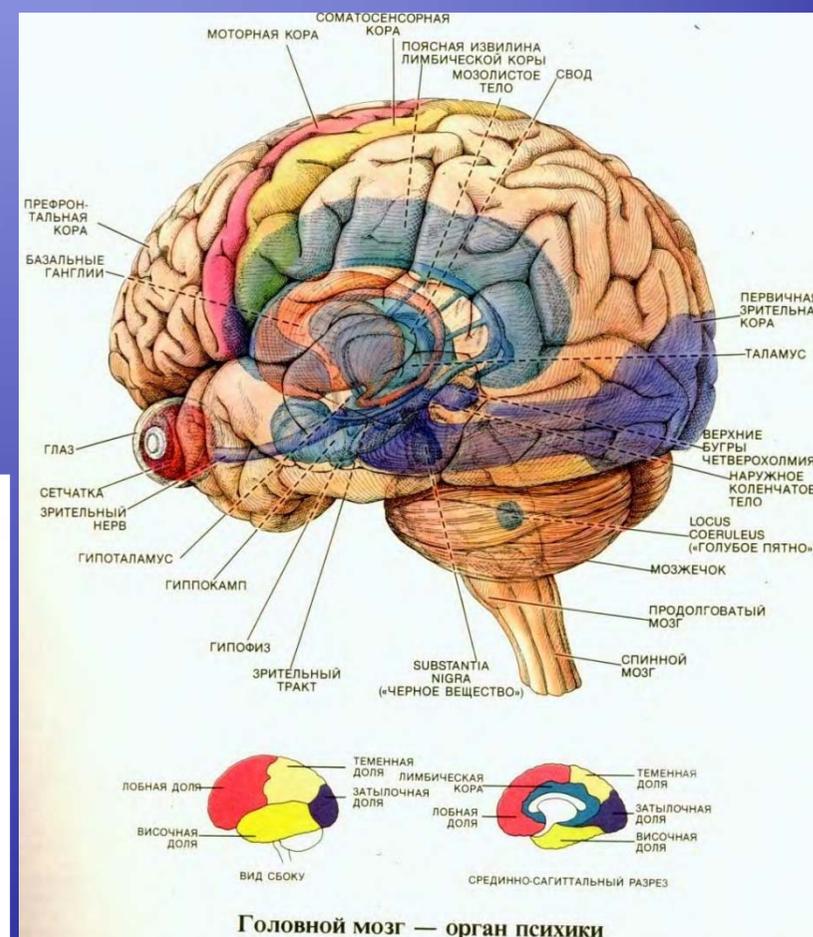
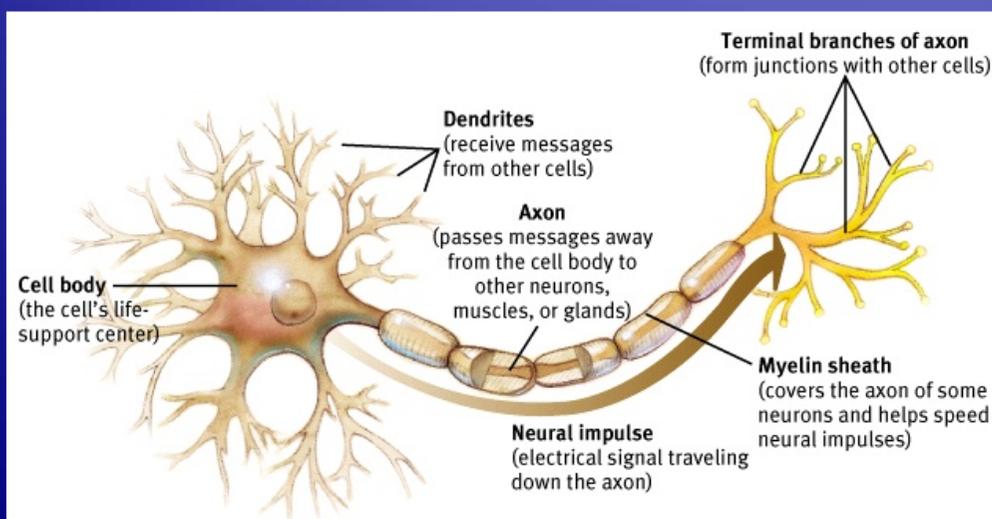


*ГОЛОВНОЙ МОЗГ – ЭТО ШКАТУЛКА, ДО
КРАЕВ ЗАПОЛНЕННАЯ ОСТРОУМНЫМИ
РЕШЕНИЯМИ ОГРОМНОГО МНОЖЕСТВА
ЗАДАЧ.*

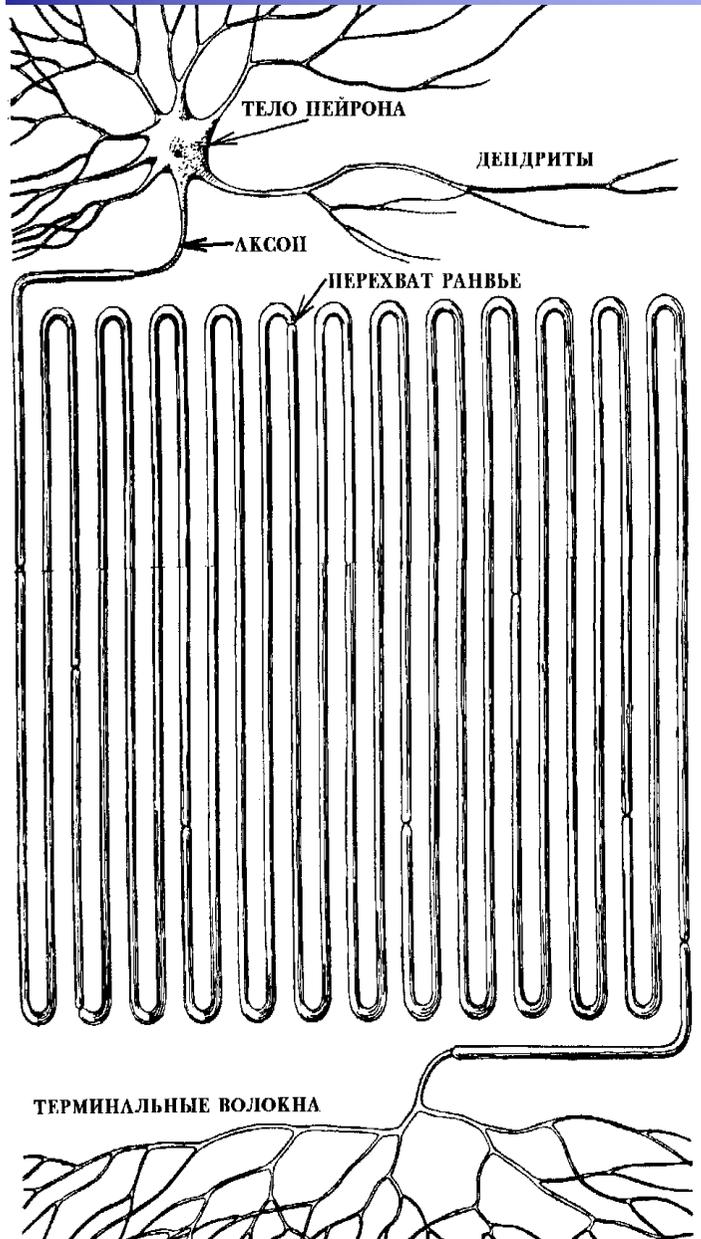
Биохимия нервной ткани

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И МЕТАБОЛИЗМА НЕРВНОЙ ТКАНИ

Считается, что
единичный нейрон
является
функциональной **(но не
структурной!)** единицей
нервной системы



Глиальный индекс



ЯДРА ЧЕРЕПНО-
МОЗГОВЫХ НЕРВОВ

10 – 73

РЕТИКУЛЯРНАЯ
ФОРМАЦИЯ

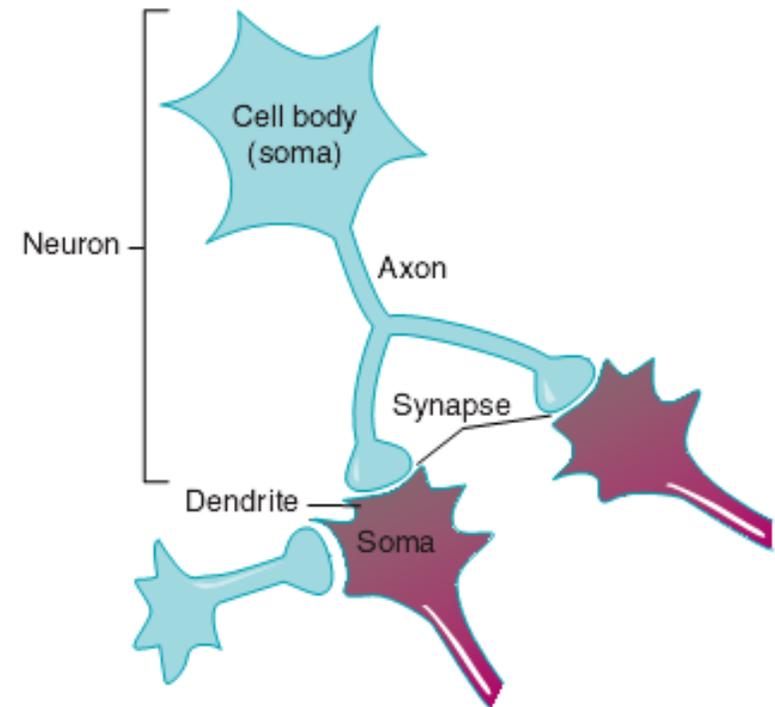
7 – 45

ТАЛАМУС

2,9 – 4,7

КОРА БОЛЬШИХ
ПОЛУШАРИЙ

1,3 – 4,7

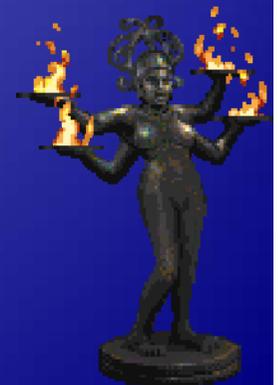


Химический состав серого и белого вещества головного мозга человека (% от массы ткани)

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

Общие особенности метаболизма нервной ткани

- Высокая интенсивность в сравнении с другими тканями.
- Поразительно высокий уровень обмена сохраняется при отсутствии большой функциональной активности.
- Метаболизм в периферических нервных волокнах отличается от обмена самих нервных клеток.

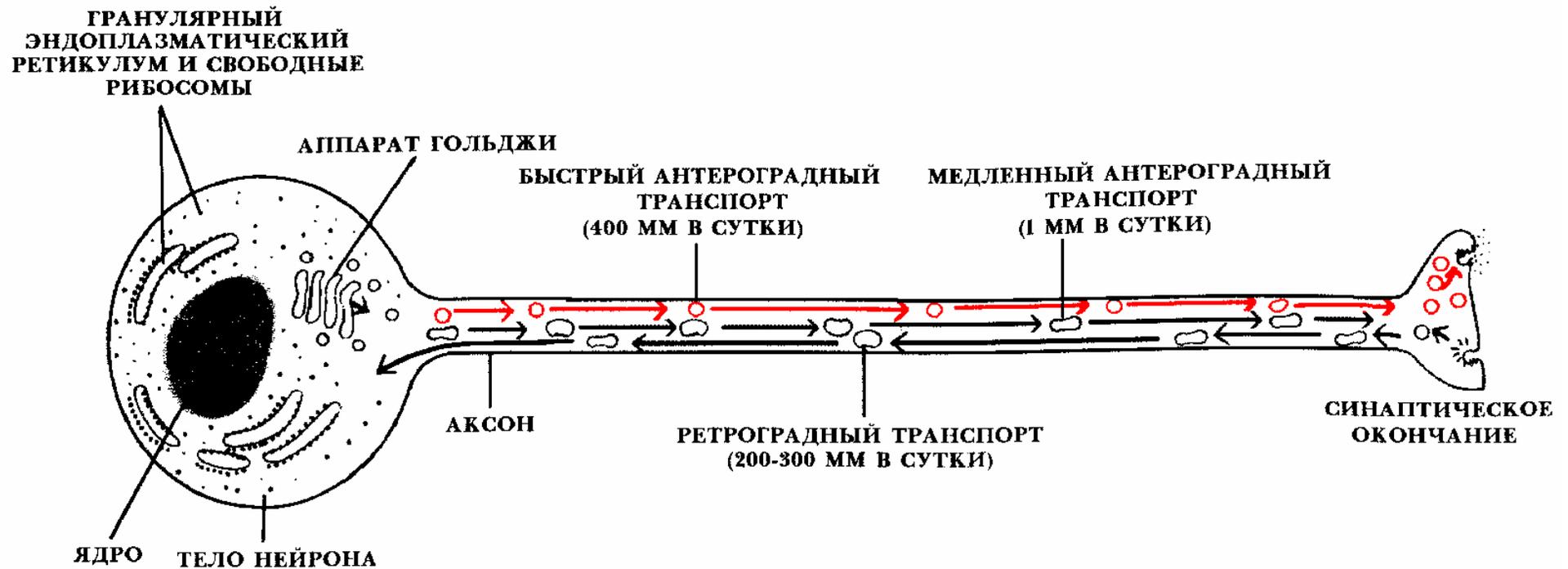


A photograph of the Stonehenge monument in England, showing several large grey stone structures arranged in a circular pattern on a green field under a cloudy sky. The text is overlaid on the bottom half of the image.

Для нейронов головного мозга характерна хорошо выраженная компартментализация, т.е. пространственная разобщённость различных метаболических процессов, протекающих в различных участках нейрона.

Транспортные механизмы в нейроне

- ✓ Трансверзальный транспорт
- ✓ Лонгитудинальный транспорт (нейроплазматический)



**Особенности
углеводного обмена
в ГОЛОВНОМ МОЗГЕ**

1. Функциональная активность мозга в наибольшей степени зависит от обмена углеводов.

2. Головной мозг в качестве энергетического материала использует почти исключительно глюкозу (70%).

Концентрация глюкозы в головном мозге 1,5-4,5 мкмоль/г

Транспорт глюкозы осуществляется ГЛЮТами, при концентрации глюкозы в крови 2,75-16,5 ммоль/л

3. Доминирующим путем метаболизма глюкозы в нервной ткани является аэробный гликолиз (85-90%).

4. Необычайно важная роль для метаболизма мозга гексокиназы, как основного механизма вовлечения ГЛЮКОЗЫ В ГЛИКОЛИЗ.

5. Существование единого функционального комплекса из двух ферментов – гексокиназы и фосфофруктокиназы – синхронно и однонаправлено регулируемого отношением АТФ/АДФ.

6. Низкая активность ферментов ПФП (особенно в сером веществе).

7. Незначительная роль гликогена в качестве депо углеводов



**Особенности
энергетического
обмена
в ГОЛОВНОМ МОЗГЕ**

- Высокая его интенсивность в сравнении с другими тканями.

- Большая скорость потребления кислорода и глюкозы из крови.

Головной мозг человека, на долю которого приходится 2 % от массы тела, потребляет до 20 % всего кислорода, используемого организмом в покое.

- Потребление кислорода серым веществом на 30 – 50% выше, чем белым.

- Различная скорость потребления кислорода 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% от общего поглощения кислорода приходится на нейроны и 30% на глиальные клетки.

- Невозможность замены основного энергетического субстрата глюкозы.

- Приблизительно 70% всей производимой в мозге АТФ расходуется на поддержание ионных градиентов между содержимым нервных клеток и окружающей средой.

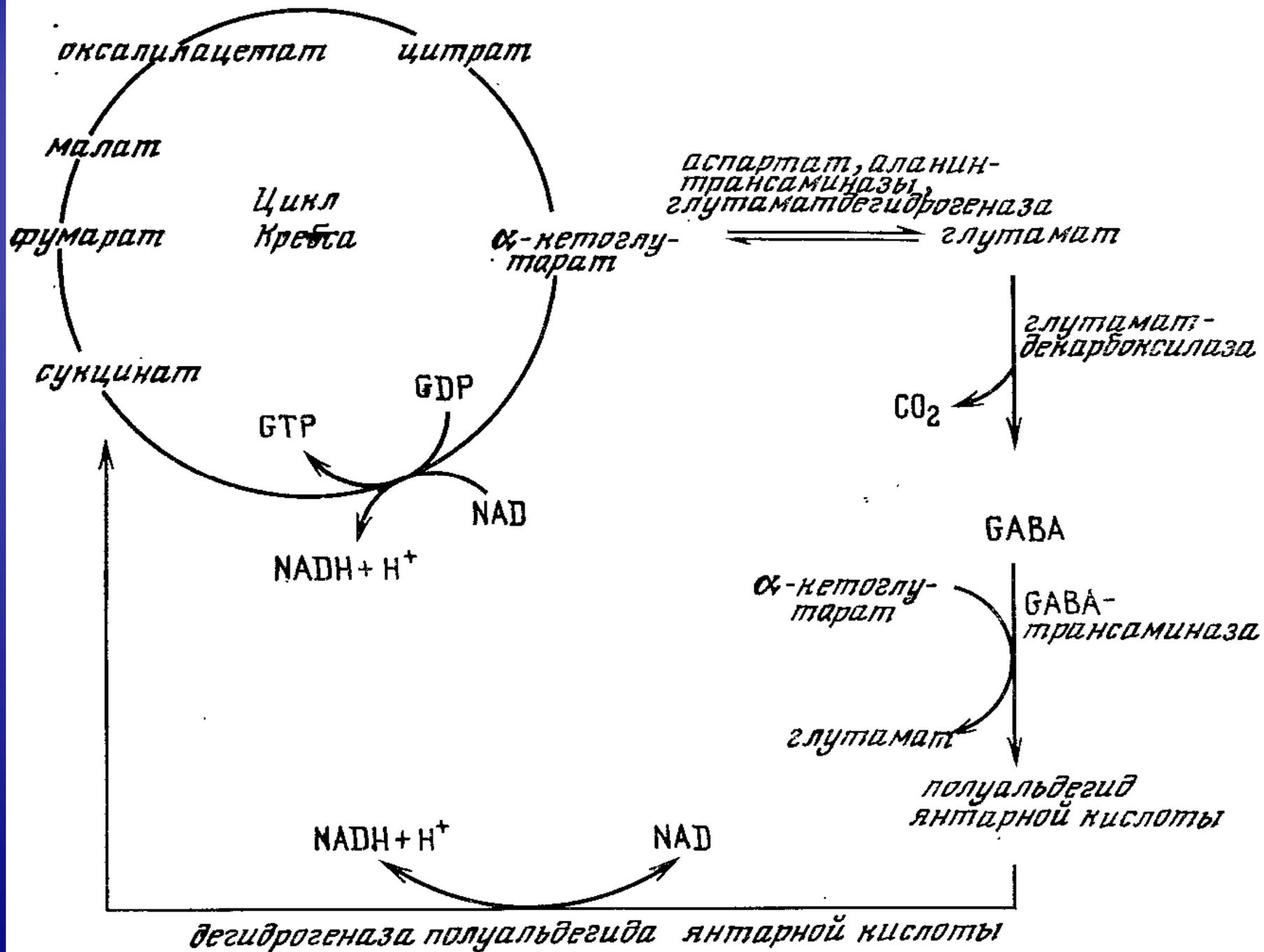


• Особенности ЦТК

1. Поточная скорость цикла Кребса в мозге значительно выше, чем в других тканях.
2. В головном мозге существует единый функциональный комплекс из двух ферментов – цитратсинтазы и изоцитратдегидрогеназы, регулируемый однонаправленно и синхронно в зависимости от энергетических потребностей ткани (АДФ/АТФ).
3. На этапе α -кетоглутарат \rightarrow сукцинат, наряду с универсальной для всех тканей последовательностью реакций, в мозге возможно шунтирование: ГАМК – шунт (до 40%).



Hans Krebs, 1900–1981



**Особенности
аминокислотного
и белкового обмена
в головном мозге**

1. Содержание свободных аминокислот в головном мозге в 8 – 10 раз выше, чем в плазме крови.
2. Существование высокого концентрационного градиента аминокислот между кровью и мозгом за счет избирательного активного переноса через ГЭБ.
3. Высокое содержание глутамата, глутамина, аспарагиновой, N-ацетиласпарагиновой кислот и ГАМК - *75 % пула свободных аминокислот головного мозга.*
4. Выраженная региональность содержания аминокислот в различных отделах мозга и субклеточных структурах.
5. Отсутствие орнитинового цикла мочевинообразования.
6. Нейроактивная функция аминокислот.



НЕЙРОПЕПТИДЫ

- Нейропептиды - как правило, линейные, содержащие от 2 до 50 аминокислотных остатков биополимеры, выполняющие (нередко одновременно) функции нейромедиаторов, нейромодуляторов и дистантных регуляторов
- Общее число известных нейропептидов измеряется многими сотнями. Они образуют более 40 семейств.

НЕЙРОПЕПТИДЫ

- Нейропептиды синтезируются путем протеолиза больших пептидов-предшественников в нейронах и сосредотачиваются в везикулах нервных окончаний.
- Существует сложная иерархическая система, в которой одни нейропептиды индуцируют или подавляют выход других нейропептидов. При этом сами нейропептиды-индукторы обладают, кроме того, способностью непосредственно вызывать ряд биохимических и физиологических эффектов.

Белки нервной ткани

Белки нервной системы представляют собой сложную гетерогенную систему,

включающую кроме белковой части липиды, нуклеиновые кислоты, углеводы и другие небелковые компоненты.

Для белков нервной системы особенно характерно образование надмолекулярных комплексов различной сложности.

Белки нервной ткани

Простые белки головного мозга

- Нейроальбумины и нейроглобулины
- Основные белки (гистоны и негистоны)
- Нейро-склеропротеины

Сложные белки головного мозга

- Липопротеины
- Протеолипиды
- Фосфопротеины
- Гликопротеины
- Нуклеопротеины
- Хромопротеины

Специфические белки нервной ткани

- Белок S-100
- Белок 14-3-2
- Нейрофизин
- Нейротубулин
- Нейростенин



*Особенности
липидного
обмена
в ЦНС*



Для нервной ткани характерно особенно высокое содержание липидов (до 50% от сухой массы ткани). Наряду с этим, установлено огромное разнообразие и наличие специфических только для головного мозга индивидуальных липидов.

**Липидный состав белого и серого
вещества головного мозга человека
(% от сухой массы ткани)**

ФРАКЦИЯ	СЕРОЕ В-ВО	БЕЛОЕ В-ВО
ОБЩИЕ ЛИПИДЫ	33	55
ХОЛЕСТЕРИН	7	15
ФОСФОЛИПИДЫ	23	25
ЦЕРЕБРОЗИДЫ	2	11
СУЛЬФАТИДЫ	0,6	3
ГАНГЛИОЗИДЫ	1,7	0,2

□ Мозг обладает высокой способностью синтезировать жирные кислоты;

□ В мозге, практически, не происходит β -окисление жирных кислот;

□ Скорость липогенеза в головном мозге неодинакова в различные сроки постнатального периода;

□ Постоянство состава липидов в зрелом мозге подтверждает низкую скорость их обновления в целом;

□ Фосфатидилхолин и фосфатидинозитол обновляются в ткани мозга быстро;

□ Метаболизм холестерина, цереброзидов, сфингомиелина, фосфатидилэтаноламина протекает в мозге медленно;

□ Скорость синтеза холестерина в мозге высока в период его формирования. С возрастом активность этого процесса уменьшается.

□ Синтез цереброзидов и сульфатидов протекает наиболее активно в период миелинизации.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ



Нервный импульс

- волна возбуждения, распространяющаяся по нервному волокну

Мембранный потенциал

- разность потенциалов между внутренней и внешней сторонами мембраны, возникающая вследствие неравномерного распределения ионов

Потенциал покоя

- мембранный потенциал, существующий до (или существенно позже) момента стимуляции нервной клетки

Потенциал действия

- временное изменение мембранного потенциала в период стимуляции клетки; распространяется от точки возникновения в обоих направлениях.
Возникает по принципу «всё или ничего»

Проведение нервного импульса

Электротоническое (непрерывное)

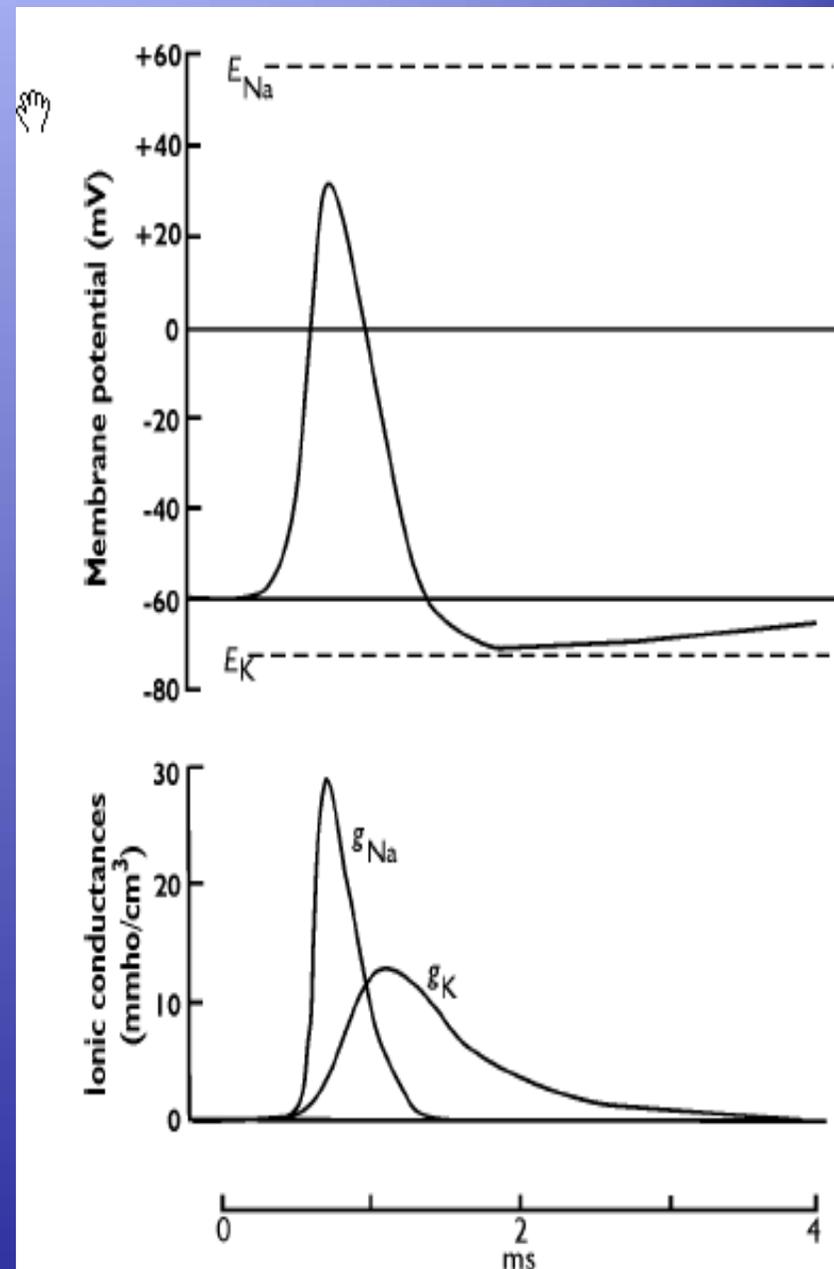
- **Немиелинизированные аксоны**
- **Медленное (не более 3 м/с)**
- **На короткие расстояния**
- **Сигнал быстро затухает**

Сальтаторное (скачкообразное)

- **Дендриты и миелинизированные аксоны**
- **Быстрое (до 120 м/с)**
- **Сигнал длительно не затухает**
- **Известная длина аксонов до 2 м**
- **Существенно экономит энергию АТФ**
- **Существенно повышает компактность построения нервной системы**

Стадии формирования импульса

1. Активация хемозависимых Na-каналов нейромедиатором
2. Открытие потенциал-зависимых Na-каналов в момент достижения порогового потенциала
3. Активация K-каналов вблизи максимума потенциала действия
4. Инактивация Na-каналов
5. Реполяризация и гиперполяризация
6. Восстановление потенциала покоя за счет Na-каналов



Передача сигнала от клетки к клетке

«...окончания ветвей древовидного образования одного нейрона не переходят непрерывно в вещество дендрита или тело другого, а лишь контактируют с ними. Такое особое соединение одной непрерывной клетки с другой можно назвать синапсом»

Шеррингтон (1897 г.)

Синапсы

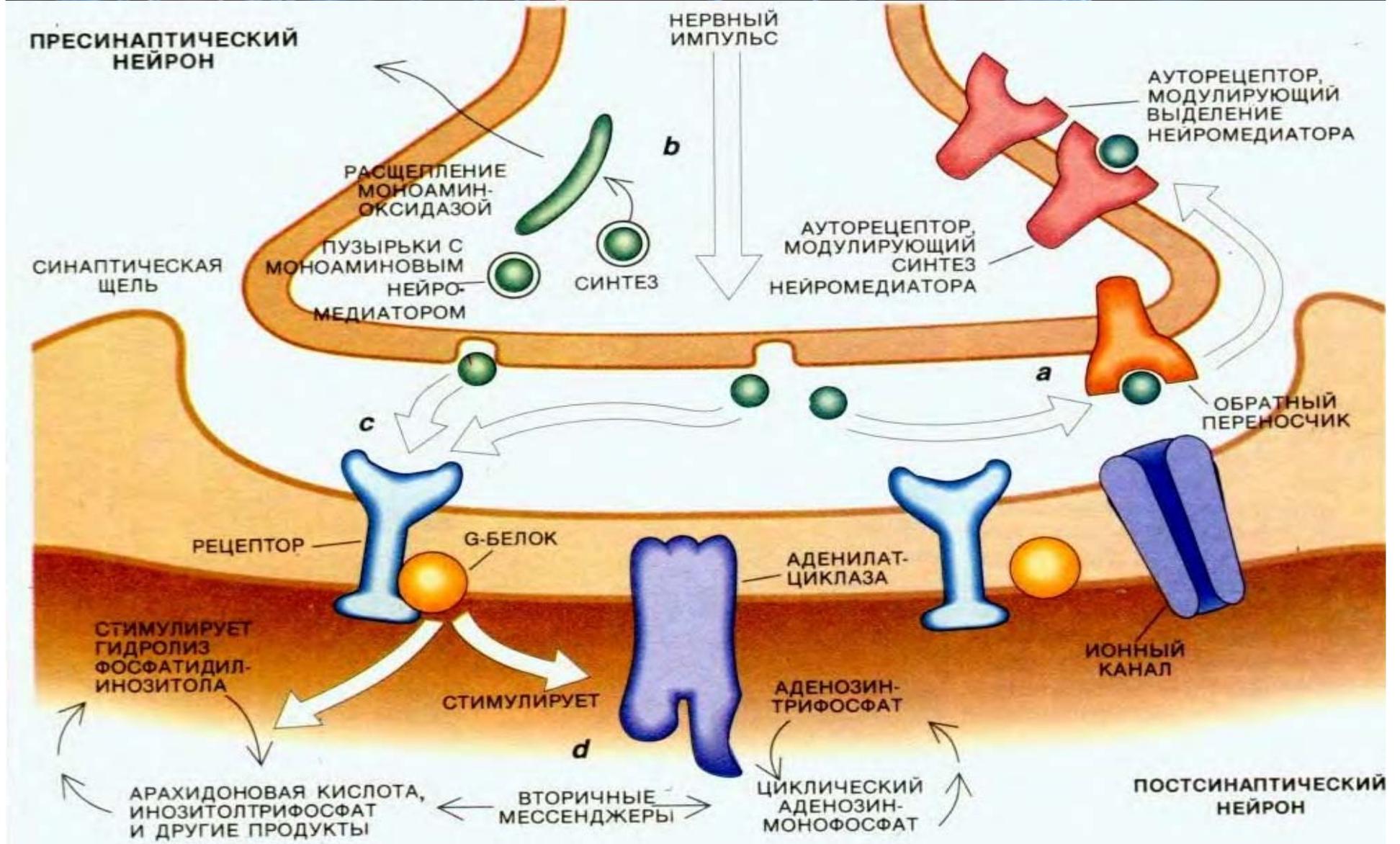


- **Электрические и химические**
- **Простые и специализированные**
- **Возбуждающие и тормозные**
- **С непосредственными и дистантными взаимодействиями**

Электрические синапсы

- **Встречаются редко**
- **Роль в ЦНС у млекопитающих неясна**
- **Обладают однонаправленным действием**
- **Имеют низкое сопротивление (низкоомные щелевые контакты)**
- **Образуются как димеры компонентов мембран соседних клеток**
- **Ингибируются кальцием**

Последовательность событий в химическом синапсе



Последовательность событий в синапсе

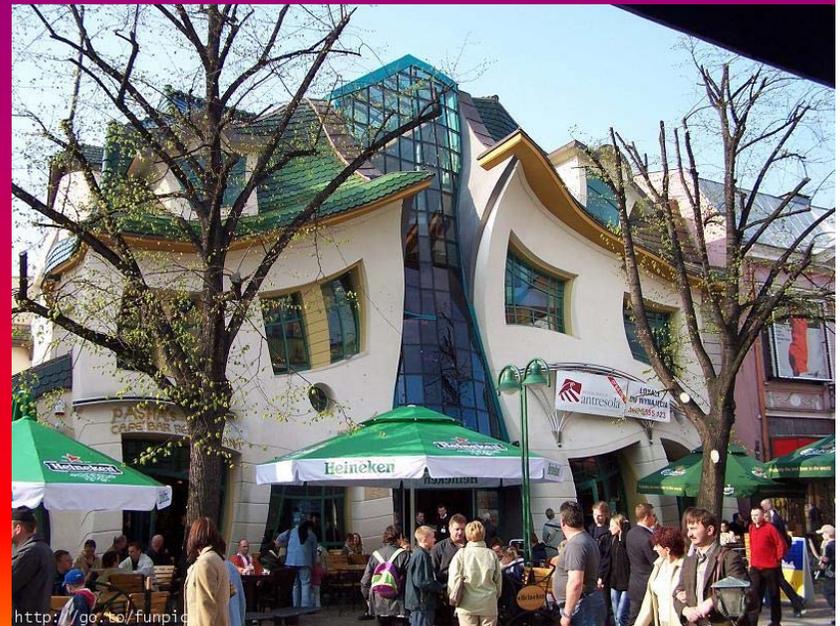
- 1. Синтез нейромедиатора (в теле нейрона или в окончании аксона)**
- 2. Запасание нейромедиатора в везикулах**
- 3. Если нейромедиатор синтезировался в теле нейрона – транспорт его в окончание аксона**
- 4. Выброс нейромедиатора в синаптическую щель посредством экзоцитоза**
- 5. Диффузия нейромедиатора к постсинаптической мембране**
- 6. Рецепция нейромедиатора на постсинаптической мембране**
- 7. Формирование потенциала действия или изменение величины потенциала покоя постсинаптической мембраны**
- 8. Инактивация нейромедиатора в синаптической щели посредством обратного захвата или разрушения**

Заключение

Нервная система представляет собой исключительно сложную, гетерогенную и при этом уникальную систему, как в структурно-морфологическом, так и в функциональном отношении.



*Спасибо за
внимание*



<http://go.to/funpic>