

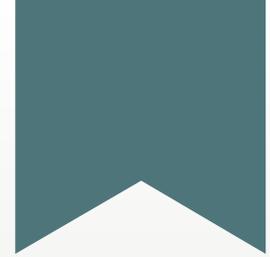
**Углеводный обмен, глюкоза,
гликозилированный гемоглобин,
инсулин.**

Алматы 2018

Углеводный обмен — совокупность процессов превращения моносахаридов и их производных, а также гомополисахаридов, гетерополисахаридов и различных углеводсодержащих биополимеров (гликоконъюгатов) в организме человека и животных.

В сутки человек потребляет **400-600 г различных углеводов.**

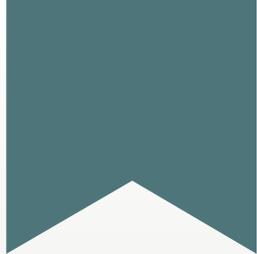
Углеводы



**Моносахариды(глюкоза, фруктоза или галактоза)
Дисахариды (сахароза, латоза)**

Полисахариды представляют собой углеводы, содержащие три и более молекул простых углеводов(декстрины, крахмалы, гликогены и целлюлозы.)

Глюкоза



- **Один из наиболее важных углеводов — глюкоза — является не только основным источником энергии, но и предшественником пентоз, уроновых кислот и фосфорных эфиров гексоз. Глюкоза образуется из гликогена и углеводов пищи — сахарозы, лактозы, крахмала, декстринов. Кроме того, глюкоза синтезируется в организме из различных неуглеводных предшественников.**
- 

Основная роль углеводов определяется их энергетической функцией.

Глюкоза крови является *непосредственным источником энергии в организме.*

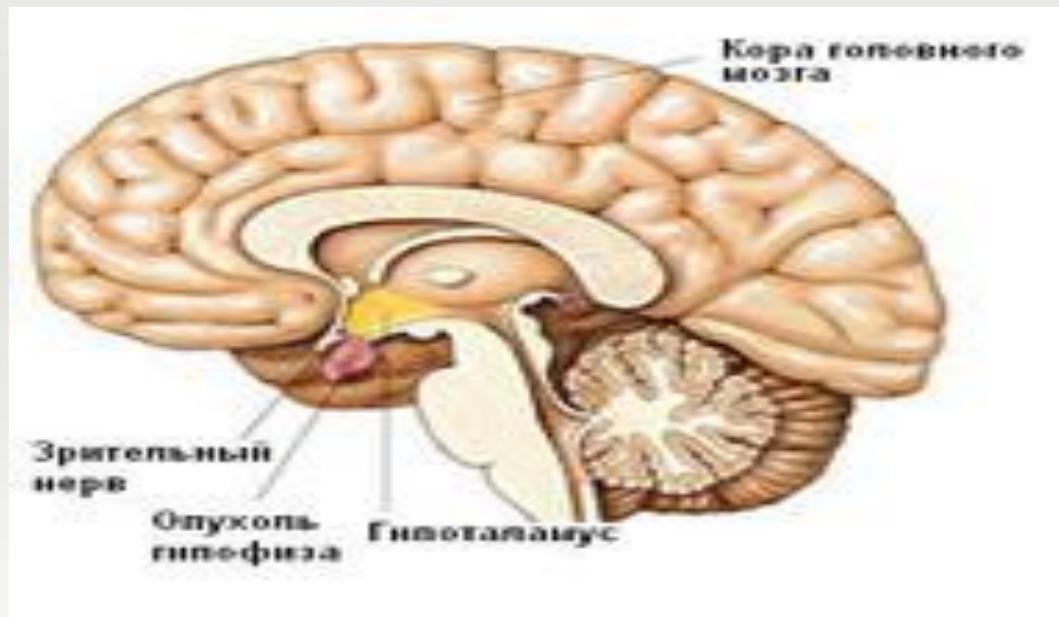
Быстрота распада и окисления глюкозы, а также возможность её быстрого извлечения из депо обеспечивают экстренную мобилизацию энергетических ресурсов при стремительно нарастающих затратах энергии (эмоциональное возбуждение, мышечные нагрузки).

Уровень глюкозы в крови (3,3-5,5 мМ/л) является важнейшей гомеостатической константой организма.

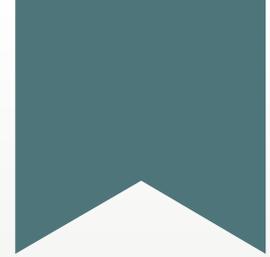
Особенно **чувствительна к уровню сахара в крови ЦНС**, поскольку её метаболические и энергетические потребности покрываются почти целиком за счёт глюкозы (**ткань мозга использует примерно 2/3 всей глюкозы, поступающей в кровь**).

Незначительная гипогликемия проявляется общей слабостью и быстрой утомляемостью.

При снижении уровня сахара крови до **2,8–2,2 ммоль/л** наступают судороги, бред, потеря сознания.



Регуляция обмена углеводов

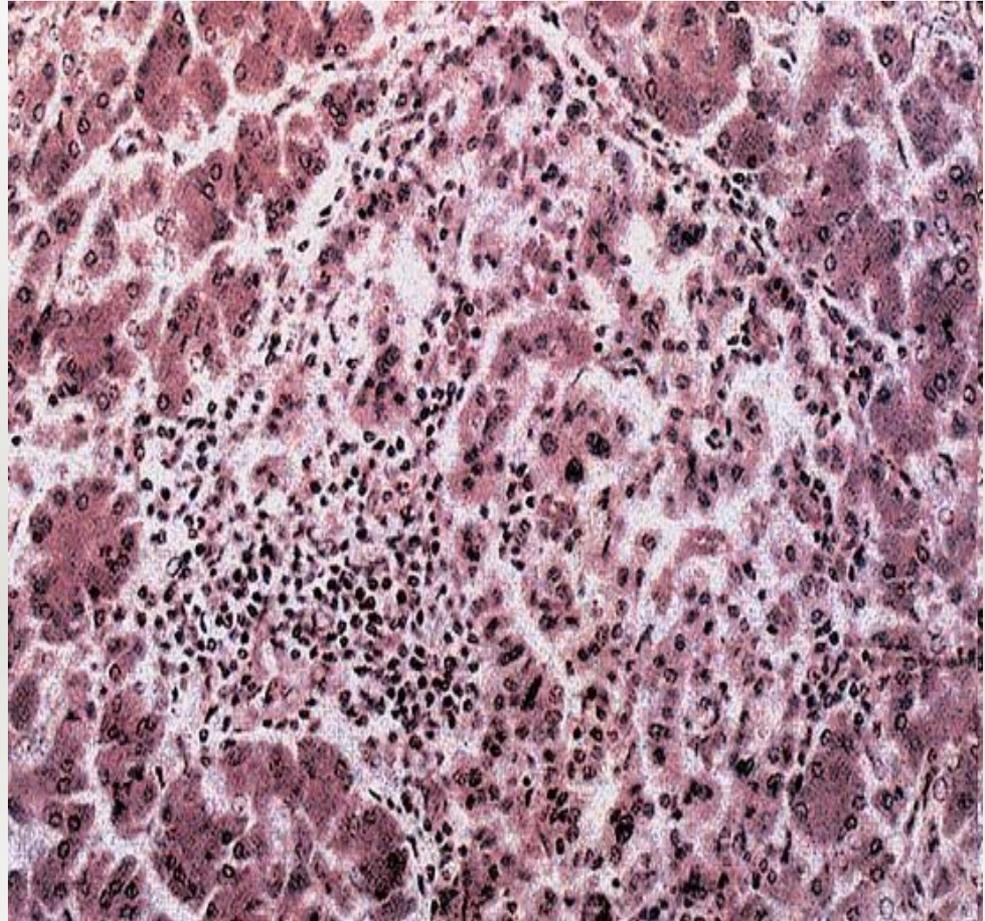


Изменения в содержании глюкозы в крови воспринимаются **глюкорецепторами**, сосредоточенными в основном в печени и сосудах, а также клетками вентромедиального отдела **гипоталамуса**.

Центральным звеном регуляции уровня глюкозы является **гипоталамус**. Отсюда регулирующие влияния реализуются **вегетативными нервами** и **гуморальными факторами**.

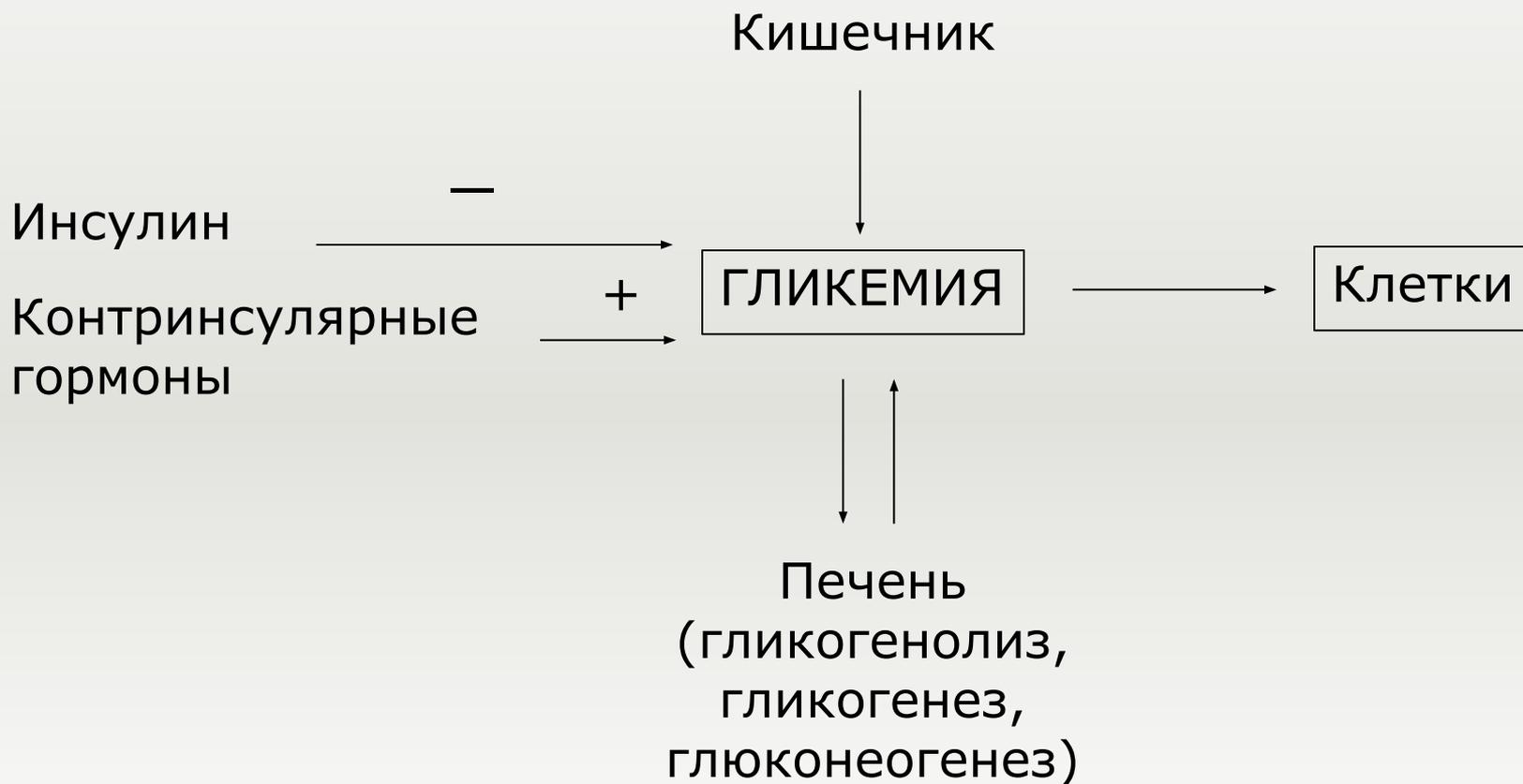
Инсулин

Инсу́лин (от лат. *insula* «остров») — гормон пептидной природы, образуется в бета-клетках островков Лангерганса поджелудочной железы. Оказывает многогранное влияние на обмен практически во всех тканях. Основное действие инсулина заключается в снижении концентрации глюкозы в крови. С



Нормальная концентрация глюкозы в крови – 3,3-5,5 ммоль/л

Глюкостат – поддержание постоянного уровня
глюкозы в крови



Регуляция уровня гликемии

Снижение уровня
глюкозы:

Инсулин

Контринсулярные
гормоны: повышение
уровня глюкозы

Катехоламины

Глюкагон

Кортизол

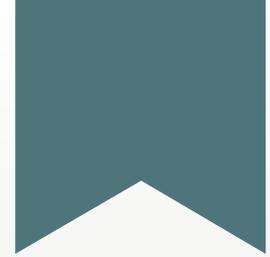
Гормон роста

Тиреоидные
гормоны

Эффекты инсулина на обмен

Тип обмена	Гепатоцит	Адиipoцит	Скелетный миоцит
Углеводы	↓ глюконеогенез; ↓ гликогенолиз; ↑ гликолиз; ↑ гликогенез	↑ захват глюкозы; ↑ синтез глицерина	↑ захват глюкозы; ↑ гликолиз; ↑ гликогенез
Жиры	↑ липогенез; ↓ липолиз	↑ синтез триглицеридов; ↑ синтеза жирных кислот; ↓ липолиза	-
Белки	↓ расщепления белка	-	↑ захват аминокислот; ↑ синтеза белка

Типовые нарушения обмена углеводов



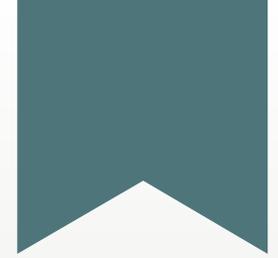
1. **Нарушения переваривания и всасывания**
2. **Нарушения глюконеогенеза и гликолиза**
3. **Нарушения захвата глюкозы клетками**
4. **Гипогликемия, гипергликемия**

Гипергликемия – состояние, характеризующиеся увеличением уровня глюкозы плазмы крови **выше 6,05 ммоль/л** (периферической крови – **выше 5,5 ммоль/л**).

Причины гипергликемии:

- 1) эндокринопатии,
- 2) неврологические и психогенные расстройства,
- 3) переедание,
- 4) патология печени.

Гипергликемия



(греч. hyper – над, выше; glykys - сладкий; haima – кровь)

состояние, характеризующееся повышением уровня глюкозы плазмы выше нормы (6,0 ммоль/л натощак)

По степени тяжести:

- **Легкая** гипергликемия (при уровне глюкозы 6–10 ммоль/л);
- **Средняя** гипергликемия (при уровне глюкозы 10–16 ммоль/л);
- **Тяжелая** гипергликемия (при уровне глюкозы более 16 ммоль/л).

Механизмы гипергликемии:

1. Всасывание в кишечнике большого количества глюкозы:

– одномоментный прием большого количества легкоусвояемых углеводов (мед, сахар, глюкоза)

– демпинг-синдром

2. Усиление распада гликогена (гипергликемия не связана с приемом пищи):

– нейрогенная гипергликемия (активация симпатико-адреналовой системы)

– увеличение продукции контринсулярных гормонов

3. Активация глюконеогенеза (АКТГ, глюкокортикоиды, глюкагон)

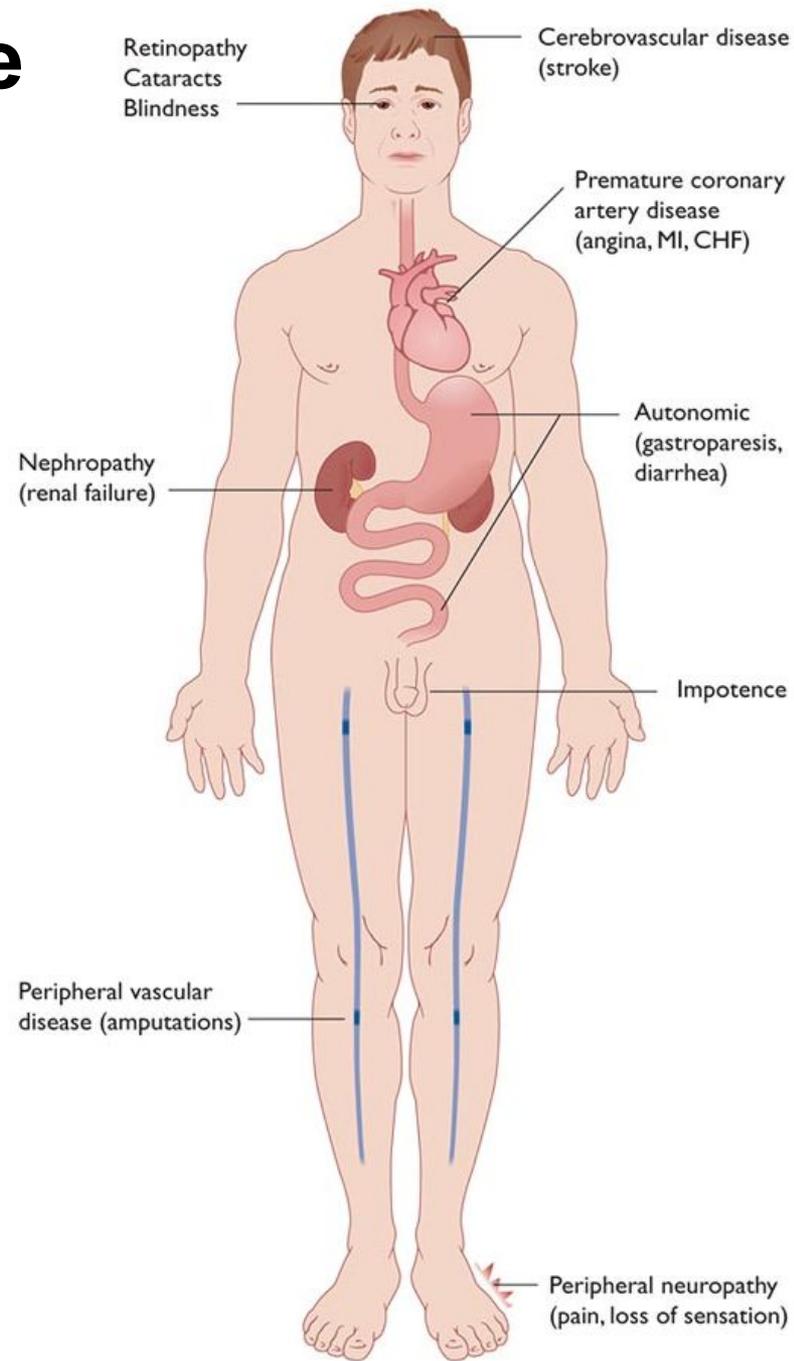
4. Уменьшение использования глюкозы клетками

Сахарный диабет – это группа метаболических (обменных) заболеваний, характеризующихся хронической гипергликемией, которая является результатом нарушения секреции инсулина, действия инсулина или обоих этих факторов

Параметр	Тип 1	Тип 2
<i>Начало</i>	Внезапное	Постепенное
<i>Эндогенный инсулин</i>	Низкий или нулевой	Нормальный, повышенный и подавленный
<i>Кетоацидоз</i>	Часто	Редко
<i>Возраст начала</i>	Любой	Всегда у взрослых
<i>Масса тела</i>	Обычно снижена	Ожирение или норма
<i>Лечение</i>	Инсулин	Диета, пероральные гипогликемические средства и инсулин
<i>Семейный анамнез</i>	10%-15%	30%
<i>Конкордантность у близнецов</i>	30%-50%	70%-90%
<i>Связь с гаплотипами HLA</i>	HLA-DR, HLA-DQ	Unrelated
<i>Аутоантитела</i>	У большинства (> 85%)	Отсутствуют, за исключением сопутствующего СД1

Важнейшие клинические проявления СД

- Ретинопатия
- Нарушения мозгового кровообращения
- Ишемическая болезнь сердца
- Вегетопатия (гастропарез, диаррея)
- Нарушения кровообращения в конечностях
- Периферическая нейропатия (боль, потеря чувствительности)
- Нефропатия (почечная недостаточность)



Диагностические критерии сахарного диабета

- **Диагностические критерии:**
 - • **слабость;**
 - • **недомогание;**
 - • **снижение работоспособности;**
 - • **апатию;**
 - • **кожный и влагилицный зуд;**
 - • **полиурию;**
 - • **полидипсию;**
 - • **периодическую нечеткость зрения;**
 - • **ощущение жара в стопах;**

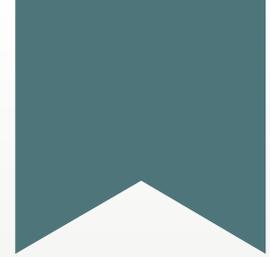
Анамнез

- Заболевание обычно манифестирует в возрасте старше 40 лет, ему предшествует наличие компонентов метаболического синдрома (ожирение, артериальная гипертензия и т.д.).

Физикальное обследование

- Пациенты с СД 2 типа имеют:
 - признаки ИР: висцеральное ожирение, АГ, акантозис нигриканс;
 - увеличение размеров печени;
 - признаки дегидратации (сухость слизистых, кожи, снижение тургора кожи);
 - признаки нейропатии (парестезии, дистрофические изменения кожи и ногтей, язвенные дефекты стоп).

- **Лабораторные исследования:**



**Биохимический анализ крови:
гипергликемия**

Глюкозотолерантный тест

- Глюкозотолерантный тест (ГТТ) — лабораторный метод исследования, применяемый в эндокринологии для диагностики нарушения толерантности к глюкозе (предиабет) и сахарного диабета. По способу введения глюкозы различают:
 - пероральный
 - внутривенный

Методика проведения

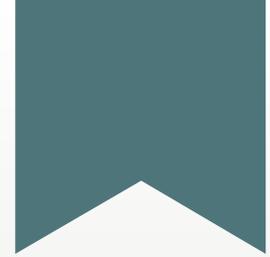


- Суть метода заключается в измерении у пациента уровня глюкозы крови натощак, затем в течение 120 минут предлагается выпить стакан теплой воды, в котором растворена глюкоза (75 граммов, у детей 1,75 г на кг массы тела). Измерения проводят через каждые 2 часа составления сравнительного графика по толерантности к глюкозе. так как может быть упущен пик, который показывает скрытый сахарный диабет)

Оценка результата



Время определения	Цельная капиллярная кровь	Венозная плазма
<u>НОРМА</u>		
Натошак и через 2 часа после ПГТТ	<5,6 <7,8	<6,1 <7,8
<u>Сахарный диабет</u>		
Натошак ** или через 2 часа после ПГТТ или случайное определение	$\geq 6,1$ $\geq 11,1$ $\geq 11,1$	$\geq 7,0$ $\geq 11,1$ $\geq 11,1$



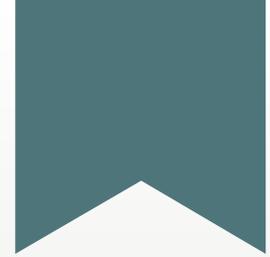
Гипогликемия

Гипогликемия – состояние, характеризующиеся снижением уровня глюкозы плазмы крови **ниже 3,58 ммоль/л** (перифери-ческой крови **ниже 3,3 ммоль/л**).

Степени тяжести гипогликемии:

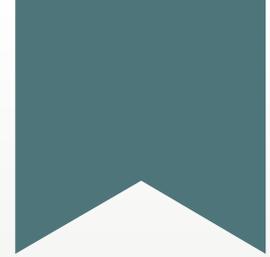
- **Лёгкая** – содержание глюкозы в крови *2,7-3,3 ммоль/л*
- **Средней тяжести** – содержание глюкозы в крови *2,2-2,7 ммоль/л*
- **Тяжёлая** – содержание глюкозы в крови *ниже 2,2 ммоль/л*

Механизмы гипогликемии



- **Усиление потребления глюкозы клетками**
 - гиперинсулинизм, введение инсулина
 - образование инсулиноподобных факторов роста
- **Нарушения гликогенолиза (гликогенозы, цирроз печени)**
- **Нарушения реабсорбции глюкозы (почечный диабет)**
- **Длительная интенсивная физическая нагрузка**

Компенсаторные механизмы при гипогликемии

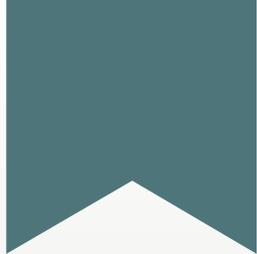


- **Активация симпатoadреналовой системы (гликогенолиз)**
- **Увеличение продукции контринсулярных гормонов: активация гликогенолиза, глюконеогенеза, активация липолиза и снижение утилизации глюкозы**

Гипогликемия

- **Гипогликемическая реакция.** Острое временное снижение глюкозы до нижней границы нормы (как правило, до 4,0—3,6 ммоль/л).
- **Гипогликемический синдром.** Стойкое снижение уровня глюкозы ниже нормы (до 3,3—2,5 ммоль/л), сочетающееся с расстройством жизнедеятельности организма.
- **Гипогликемическая кома.** Состояние, характеризующееся падением уровня глюкозы ниже нормы (2,0—1,5 ммоль/л), потерей сознания, значительными расстройствами жизнедеятельности организма.

Гипогликемическая реакция



— острое временное уменьшение уровня глюкозы до нижней границы нормы

Причины:

Острая избыточная, но преходящая секреция инсулина (через несколько часов после нагрузки глюкозой, особенно у лиц пожилого и старческого возраста)

Проявления:

- Легкое чувство голода
- Мышечная дрожь
- Тахикардия

выражены слабо,
усиливаются при
стрессе и физической
нагрузке

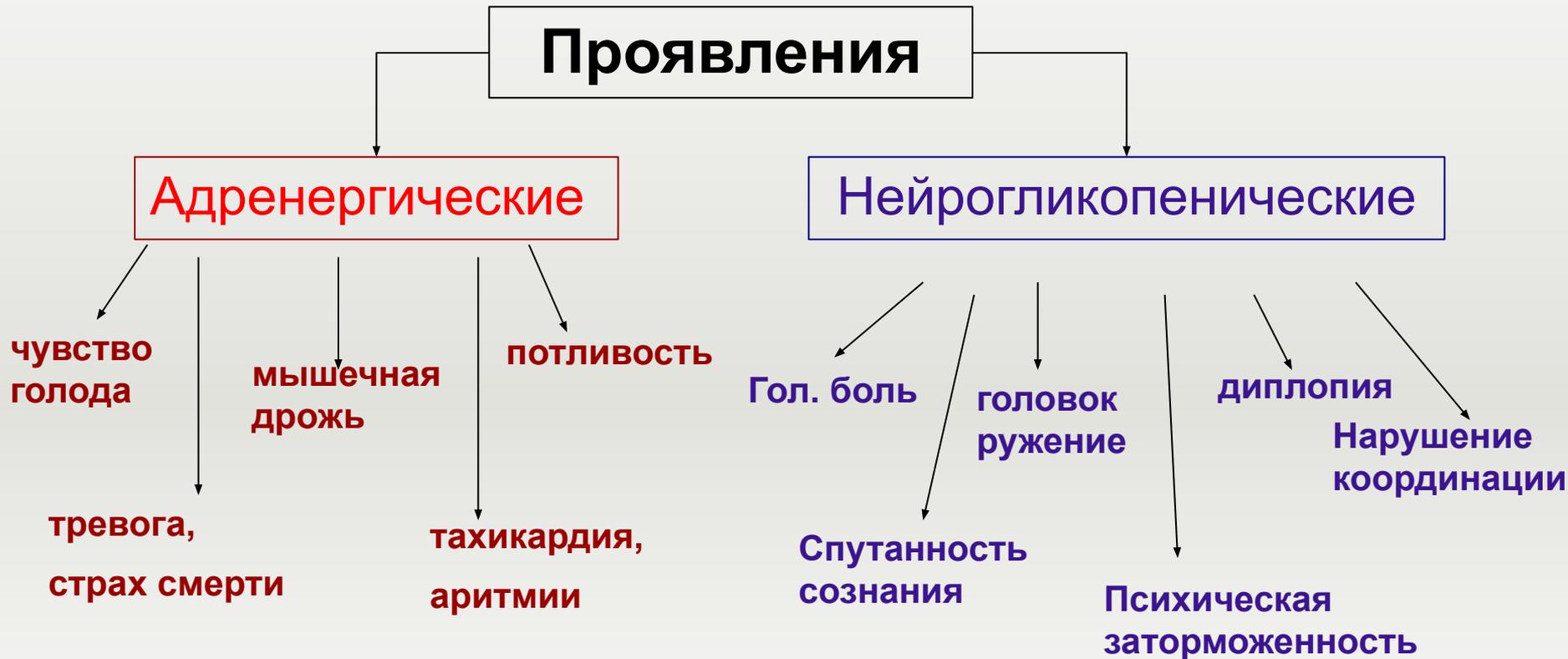
Клиника гипогликемии

- Гипогликемическая реакция.
- Гипогликемический синдром.
- Гипогликемическая кома.

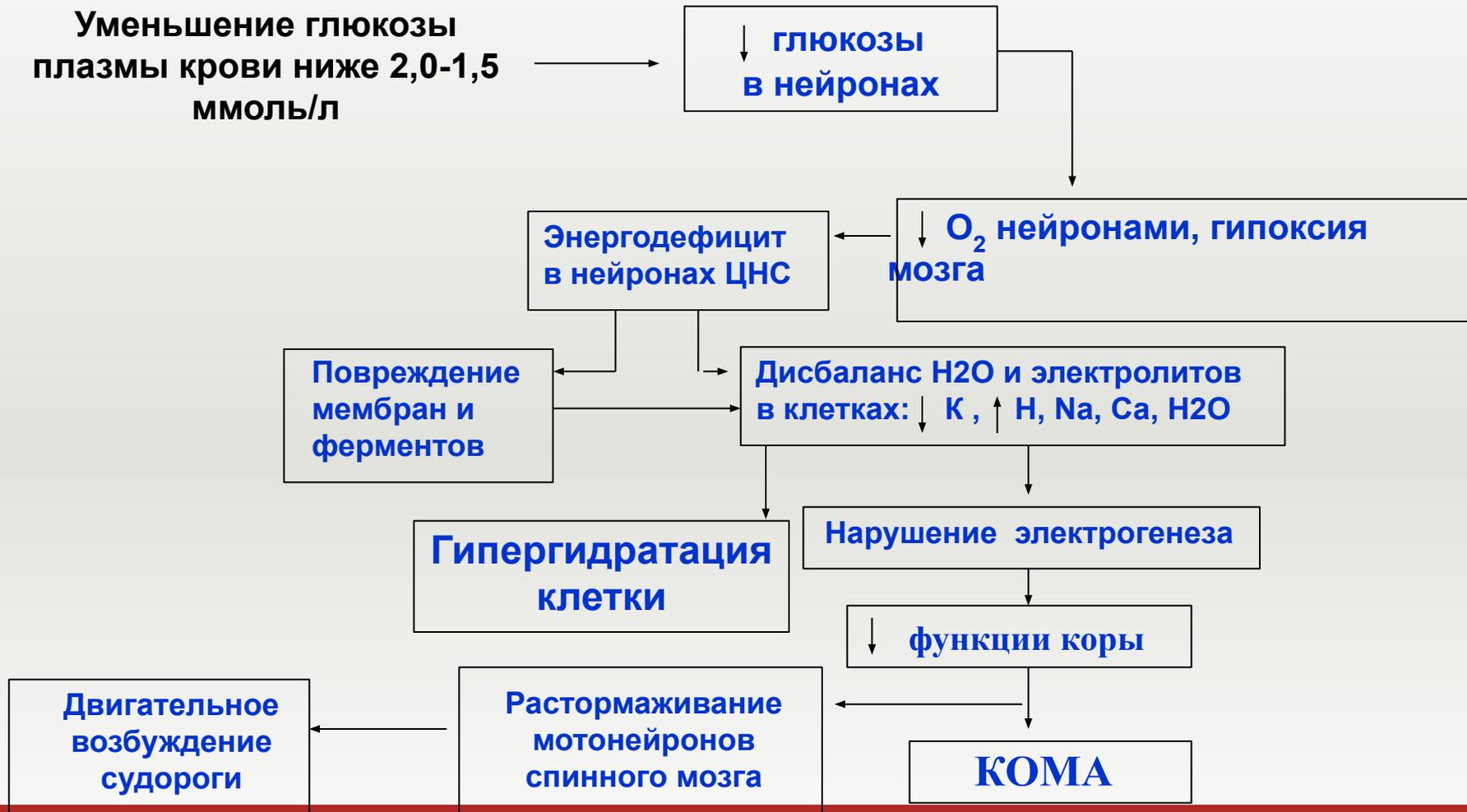


Гипогликемический синдром

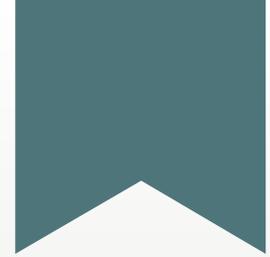
- стойкое ↓ [г/л] плазмы крови ниже нормы (3,3 – 2,5 mM/L),
сопровожающееся расстройством жизнедеятельности организма



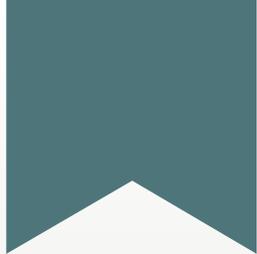
Гипогликемическая кома

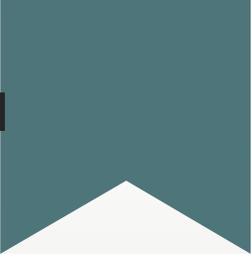


Гликозилированный гемоглобин



- Гликированный (гликозилированный) (HbA1c) гемоглобин — это часть всего гемоглобина, циркулирующего в крови, которая оказывается связана с глюкозой.

- 
- **Анализ крови на гликированный гемоглобин позволяет выявить диабет на ранней стадии, когда анализ на сахар натошак еще показывает, что все нормально. Анализ крови на сахар натошак не позволяет вовремя диагностировать диабет. Из-за этого опаздывают с лечением, и осложнения успевают развиваться. Анализ на гликированный гемоглобин — это своевременная диагностика диабета 1 и 2 типа, а потом контроль эффективности лечения.**

- 
- **Анализ на гликированный гемоглобин можно сдавать в любое время, не обязательно натощак;**
 - **он более точный, чем анализ крови на сахар натощак, позволяет раньше выявить диабет;**
 - **проводить его быстрее и проще, чем 2-часовой тест на толерантность к глюкозе;**
 - **позволяет четко ответить на вопрос, есть у человека диабет или нет;**
 - **помогает выяснить, насколько хорошо диабетик контролировал свой сахар в крови за последние 3 месяца;**
- 

Результаты анализа%	Что означает?
<5,7	С обменом углеводов у вас все нормально, риск диабета минимальный
5,7-6,0	Диабета еще нет, но его риск повышенный. Самое время перейти на низко-углеводную диету для профилактики.
6,1-6,4	Риск диабета максимально высокий. Переходите на здоровый образ жизни и, в частности, на низко-углеводную диету.
>6,5	Предварительный диагноз «сахарный диабет». Нужно провести дополнительные тесты, чтобы подтвердить или опровергнуть его.