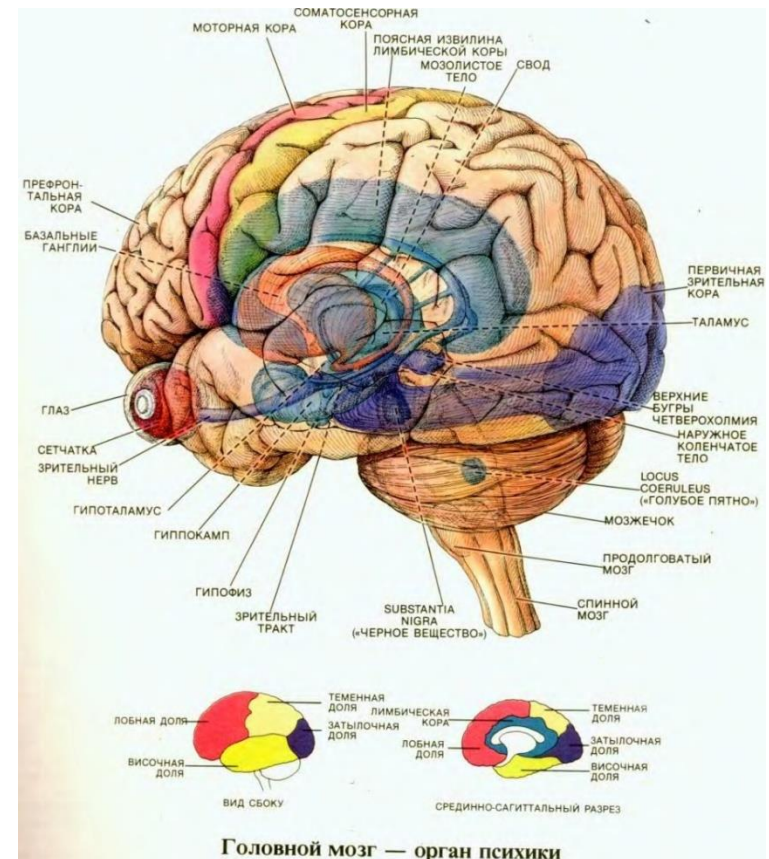


Морфологический состав нервной ткани:

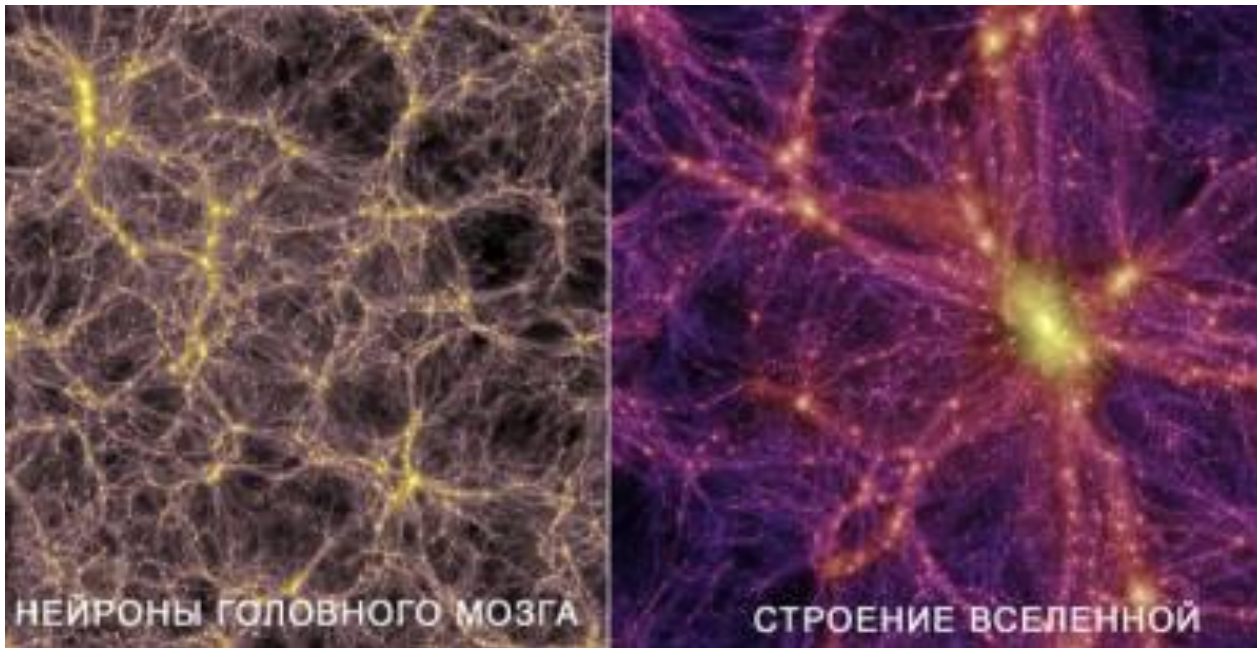
- **нейроны (нервные клетки);**
- **нейроглия (клетки глии) .**



**Нейрон является
Функциональной
(но не структурной)
единицей нервной
системы.**

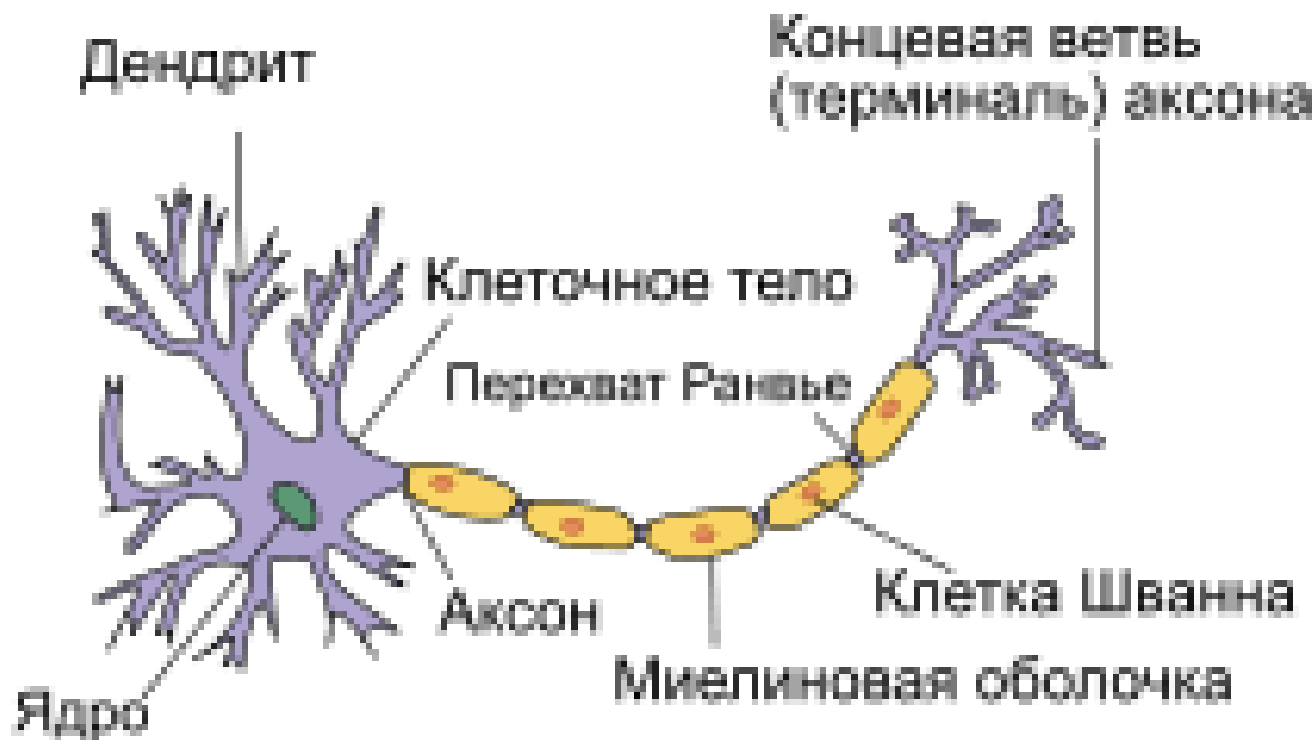


- **Нейрон** – это нервная клетка со всеми ее отростками. Она специализирована в такой степени, что способна принимать определенные формы сигналов, отвечать специальными сигналами, проводить раздражения, создавать специфические функциональные контакты с другими нейронами, эффекторами и рецепторами.



Структура нервных клеток

Типичная структура нейрона



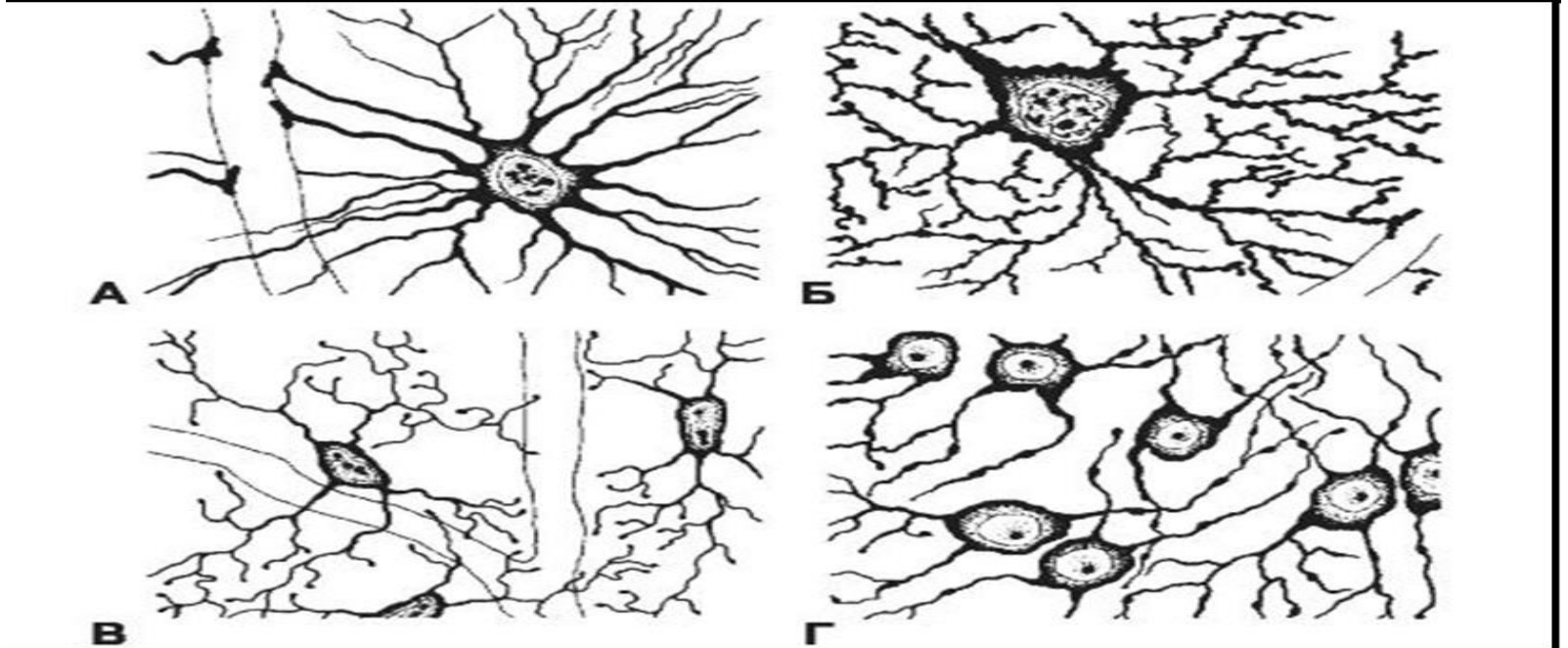
Клетки глии

Окружают нервные клетки головного и спинного мозга и выполняют вспомогательные функции:

- **опорная;**
- **трофическая;**
- **изоляционная;**
- **секреторная;**
- **защитная.**

Типы клеток глии

- астроглия;
- микроглия;
- олигодендроциты;
- шванновские клетки.



Химический состав мозга

Показатель	Серое вещество	Белое вещество
Вода	84	70
Сухой остаток	16	30
Белки	8	9
Липиды	5	17
Минеральные вещества	1	2

Белки головного мозга 40%

I. Простые белки головного мозга:

- нейроальбумины, нейроглобулины
- гистоны и негистоны
- нейросклеропротеины.

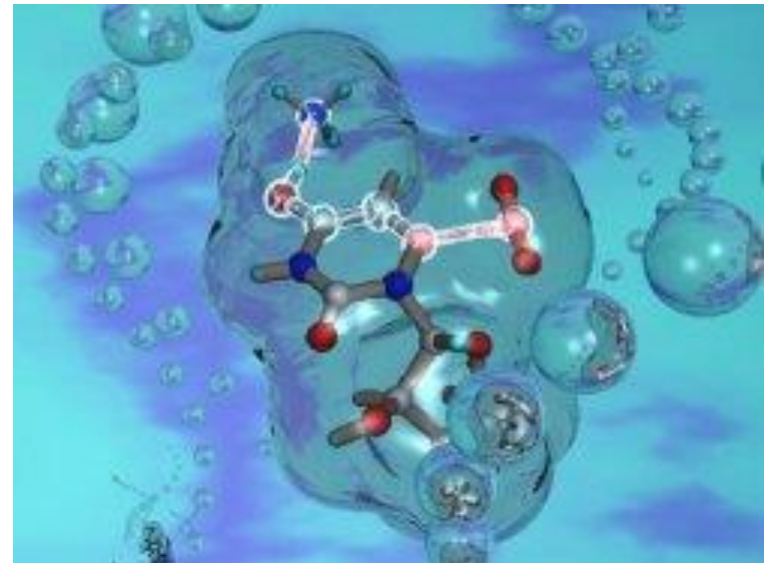
II. Сложные белки головного мозга :

- липопротеины
- протеолипиды
- фосфопротеины
- гликопротеины
- нуклеопротеины
- хромопротеины



III. Специфические белки головного мозга:

- белок S-100
- белок 14-3-2
- нейрофизин
- нейротубулин
- нейростенин.



Липидный состав головного мозга

Высокое содержание липидов – 50% сухой массы.

Главные фракции липидов:

1. Глицерофосфолипиды.
2. Сфинголипиды.
3. Холестерол (свободный).
4. Гликолипиды.

Практически отсутствуют **триглицериды** и свободные **ЖК**.

Комплексы липидов с белками – **протеолипиды**.

Углеводный состав головного мозга

- **Глюкоза.**
- **Гликоген (0,1%)**
- **Гексозофосфаты.**
- **Триозофосфаты.**
- **Молочная, пировиноградная и другие кислоты.**

Адениловые нуклеотиды

- В ГМ на долю **АТФ** и **АДФ** приходится около 84% от всех свободных нуклеотидов.
- Содержание циклических нуклеотидов (**ц-АМФ** и **ц-ГМФ**) в ГМ значительно **выше**, чем в других тканях.

МИЕЛИН

Образован многократно наслаивающимися мембранами клеток нейроглии вокруг нейронов.

Вода 40%.

Сухой остаток:

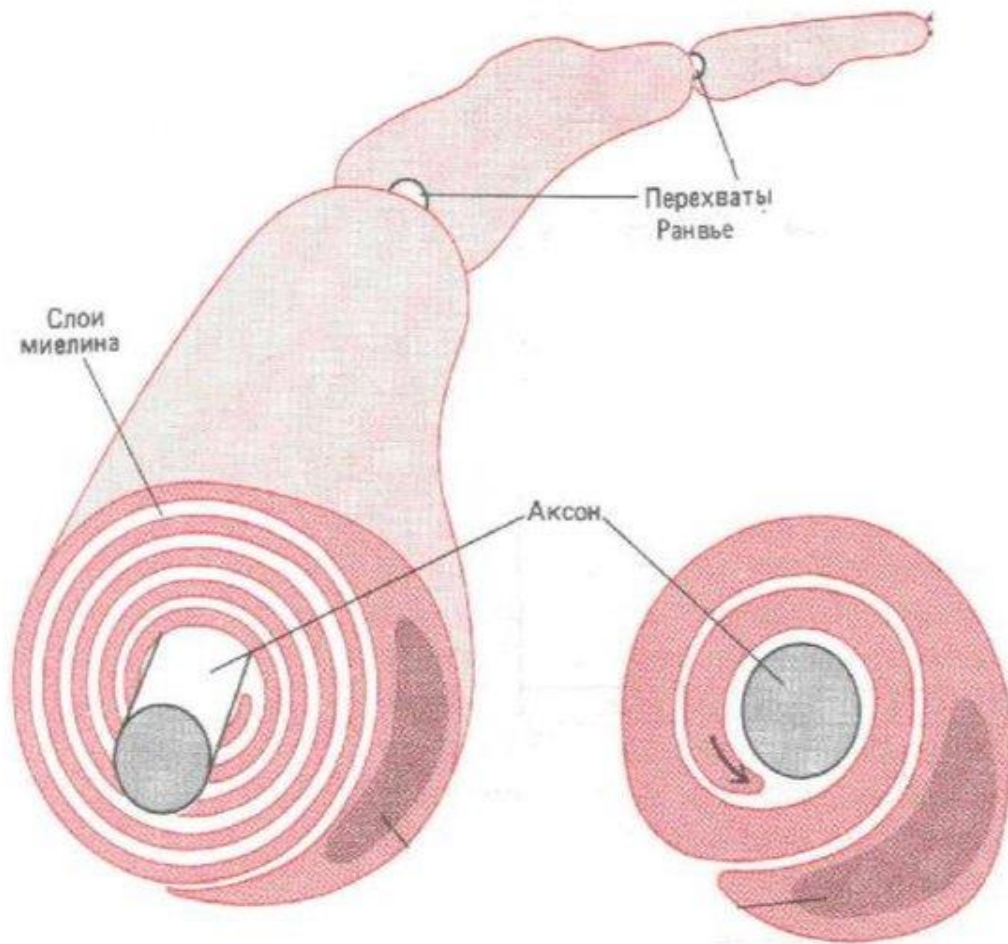
- **липиды 70 – 80%**
- **белки 20 -30%.**

Является сложным белково-липидным комплексом.

Функции:

- **электрический изолятор;**
- **облегчает проведение нервного импульса (в 6 раз).**

Строение миелина



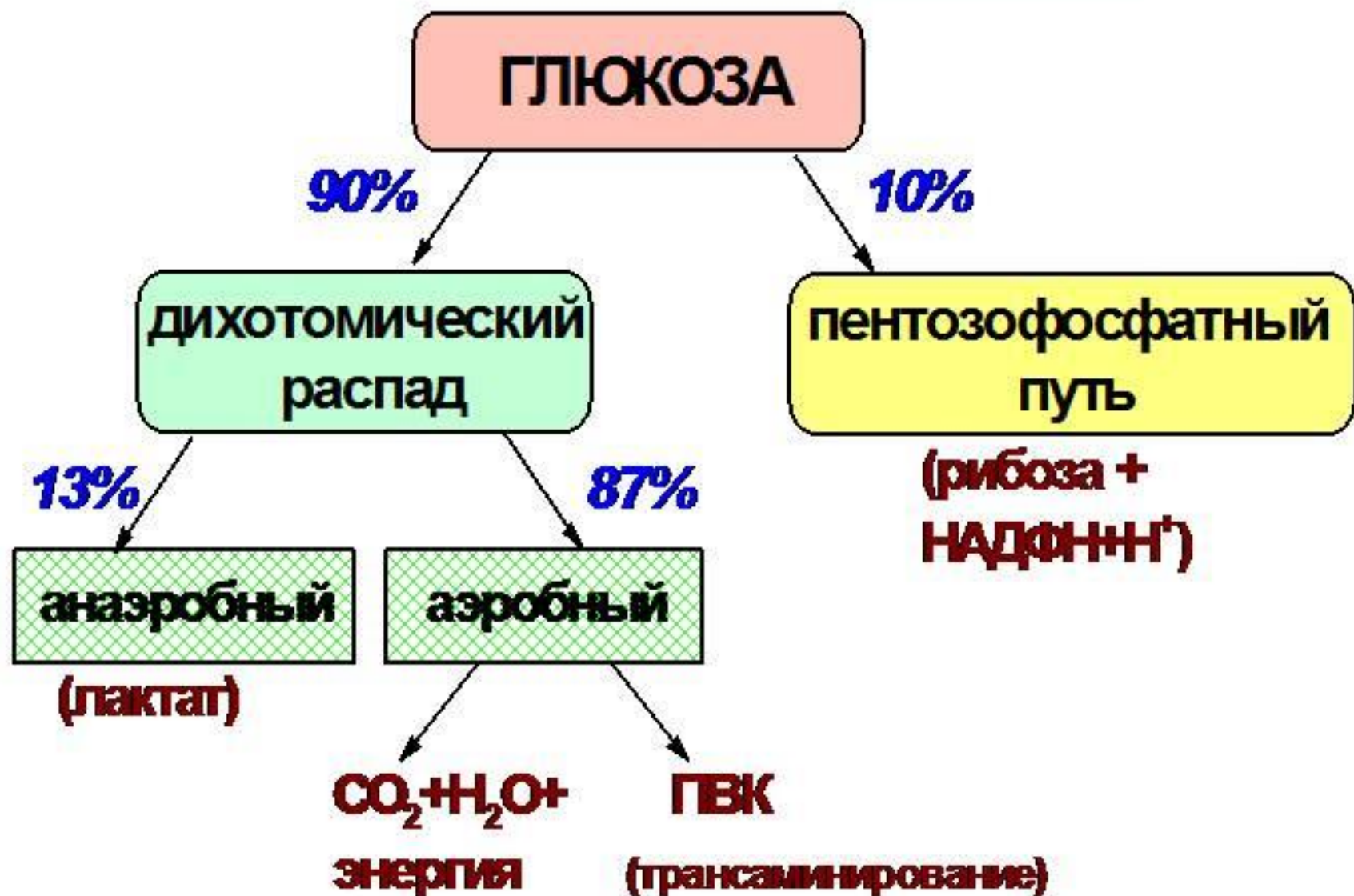
- На долю липидов приходится до **80%** плотного осадка.
- Белки гидрофобны.
- **90%** всех липидов миелина представлено:
 - холестерином,
 - фосфолипидами,
 - цереброзидами.

ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА НЕРВНОЙ ТКАНИ

- **Высокая интенсивность метаболизма в сравнении с другими тканями**
- **Высокий уровень метаболизма сохраняется при отсутствии большой функциональной активности – во время сна.**
- **Метаболизм в периферических нервных волокнах отличается от обмена в нервных клетках.**
- **Общая интенсивность метаболизма в нервных волокнах ниже, чем в нервных клетках.**

Особенности углеводного обмена в нервной ткани

- Основной энергетический субстрат мозга – **глюкоза**.
- Доминирующий путь метаболизма глюкозы – **аэробный распад** (85-90 %).
- Высокая активность **гексокиназы**
Гл + АТФ \longrightarrow Гл-6-фосфат + АДФ.
- Низкая активность ферментов **ПФП** (особенно в сером веществе ГМ).
- Образующийся в ПФП **НАДФН+Н+** используется в клетках ГМ для синтеза **ЖК и ХС**.



Особенности углеводного обмена в нервной ткани

- **Ацетил-КоА** используется для синтеза **ЖК и ХС**.
- Содержание **гликогена** в ГМ низкое (0,1 %).
- Преимущественное потребление глюкозы делает ГМ чувствительным к **гипогликемии**.
- Количество глюкозы, имеющееся в ткани ГМ, достаточно лишь на **10 мин** жизни человека.

Метаболизм углеводов



Особенности углеводного обмена в нервной ткани

- **Аэробный путь распада глюкозы делает его чувствительным к гипоксии.**
- **Транспорт глюкозы в клетки ГМ – инсулиннезависимый.**
- **При голодании дополнительный источник энергии – кетоновые тела.**

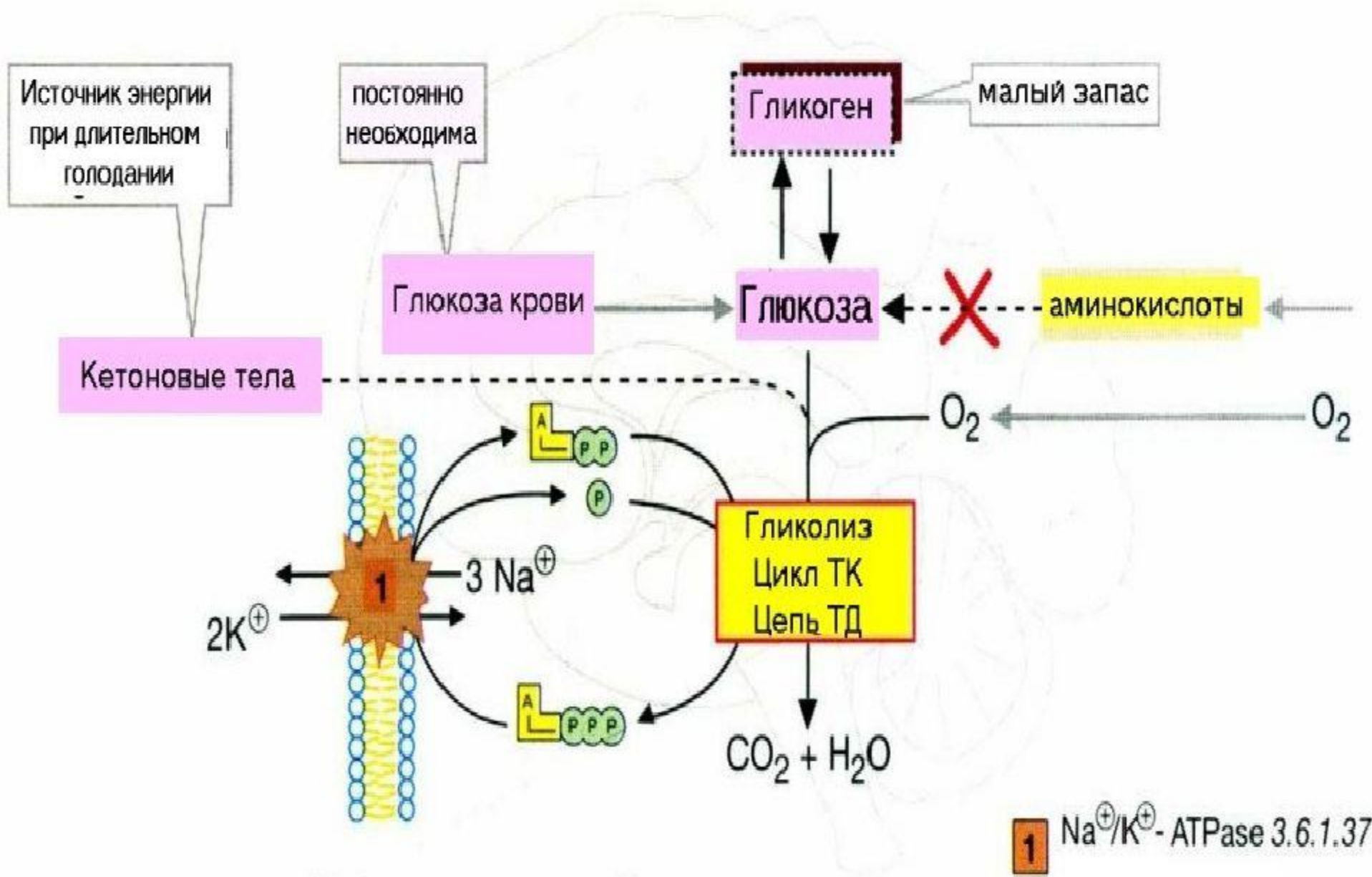


Рис.18.4. Энергетический обмен в мозге

Особенности энергетического обмена в нервной ткани

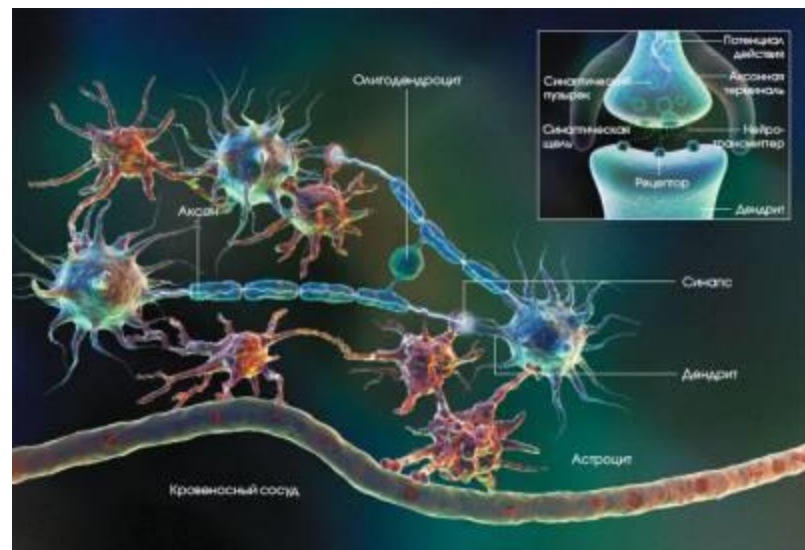
- **Высокая интенсивность** по сравнению с другими тканями.
- На долю ГМ приходится 2-3% от массы тела, а потребление кислорода ГМ в состоянии покоя составляет 20-25% от общего потребления O_2 всем организмом.
- Потребление O_2 **серым** веществом на 30-50% выше, чем **белым** веществом.
- **Периферические нервы** используют в 30 раз меньше O_2 , чем эквивалентное по массе количество ткани ЦНС.

Особенности энергетического обмена в нервной ткани

- Различная скорость потребления O_2 отдельными регионами ЦНС: кора больших полушарий > мозжечок > промежуточный мозг > средний и продолговатый мозг > спинной мозг.
- **Нейроны** отличаются более интенсивным дыханием, чем **глиальные клетки**.
- В коре больших полушарий 70% поглощенного O_2 приходится на **нейроны** и 30% на **клетки глии**.

Особенности энергетического обмена в нервной ткани

- Невозможность замены **ГЛЮКОЗЫ** другими энергетическими субстратами.
- 70% производимой в мозге **АТФ** расходуется на поддержание **ИОННЫХ ГРАДИЕНТОВ**.



Особенности ЦТК в головном мозге

- Активность лимитирующих ферментов (**цитратсинтазы и НАД-изоцитратдегидрогеназы**) в мозге значительно выше, чем в других тканях.
- Функциональный комплекс этих ферментов регулируется синхронно и однонаправлено.
- Механизм регуляции скорости ЦТК в мозге – соотношение **адениловых нуклеотидов**.

Особенности ЦТК в головном мозге

- На этапе α -кетоглутарат сукцинат в мозге возможно шунтирование – **ГАМК-шунт**.



Схема

ОСОБЕННОСТИ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ

- Высокая скорость **синтеза ЖК**.
- **ЖК** не проникают через **ГЭБ**.
- Не происходит **β -окисление** жирных кислот.
- Скорость **липогенеза** неодинакова в различные сроки постнатального периода.
- Низкая скорость обновления липидов.
- Фосфатидилхолин и фосфатидилинозитол обновляются быстро.

ОСОБЕННОСТИ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ

- **Метаболизм холестерина, цереброзидов, сфингомиелина, фосфатидилэтаноламина протекают медленно.**
- **Скорость синтеза холестерина высока в период формирования мозга. С возрастом она уменьшается.**
- **Синтез цереброзидов и сульфатидов протекает наиболее активно в период миелинизации.**
- **В зрелом мозге 90 % всех цереброзидов находятся в миелиновых оболочках, ганглиозидов – в нейронах.**

Важную роль в метаболизме и функционировании головного мозга играют АК

АК или их производные участвуют:

- в синаптической передаче,**
- в осуществлении межнейрональных связей в качестве нейротрансмиттеров и нейромодуляторов.**

Особенности пула свободных аминокислот в головном мозге

- 1. Относительное постоянство уровней аминокислот.**
- 2. Содержание свободных АК в 8-10 раз выше, чем в плазме крови.**
- 3. Высокий концентрационный градиента АК между кровью и мозгом за счет избирательного переноса через ГЭБ.**
- 4. Высокое содержание глутамата, глутамина, аспарагиновой, N- ацетиласпарагиновой кислот и ГАМК (75% пула свободных АК головного мозга).**
- 5. Региональность содержания аминокислот в различных отделах мозга.**
- 6. Компарментализация фондов АК в субклеточных структурах нейронов.**

Медиатор (синаптический передатчик, нейротрансмиттер) - биологически активное вещество, которое секретируется из возбужденного нервного окончания в синаптическую щель и специфически действует на рецепторы постсинаптической мембраны.

Нейромодуляторы - не обладают самостоятельным физиологическим действием, а модифицируют эффект нейромедиаторов.

НЕЙРОМЕДИАТОРЫ

-Ацетилхолин

-ГАМК

Биогенные амины

-Дофамин

-НОРАДРЕНАЛИН

-АДРЕНАЛИН

-СЕРОТОНИН

Знать – строение, синтез-распад,
биологическую роль.

Возникновение и проведение нервного импульса

**В состоянии покоя по разные
стороны
мембраны существует
разность потенциалов около**

- 75 мв (потенциал покоя)

**отрицательный заряд
расположен с внутренней
стороны мембраны.**

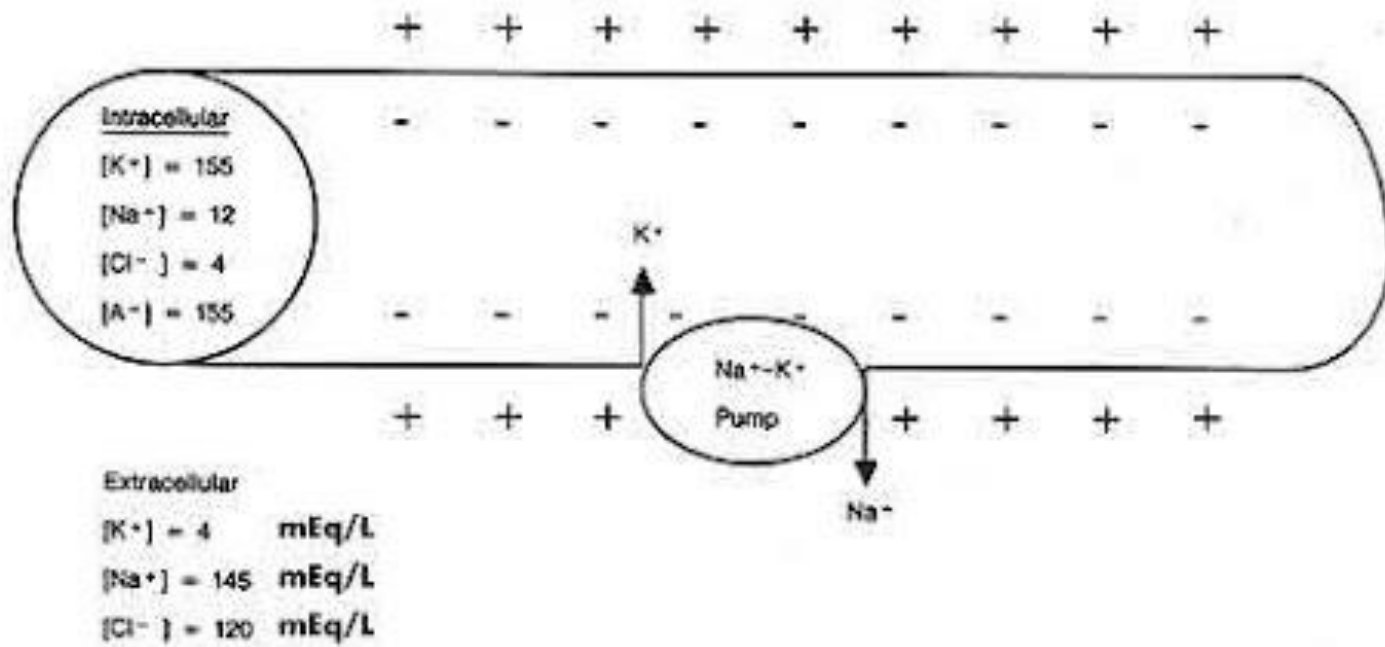


Figure 1. The membrane pumping mechanism, K⁺=potassium, Na⁺=sodium, Cl⁻=chloride, A⁻=organic anions.

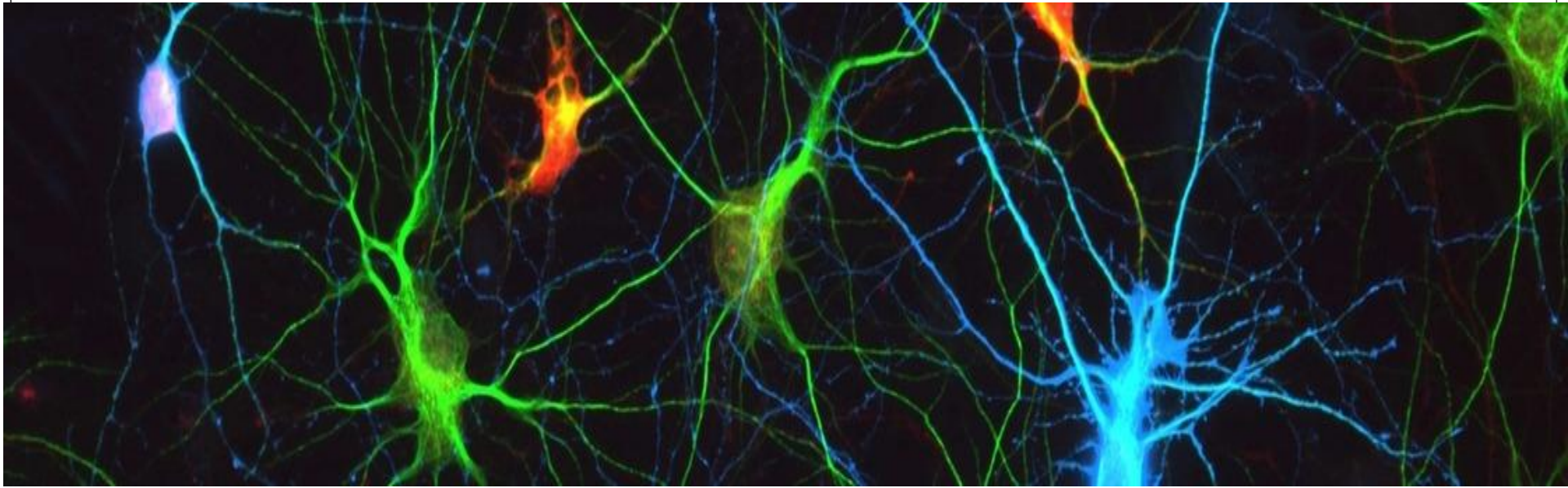
СУЩЕСТВОВАНИЕ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ ОБУСЛОВЛЕНО:

- ❑ Функционированием Na^+ , K^+ - АТФазы.
- ❑ Избирательной проницаемостью мембраны. Проницаемость для ионов K^+ в **20** раз больше, чем для Na^+ .
- ❑ Хотя мембрана достаточно проницаема для ионов K^+ , концентрация K^+ внутри аксона в **20-50** раз выше, чем во внешней среде.
- ❑ Главные внутриклеточные анионы (белки, нуклеиновые кислоты) не могут выходить наружу, а ионов Cl^- много во внешней среде.

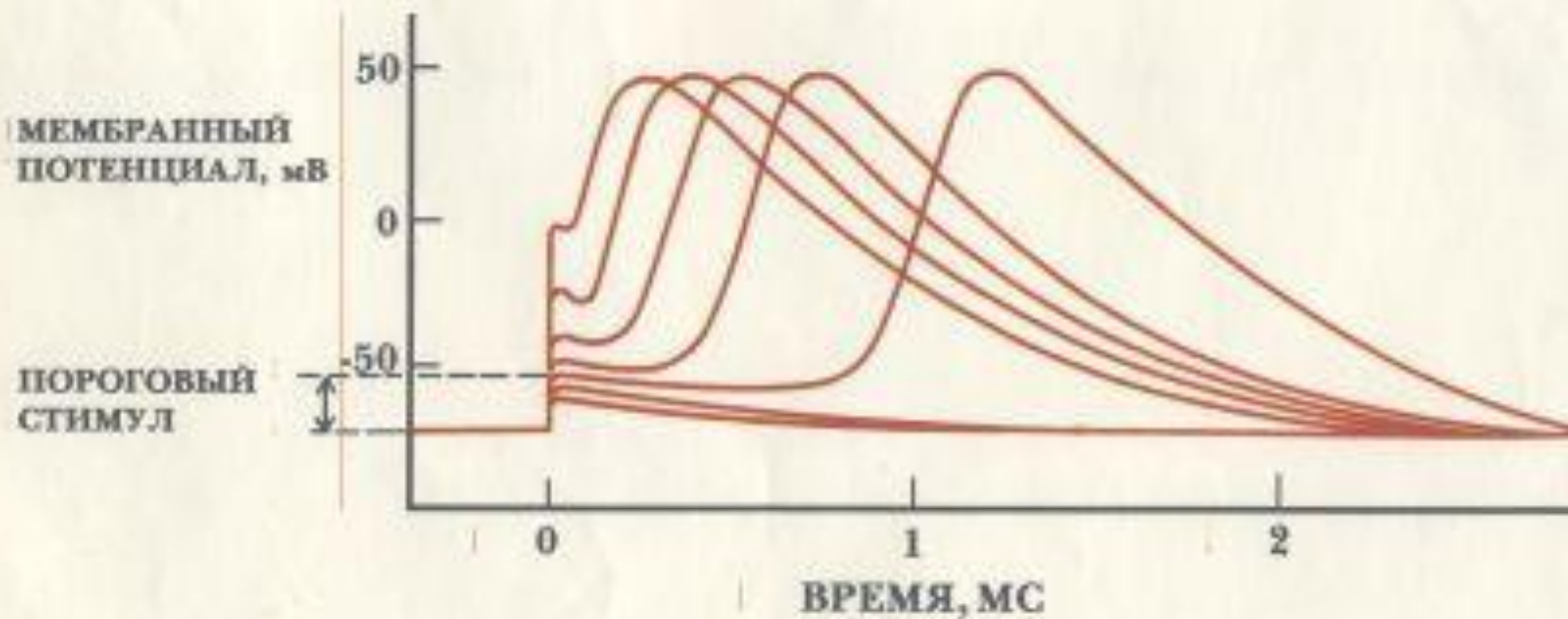
Потенциал действия

1. Раздражение нерва вызывает локальную **деполяризацию** мембраны за счёт входа внутрь некоторого количества ионов Na^+ .
2. Когда потенциал этого участка мембраны падает до порогового уровня: около **- 50 мВ**, проницаемость мембраны для Na^+ быстро возрастает в **100 – 200** раз.
3. Na^+ устремляется внутрь и заряд внутренней поверхности мембраны падает с **- 75 мВ до +30 мВ (+50 мВ)**.

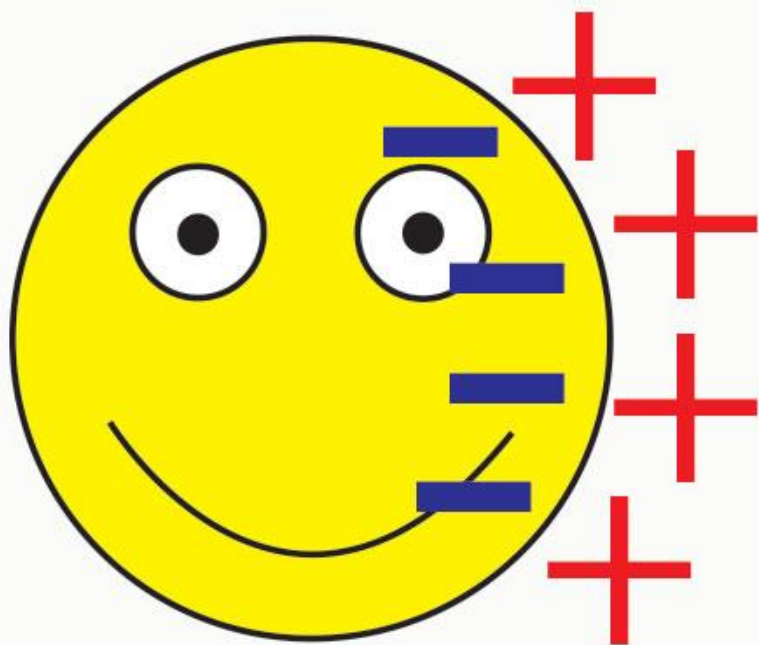
- 3. Этот положительный заряд препятствует дальнейшему входу Na^+ , проводимость для Na^+ падает.**
- 4. Натриевые каналы закрываются. Мембранный потенциал возвращается к уровню покоя. Весь цикл занимает 2 миллисекунды.**



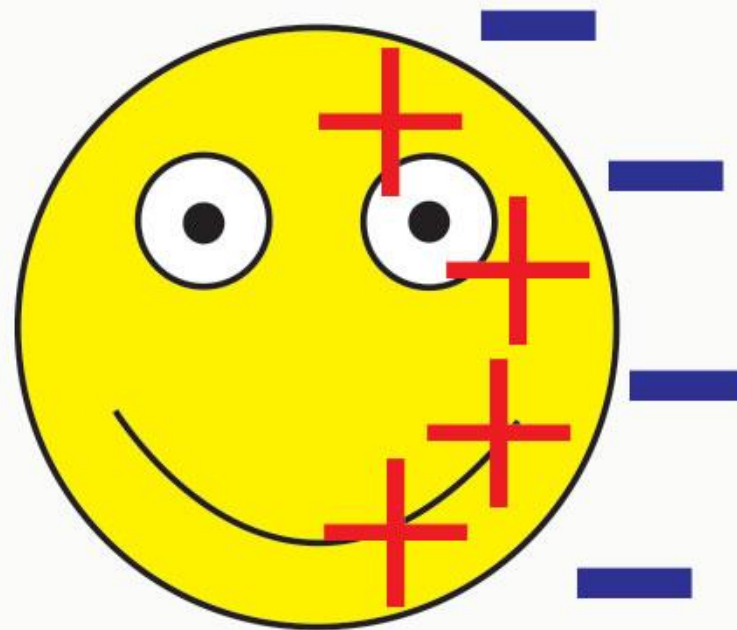
ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ ПОДЧИНЯЕТСЯ ЗАКОНУ "ВСЕ ИЛИ НИЧЕГО"



КЛЕТКА - НОРМА



Потенциал покоя

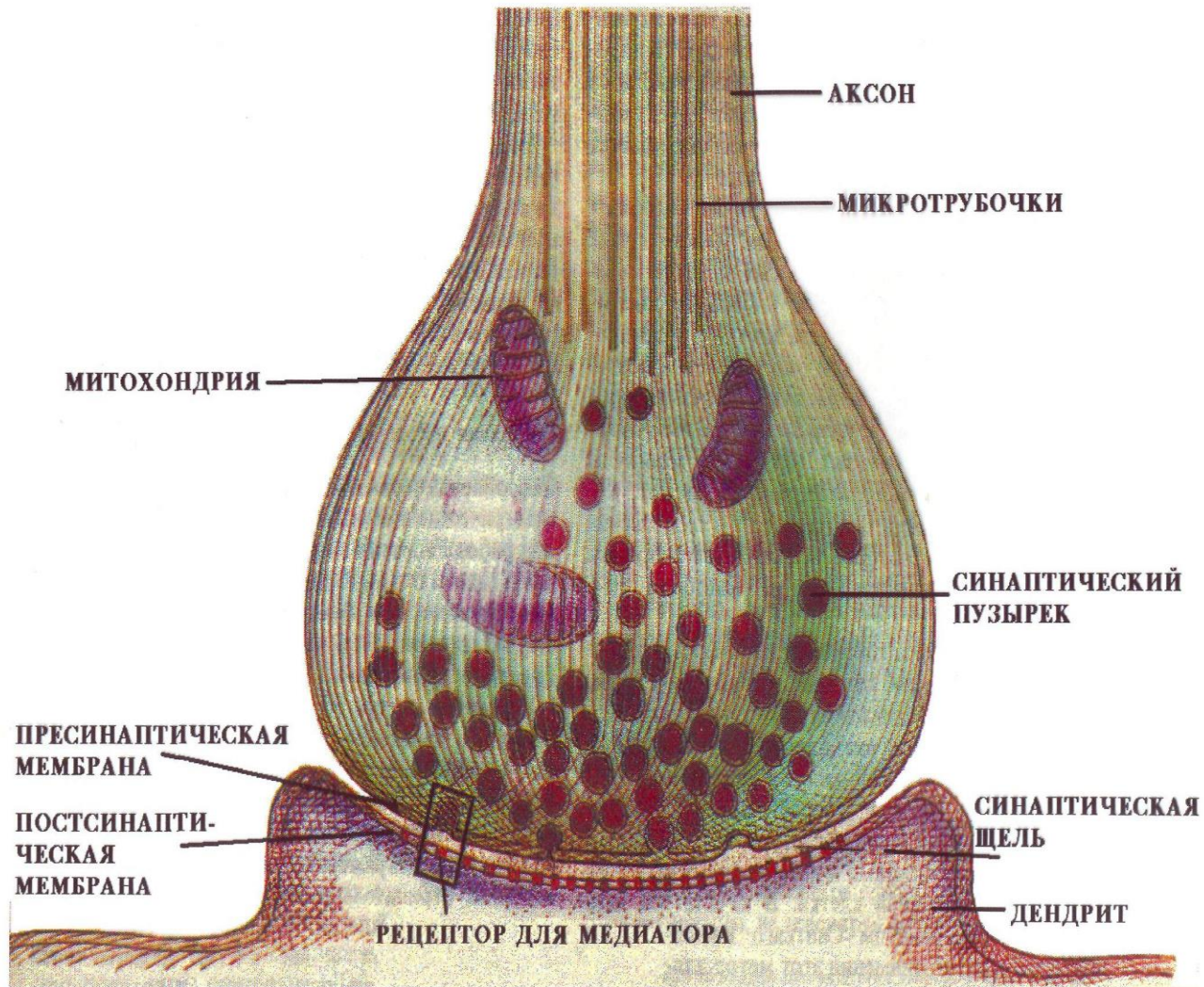


Потенциал действия

РАЗЛИЧАЮТ ТРИ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТА УЛЬТРАСТРУКТУРЫ ХИМИЧЕСКИХ СИНАПСОВ:

- 1. Пресинаптическая область.**
- 2. Синаптическая щель.**
- 3. Постсинаптическая область.**

СХЕМА СТРОЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО СИНАПСА

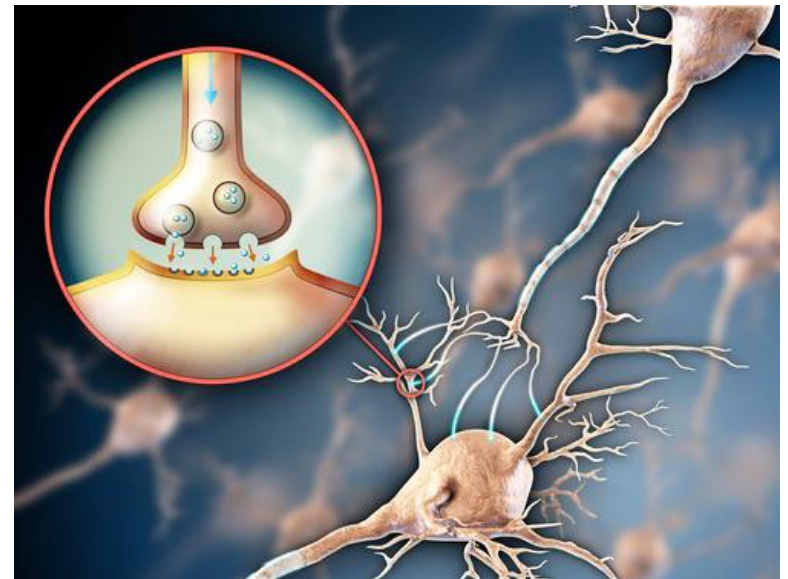


Основные этапы синаптической передачи

- Приход нервного импульса к области пре-СМ.
- Увеличение проницаемости пре-СМ для ионов Ca^{2+} .
- Поступление ионов Ca^{2+} внутрь терминалий.
- Са-зависимая секреция медиатора в синаптическую щель.
- Диффузия медиатора к постсинаптической мембране и связывание с рецептором.

Основные этапы синаптической передачи

- **Изменение ионных токов в области постсинаптической мембраны, генерация потенциала действия.**
- **Инактивация отработанного нейромедиатора.**



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

