

# Нейрохимия - III



**Зав. кафедрой биохимии  
профессор В.В. Лелевич**



Нервной ткани характерна **высокая интенсивность энергетического обмена** в сравнении с другими тканями.

Головной мозг интенсивно потребляет **кислород** и **глюкозу** из крови.

Важной особенностью энергетического обмена нервной ткани является резкое преобладание в ней **аэробных процессов**.

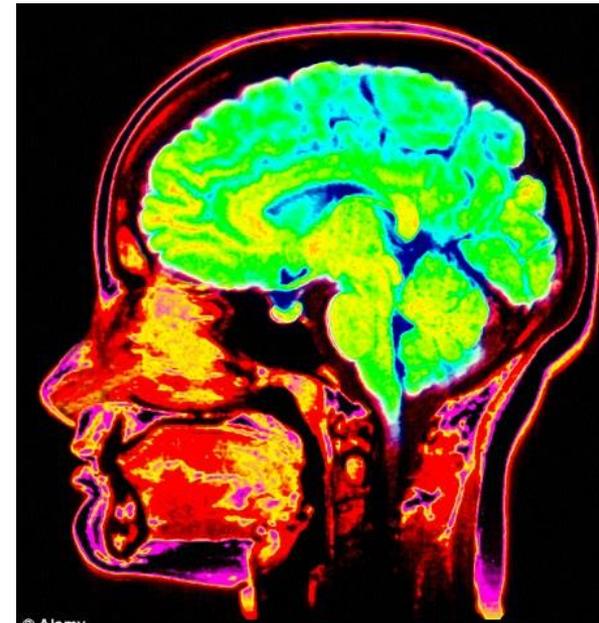


- Скорость потребления кислорода отделами мозга:

**Кора больших полушарий** > мозжечок и промежуточный мозг > средний мозг > продолговатый мозг > **спинной мозг**.

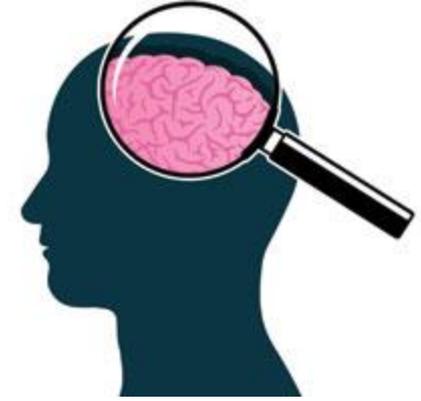
- Потребление кислорода серым веществом на **30 – 50%** выше, чем белым веществом.

- Головной мозг человека, на долю которого приходится **2%** от массы тела, потребляет до **20%** всего кислорода, используемого организмом в покое.
- Периферические нервы используют в **30 раз** меньше кислорода, чем эквивалентное по массе количество ткани из ЦНС.
- Нейроны отличаются более интенсивным дыханием, чем глиальные клетки.





- В нервной ткани невозможна замена основного энергетического субстрата **ГЛЮКОЗЫ** другими соединениями, интенсивно окисляющимися в других тканях.
- **70%** всей производимой в мозге **АТФ** расходуется на поддержание ионных градиентов между нейроном и окружающей средой.



- Ни один орган не поглощает **глюкозу крови** с такой скоростью и в таких количествах, как головной мозг.
- **85 – 90%** глюкозы, потребляемой головным мозгом, окисляется до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .
- **5%** глюкозы – окисляется до **ЛАКТАТА**.
- **5 – 7%** глюкозы используется в других реакциях.

# Энергообеспечение специфических функций нервной ткани

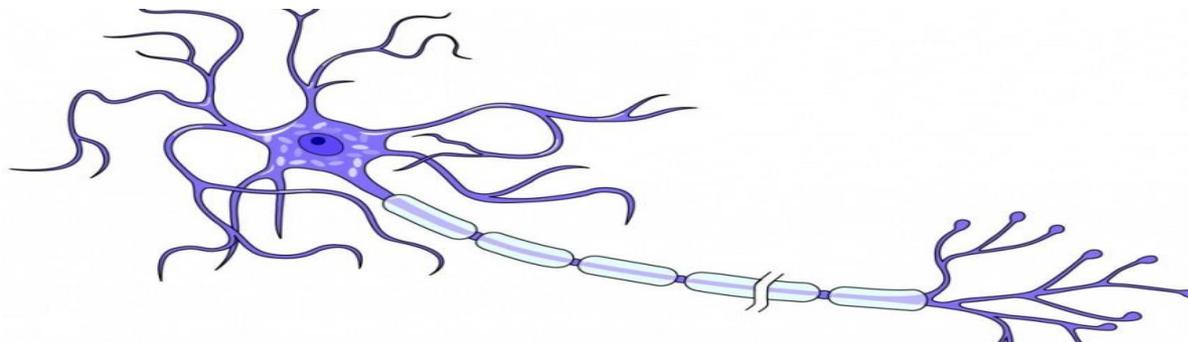
ФУНКЦИИ	БИОХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ
1. Проведение нервных импульсов с последующим восстановлением ионной асимметрии	K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> -АТФазная реакция
2. Поддержание определенной пространственной ориентации и конформации структурных единиц нейрона	Фосфорилирование специфических белков нейрофиламентов и другие реакции

# Энергообеспечение специфических функций нервной ткани

ФУНКЦИИ	БИОХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ
3. Образование синаптических структур; функционирование синапсов	Синтез специфических белков, липо- и гликопротеидных комплексов; синтез и метаболизм нейромедиаторов, транспорт, выделение, обратный захват нейромедиаторов
4. Хранение и переработка информации (нейрологическая память)	Синтез специфических белков, нейропептидов, нуклеиновых кислот, липо- и гликопротеидных комплексов

# Энергообеспечение специфических функций нервной ткани

ФУНКЦИИ	БИОХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ
5. Трансмембранный перенос субстратов, нейромедиаторов	Реакции, катализируемые АТФазными системами, транслоказные реакции
6. Аксональный и ретроградный ток	Фосфорилирование специфических белков (тубулина и др.)



# Цикл трикарбоновых кислот в нервной ткани

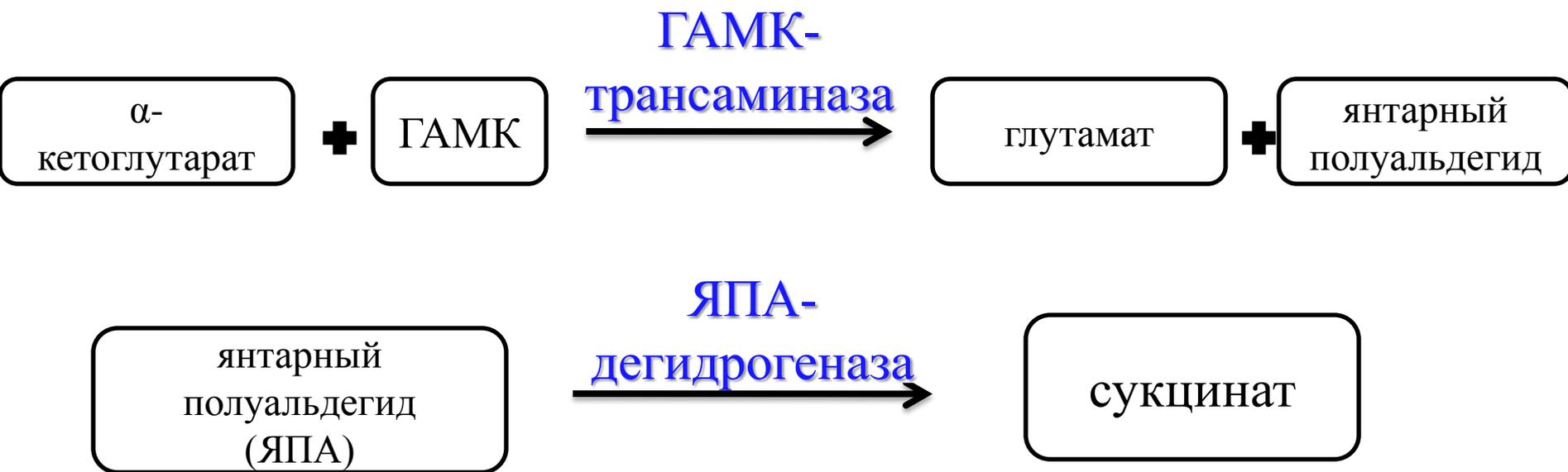


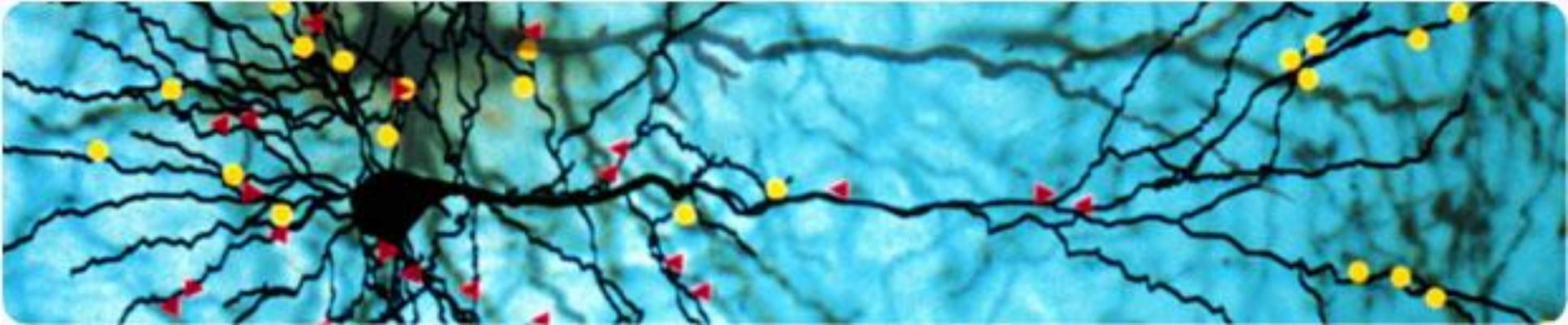
Схема

В нервной ткани в ЦТК имеется ответвление, которое называется **ГАМК-шунт**.

**ГАМК – шунт** представляет собой альтернативный путь превращения

**$\alpha$ -кетоглутарата** в **сукцинат**. Он включает следующие реакции:

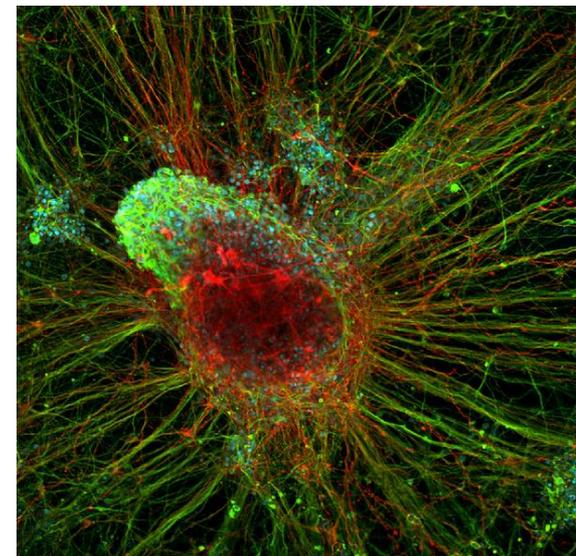




Через ГАМК-шунт может проходить от 10 до 40 % потока субстратов ЦТК на стадии  $\alpha$ -кетоглутарат-сукцинат. Функциональная активация ГАМК-системы, сопровождающаяся торможением в ЦНС и усилением утилизации ГАМК по пути ГАМК-шунта, хорошо согласуется с возможностью ослабления напряженности энергетического обмена в клетках, находящихся в состоянии торможения. Считают, что активация ГАМК-шунта представляет собой неспецифический метаболический механизм защиты мозга от гипоксических повреждений при экстремальных состояниях.

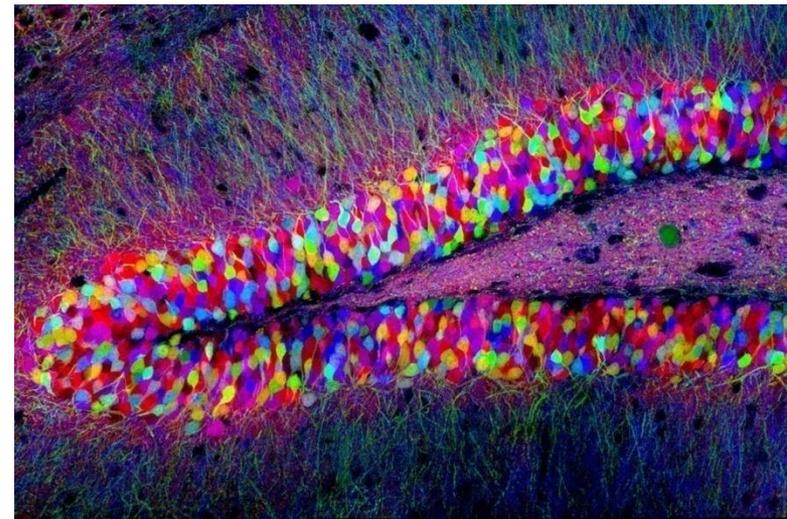
# Регуляция ЦТК в головном мозге

- Активность лимитирующих ферментов (**цитратсинтаза** и **НАД-изоцитратдегидрогеназа**) в мозге значительно выше, чем в других тканях.
- В головном мозге существует единый функциональный комплекс из двух ферментов – **цитратсинтазы** и **НАД-изоцитратдегидрогеназы**, регулируемый однонаправленно и синхронно в зависимости от энергетических потребностей ткани.
- Доминирующим механизмом регуляции скорости ЦТК в мозге является **адениннуклеотидный контроль**, определяемый соотношением компонентов адениннуклеотидного пула.



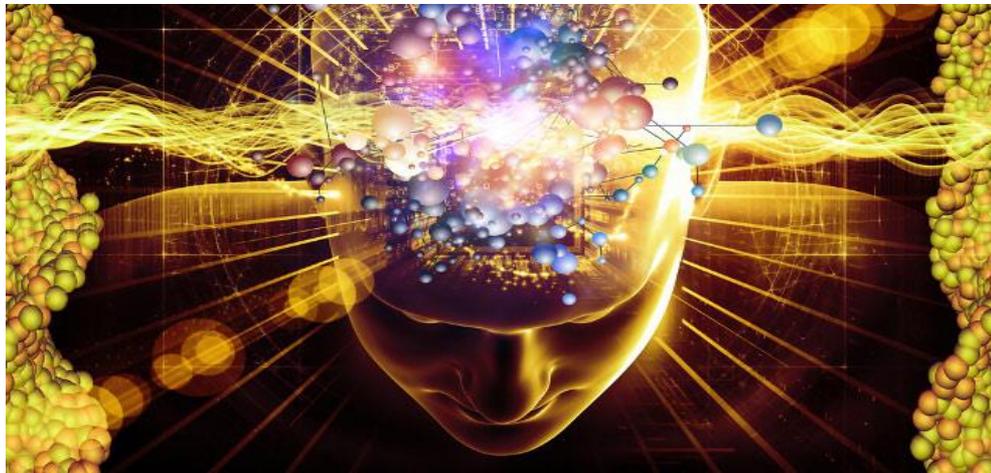
# Углеводный обмен в головном мозге

- Функциональная активность мозга в наибольшей степени зависит от обмена углеводов.
- Головной мозг в качестве энергетического материала использует почти исключительно **глюкозу**.
- Доминирующим путем метаболизма глюкозы в нервной ткани является **аэробный гликолиз**.



# Углеродный обмен в головном мозге

- Необычайно важная роль для метаболизма мозга **гексокиназы**, как основного механизма вовлечения **ГЛЮКОЗЫ** в **ГЛИКОЛИЗ**.
- Существование единого функционального комплекса из двух ферментов – **гексокиназы** и **фосфофруктокиназы** – синхронно и однонаправлено регулируемого пулом адениловых нуклеотидов.
- Проблематичность взаимоотношений мозг – **инсулин**.

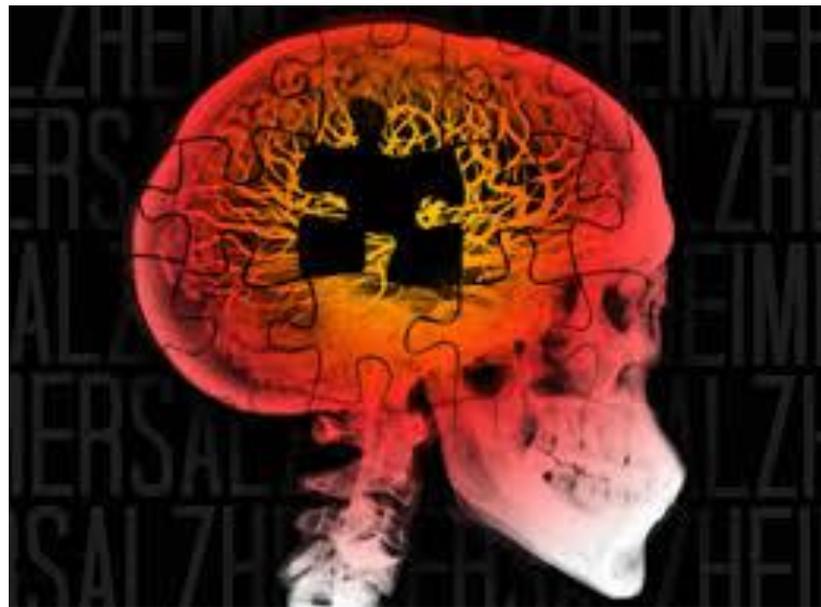


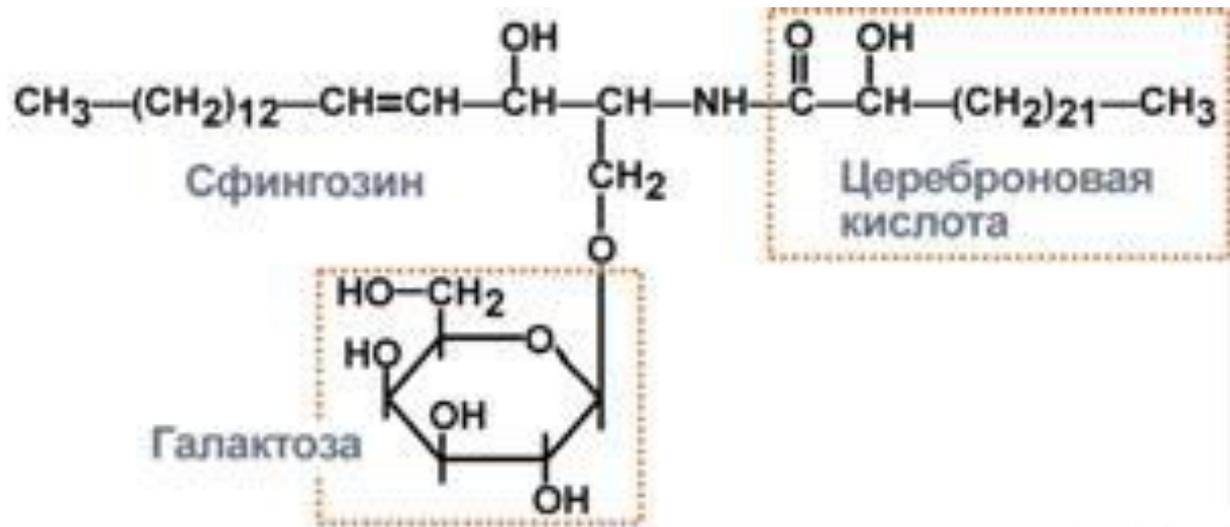
# Липиды головного мозга

Головной мозг отличается высоким содержанием липидов.

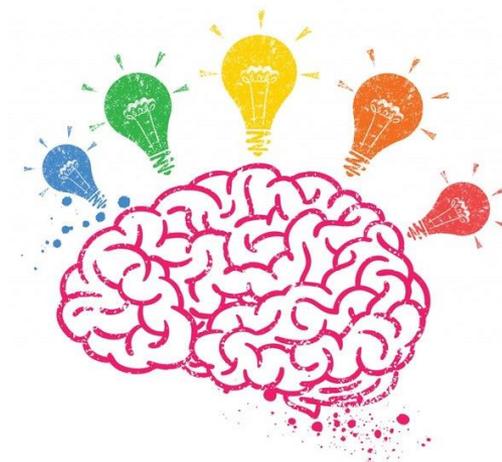
Почти все липиды головного мозга представлены тремя фракциями:

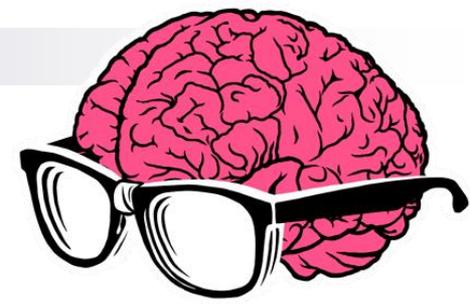
- ❑ Глицерофосфолипидами;
- ❑ Сфинголипидами;
- ❑ Холестеролом (свободным).



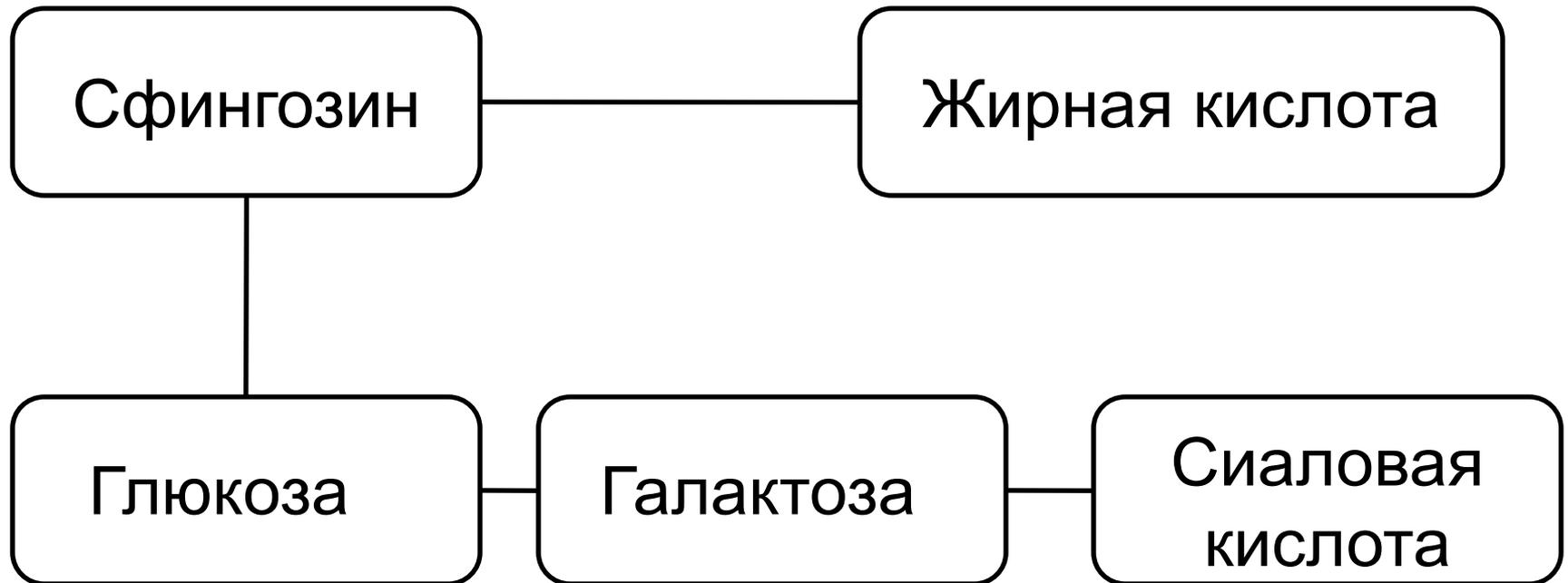


цереброзид





# Схема строения ганглиозидов



# 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

# Особенности состава и обмена липидов в нервной ткани.

- 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.
- Основной представитель стеролов в нервной ткани – **холестерин**, на долю которого приходится около **25%** от суммарного содержания липидов. в то же время в мозге взрослых мало эфиров холестерина.



# Особенности состава и обмена липидов в нервной ткани.



- Фосфолипиды нервной ткани составляют до **70%** от суммарного содержания липидов в сером веществе и до **45-50 %** - в белом веществе мозга. Обнаружена необычайно высокая гетерогенность фосфолипидов мозга по сравнению с висцеральными органами.
- Содержание и соотношение отдельных классов липидов значительно изменяются в ходе развития и дифференцировки мозга. Наиболее интенсивно эти процессы протекают в раннем постнатальном онтогенезе.

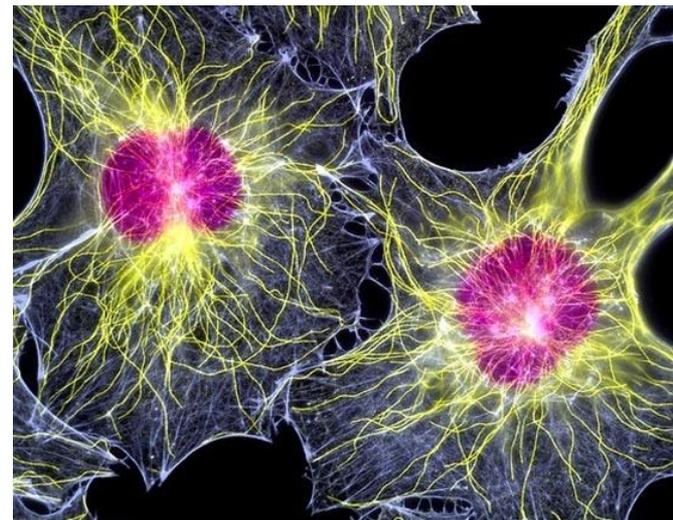
# Особенности состава и обмена ЛИПИДОВ в нервной ткани.

■ Уровень свободных жирных кислот в мозге весьма невелик; напротив, установлено высокое содержание и огромное разнообразие жирных кислот в липидах нервной ткани. основную массу жирных кислот липидов мозга составляют пальмитиновая 16:0, стеариновая 18:0, олеиновая 18:1 и арахидоновая 20:4 кислоты. в мозге идентифицировано около 50 индивидуальных жирных кислот, в том числе полиненасыщенных, длинноцепочечных и гидрокислот, которыми особенно богаты цереброзиды и сульфатиды. гетерогенность жирных кислот липидов мозга лежит в основе структурной лабильности мембран и определяет их важнейшие физико-химические свойства.



# Особенности состава и обмена ЛИПИДОВ в нервной ткани.

Установлены существенные различия в липидном составе важнейших мембранных образований нервной ткани. обращает на себя внимание высокое содержание и чрезвычайно разнообразие **ганглиозидов**, особенно в мембранах нервных окончаний и в дендритах. именно здесь наиболее полно проявляется функциональная роль этих специфических липидов, участвующих в связывании различных катионов ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  и др.), в процессах адгезии, в обеспечении иммунохимической специфичности и др.



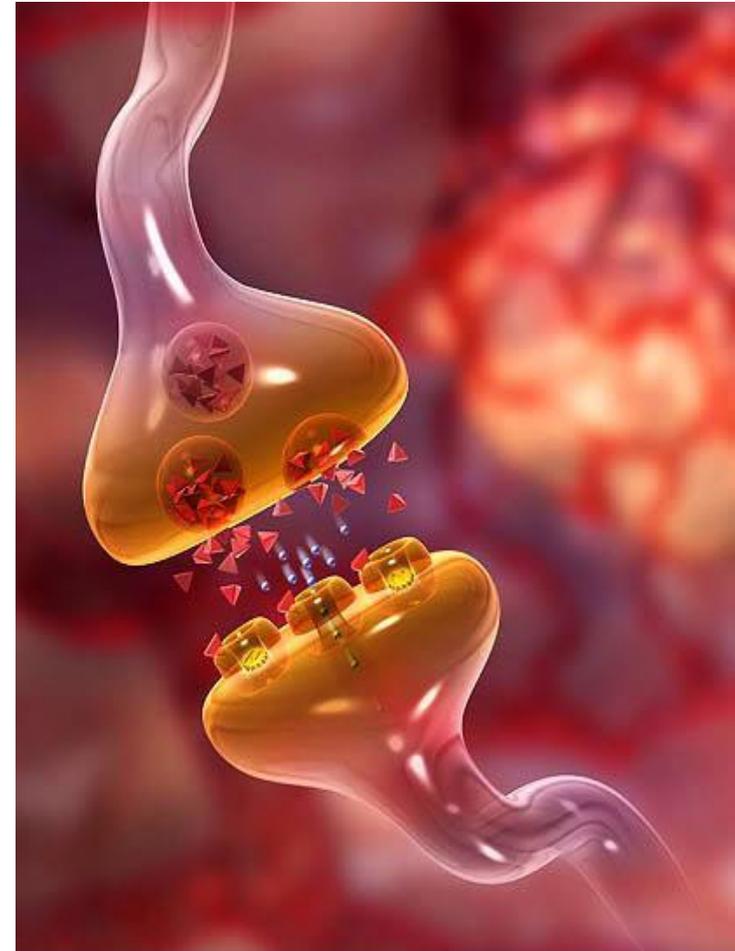
# Особенности состава и обмена липидов в нервной ткани.



- Специфическими липидными компонентами миелина являются **цереброзиды** и **сульфоцереброзиды**; установлено высокое содержание в **миелине** холестерина (**20-25%**) и фосфолипидов (**40-45%** от суммарного содержания липидов), в том числе плазмалогенов, доля которых в миелине составляет более **90%** от их количества в целом мозге.

# Особенности состава и обмена ЛИПИДОВ в нервной ткани.

- Организованная многослойная структура **миелина**, имеющая самое высокое содержание **ЛИПИДОВ**, поддерживается длинно- и короткорadiusными взаимодействиями между липидами, основным и протеолипидным белками. формирование миелина является сложным синхронизированным процессом взаимодействия аксона и глии, любое его нарушение вызывает демиелинизацию.



Спасибо за внимание!

