

Лабораторная диагностика сахарного диабета



Оглавление

- 1 Метаболизм углеводов
- 2 Регуляция углеводов в крови
- 3 Сахарный диабет
- 4 Классификация СД
- 5 Диагностика и мониторинг СД

Метаболизм углеводов

Суточная потребность в углеводах для взрослого человека составляет 400-500 г.

Их основным источником являются продукты растительного происхождения.

Животная пища служит источником гликогена, а молочные продукты - лактозы (молочного сахара).

Углеводы пищи разделяются на рафинированные (освобожденные от сопутствующих примесей в процессе очистки) и не рафинированные, представленные преимущественно крахмалом с сопутствующей клетчаткой.

Источниками рафинированных углеводов являются кондитерские изделия, выпечка из высших сортов пшеничной муки, свекловичный и тростниковый сахар.

Сахароза, фруктоза и глюкоза, содержащиеся в них, быстро всасываются в кровь и способствуют жиरोобразованию при избыточном содержании в рационе.

Крахмал картофеля, зерновых, овощей и фруктов расщепляется постепенно, образующиеся моносахариды всасываются медленно, а клетчатка частично перерабатывается микрофлорой кишечника. Ее пищевые волокна участвуют также в формировании каловых масс и регулируют моторную функцию кишечника.

Метаболизм углеводов

Глюкоза является основным энергетическим субстратом.

Источниками глюкозы для организма служат:

- углеводы пищи
- эндогенное производство глюкозы (преимущественно печенью) путем гликогенолиза (высвобождение глюкозы, хранившейся в виде гликогена) и глюконеогенеза (синтез глюкозы и других веществ, например лактата, глицерола и большинства аминокислот).

Концентрация глюкозы крови зависит от соотношения выброса ее в кровотоки и утилизации тканями.

Концентрация глюкозы в норме жестко контролируется, и у здоровых людей редко падает ниже 2,8 ммоль/л или превышает 8,0 ммоль/л, независимо от того, голодал человек или недавно принимал пищу.

Гормональная регуляция содержания углеводов в крови.

- Гормональная регуляция, метаболизма глюкозы в основном происходит при увеличении или снижении концентрации глюкозы в крови.
- При нормальной концентрации глюкозы используется ее метаболическая регуляция.
- После приема пищи у человека наблюдается кратковременная гипергликемия (не более 1,5-2 часов), стимулирующая выброс гормона инсулина β -клетками островка Лангерганса поджелудочной железы.

Регуляция концентрации глюкозы в крови

Эндокринная система

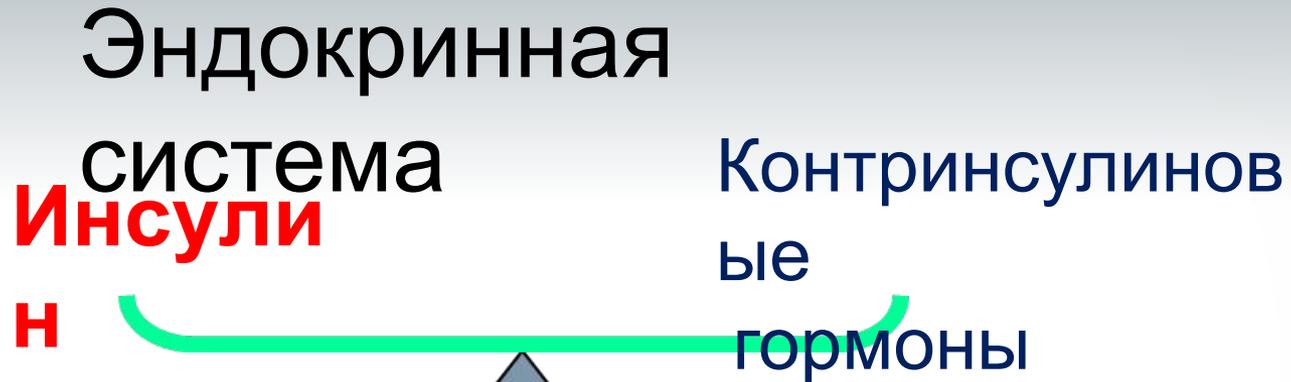


Нервная система



Концентрация глюкозы в
крови

Регуляция концентрации глюкозы в крови



Глюкоза
3,6-6,1
ммоль/л

Контринсулиновые гормоны:

- Глюкагон
- Катехоламины
- Глюкокортикоиды
- Тироксин
- СТГ

Регуляция концентрации глюкозы в крови

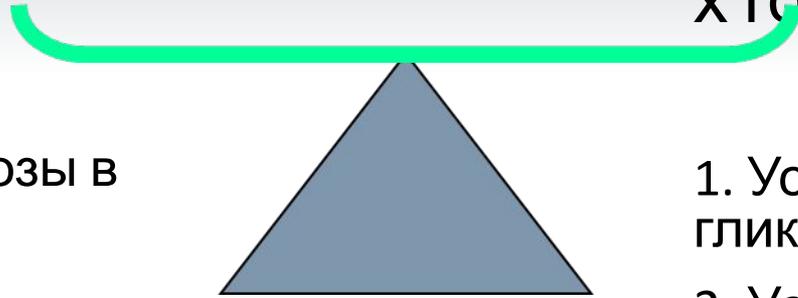
Эндокринная система

Эффекты инсулина:

1. Активирует поступление глюкозы в клетку.
2. Ускоряет ее использование в цикле трикарбоновых кислот.
3. Ускоряет синтез гликогена
4. Ускоряет синтез жирных кислот и аминокислот из промежуточных продуктов распада сахаров.
5. Тормозит липолиз
6. Тормозит глюконеогенез

Эффекты контринсулиновых гормонов:

1. Ускоряют распад гликогена в печени.
2. Ускоряет глюконеогенез.
3. Ингибируют эффекты инсулина, активизирующего синтез гликогена.
4. Тормозят синтез белка и ускоряют протеолиз.



Инсулин

Инсулин способствует снижению концентрации глюкозы в крови за счет следующих эффектов:

- активации поступления глюкозы в клетки;
- синтеза гликогена в печени и в мышечной ткани за счет активирования гликогенсинтазы и торможения гликогенолиза;
- активирует ферменты фосфорилирования глюкозы и ее превращения в глюкозо-6-фосфат (глюкокиназа в печени и гексокиназы в мышечной, жировой и других тканях). Повышение концентрации глюкозо-6-фосфата приводит к активации процессов анаэробного гликолиза, пентозофосфатного пути и цикла трикарбоновых кислот, для которых глюкозо-6-фосфат является исходным продуктом;
- задерживает процессы образования свободной глюкозы -глюконеогенез, гликогенолиз за счет ингибирующего влияния на отдельные ферменты;
- тормозит липолиз.

Глюкагон

Пониженная концентрация глюкозы в крови способствует секреции другого гормона поджелудочной железы --- глюкагона, который активирует гликогенолиз и способствует выходу глюкозы из печени в кровяное русло.

На ферменты, мобилизующие гликоген мышц, глюкагон не оказывает влияния

Глюкагон представляет собой полипептид, состоящий из 29 аминокислот;

- он стимулирует гликогенолиз в печени (но не в мышцах) за счет активации гликогенфосфорилазы, глюконеогенез, липолиз и образование кетонов.
- Нарушение гомеостаза глюкозы может привести к гипергликемии (иногда до уровня, который диагностируется при диабете) или гипогликемии.

Регуляция концентрации глюкозы в крови

нервная система

Активация симпатического отдела вегетативной нервной системы



Выделение медиаторов катехоламинов



Усиление гликогенолиза и уменьшение гликогенеза в печени



Поступление глюкозы в кровь

И ИХ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА

Содержание глюкозы в крови является основным биохимическим показателем углеводного обмена.

По рекомендации ВОЗ, нормальные величины глюкозы крови взятой натощак, составляют

- **3,5-5,7 ммоль/л**, или 60-100 мг/дл (для лиц в возрасте до 50 лет)
- **и 4,4-6,1 ммоль/л**, или 80-110 мг/дл (для лиц старше 50 лет).

С возрастом содержание глюкозы в сыворотке увеличивается, в связи с чем после 60 лет необходимо проводить коррекцию норматива (по 0,056 ммоль/л на каждый последующий год).

Повышение концентрации глюкозы выше 6,1 ммоль /л называют

- **гипергликемией,**

а уменьшение ниже 3,5 ммоль/л -

- **гипогликемией.**

Гипогликемия (менее 2,8 ммоль/л)

Причина

Основное звено

патогенеза

| | |
|---|--|
| Повышение продукции инсулина | повышение утилизации глюкозы и синтеза гликогена |
| Недостаток контринсулиновых гормонов | подавление гликогенолиза и глюконеогенеза |
| Гликогенозы | нарушение расщепления гликогена |
| Дефицит углеводов в пище | нарушение поступления углеводов в кровь |
| Нарушение всасывания углеводов в кишечнике | нарушение поступления углеводов в кровь |
| Тяжелая мышечная работа | повышенная утилизация гликогена, не восполняемая алиментарно |
| Поражения печени | нарушения метаболизма углеводов в печени |

Гипергликемия (более 6,1 ммоль/л)

Причина

Основное звено

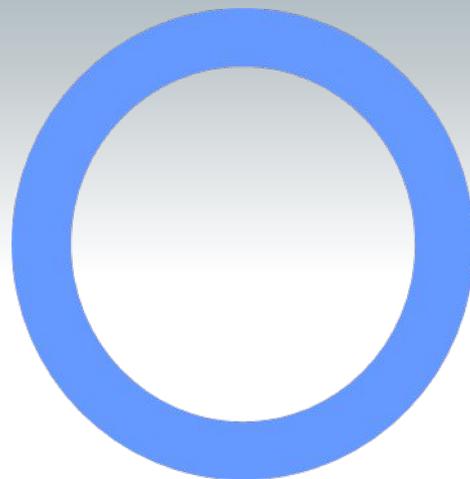
| Причина | Основное звено |
|---|--|
| Недостаток инсулина | снижение утилизации глюкозы и синтеза гликогена |
| Избыток контринулиновых гормонов | усиление распада гликогена и глюконеогенеза |
| Стресс | усиление распада гликогена и глюконеогенеза |
| Избыток углеводов в пище | повышение поступления углеводов |

САХАРНЫЙ ДИАБЕТ

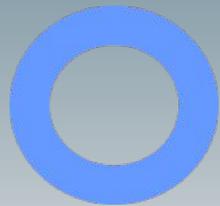
Сахарный диабет

— группа эндокринных заболеваний, развивающихся вследствие абсолютной или относительной недостаточности инсулина, характеризующийся нарастающей гипергликемией, глюкозурией, полидипсией, полифагией.

Заболевание характеризуется хроническим течением и нарушением всех видов обмена веществ: углеводного, жирового, белкового, минерального и водно-солевого.



**Символ, утвержденный ООН:
«Объединимся против
диабета»**



Классификация СД

В настоящее время предложена классификация сахарного диабета, использующая этиологический принцип (ВОЗ, 1999):

- сахарный диабет 1-го типа,
- сахарный диабет 2-го типа,
- другие специфические типы сахарного диабета,
- диабет беременных или гестационный СД

Последний пересмотр классификации СД сделала Американская диабетическая ассоциация в январе 2010 года.

На практике врач обычно сталкивается с больными, страдающими сахарным диабетом 1-го и 2-го типа, другие типы диабета встречаются значительно реже.



Классификация СД по ЭТИОЛОГИИ

I. Сахарный диабет 1-го типа Основная причина и эндемизм детского диабета (деструкция β -клеток приводит к абсолютной инсулиновой недостаточности)

- Аутоиммунный

ii. Сахарный диабет 2-го типа (приводит к относительной инсулиновой недостаточности)

- У лиц с нормальной массой тела
- У лиц с избыточной массой тела

III. Другие типы диабета при:

- генетических дефектах функции β -клеток,
- генетических дефектах в действии инсулина,
- болезнях экзокринной части поджелудочной железы,
- эндокринопатиях,
- диабет, индуцированный лекарствами,
- диабет, индуцированный инфекциями,
- необычные формы иммуноопосредованного диабета,
- генетические синдромы, сочетающиеся с сахарным диабетом.

IV. Гестационный сахарный
диабет

Проведение скрининга на сахарный диабет:

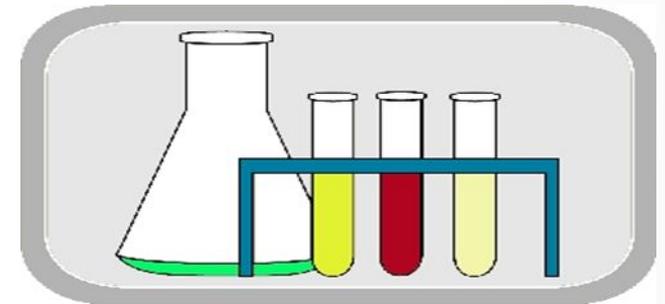
Пациентам при наличии:

- ожирения
- наследственной предрасположенности
- гестационного диабета в анамнезе
- рождении ребенка весом более 4,5 кг
- гипертонии
- гиперлипидемии
- нарушенной толерантности к глюкозе или
- высокой гликемии натощак
- всем лицам старше 45 лет

Диагностика и мониторинг сахарного диабета (рекомендации ВОЗ, 2002)

1. Рутинные лабораторные тесты:

- исследование уровня глюкозы в крови натощак
- исследование уровня глюкозы в крови после еды
- исследование уровня глюкозы в моче
- тест толерантности к глюкозе
- HbA1c
- фруктозамин
- липидный профиль
- микроальбумин в моче
- креатинин в крови и в моче
- кетоновые тела в моче



2. Дополнительные лабораторные тесты:

- С-пептид

Исследование уровня глюкозы в крови натощак (3,6 – 6,1 ммоль/л)

Это наиболее простое и распространенное исследование, которое используется в качестве массового диагностического средства, а также с целью контроля лечения.

Согласно медицинским требованиям, употребление пищи нужно прекратить не менее, чем за 8 часов (но не более 16 часов) до взятия пробы. Перед сдачей анализа нельзя курить, заниматься физической нагрузкой, испытывать стрессы.

Хранение пробы в холодильнике, длительное стояние пробы приводят к заниженным результатам. Несмотря на высокую точность глюкозооксидазного метода определения глюкозы, красители, используемые для измерения продукции перекиси водорода, могут подвергаться окислению и приводить к завышенным результатам.

Исследование уровня глюкозы в крови после еды

- Это исследование используется для выявления скрытых нарушений углеводного обмена. Проводится при подозрении на сахарный диабет, а при наличии факта заболевания - для оценки степени компенсации диабета.
- Проба берется после 1,5-2 часов после принятия пищи.
- Норма - не более 6,1 ммоль/л;
- При 11,1 ммоль/л и выше - сахарный диабет.

Исследование уровня глюкозы в крови на ночь:

- Данное исследование проводится для контроля лечения и оценки компенсации диабета в совокупности с другими исследованиями.

Исследование уровня глюкозы в моче

Данное исследование проводится как диагностическое средство и с целью контроля лечения.

- Глюкоза в моче появляется, если концентрация сахара в крови превышает 9 ммоль/л.
- Норма глюкозы в моче, собранной за сутки - не более 2,8 ммоль/л.

Это очень простой и доступный метод, рекомендованный для массовых исследований и контроля лечения.



Тест на толерантность к глюкозе ГТТ

Данное исследование используется для выявления скрытых нарушений углеводного обмена, начальных форм сахарного диабета.

Рекомендуется всем лицам при малейшем подозрении на сахарный диабет.

Тест позволяет выявить болезнь на ранней стадии, что позволяет проводить более эффективное лечение.



Глюкозотолерантный тест (ГТТ)

Существует несколько модификаций ГТТ: пероральный ГТТ, внутривенный ГТТ и преднизолон-глюкозотолерантный тест.

Показанием для проведения ГТТ являются:

- 1) сомнительные результаты измерений глюкозы натощак (возможные поствабсорбтивные результаты или случайно выявленная гипергликемия);
- 2) клинические признаки диабета при нормальном уровне глюкозы в крови;
- 3) случайно выявленная глюкозурия.

При уровне глюкозы в плазме венозной крови натощак выше 15 ммоль/л (или при нескольких определениях натощак выше 7,8 ммоль/л) для установления диагноза «сахарный диабет» ГТТ не проводится.

Тест на толерантность к глюкозе

Подготовка пациента к проведению теста:

- пациент должен быть обследован на наличие других заболеваний, способных повлиять на результаты теста;
- в течение 3 суток до проведения теста питание пациента должно быть обычным (потребление углеводов не менее 150 г/сутки);
- физическая активность пациента должна быть обычной;
- за 3 дня до проведения теста необходимо отменить прием всех лекарственных препаратов, способных повлиять на результаты теста;
- исследование проводится утром натощак между 8 и 11 часами;
- перед исследованием пациент не должен принимать пищу менее чем за 10 часов до начала теста, но не более 16 часов;
- во время теста пациент должен находиться в комфортных условиях. Нельзя курить и употреблять алкоголь.

Тест на толерантность к глюкозе

Проведение теста на толерантность к глюкозе:

- у пациента берется кровь натощак;
- после этого пациенту дают выпить 75 г глюкозы, растворенной в 300 мл воды (при массе тела свыше 75 кг добавляется 1 г глюкозы на 1 кг тела, но общее количество глюкозы не должно превышать 100 г);
- раствор глюкозы пациент должен выпить в течение 3-5 минут;
- после этого берутся пробы крови на анализ через 30, 60, 90 и 120 минут (при упрощенной схеме - через 1 и 2 часа).
- Повторный тест может проводиться не ранее, чем через месяц

Оценка результатов ГТТ (по уровню в плазме венозной крови)

| Вариант оценки | | норма | Нарушенная толерантность к глюкозе | Сахарный диабет |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------|------------------------------------|------------------|
| Время взятия крови на исследование | натощак | До 5,6 ммоль/л | От 5,6 до 6,6 ммоль/л | Выше 6,7 ммоль/л |
| | Через 2 часа после нагрузки | До 7,8 ммоль/л | От 7,8 до 10,9 ммоль/л | Выше 11 ммоль/л |

Прогноз

При выявленном нарушении толерантности к глюкозе риск заболеть СД повышается в 20 раз и составляет 1-5% в год (для СД 2 типа).

Глюкозотолерантный тест у беременных (дополнение)

Описанный выше глюкозотолерантный тест не надо путать с аналогичным тестом О'Саливан, который проводится беременным в период с 24-й по 28-ю неделю при наличии факторов риска диабета или по назначению эндокринолога.

Существуют различные модификации теста О'Саливан (одночасовой, двухчасовой и трехчасовой). Натощак у беременной уровень сахара в крови должен быть ниже 5,0 ммоль/л (у остальных в норме ниже 5,6 ммоль/л).

О наличии сахарного диабета у беременной в тесте О'Саливан свидетельствуют показатели:

- через 1 час — больше 10,5 ммоль/л,
- через 2 часа — больше 9,2 ммоль/л (сравните: у остальных людей о сахарном диабете свидетельствует уровень глюкозы 11 ммоль/л и выше),
- через 3 часа — больше 8 ммоль/л.

Таким образом, для беременных нормы строже, потому что в ином случае двойная нагрузка ложится на поджелудочную железу плода.

Обратите внимание:

- 1) глюкометры не годятся для постановки диагноза! Они дают очень неточные результаты (разбежка в одном и том же случае часто достигает 1 ммоль/л и выше) и могут применяться лишь для контроля течения и лечения сахарного диабета.
- 2) НАТОЩАК уровень сахара в цельной венозной крови [из локтевой вены] и цельной капиллярной крови [из пальца] одинаков. ПОСЛЕ ЕДЫ глюкоза активно усваивается тканями, поэтому в венозной крови глюкозы на 1-2 ммоль/л меньше, чем в капиллярной крови. В ПЛАЗМЕ крови глюкозы всегда больше по сравнению с аналогичной цельной кровью примерно на 1 ммоль/л.
- Учтите, что глюкозотолерантный тест является нагрузочной пробой, при которой бета-клетки поджелудочной железы подвергаются существенной нагрузке, что способствует их истощению. Без необходимости этот тест желательно не делать.

Противопоказания

- Общее тяжелое состояние,
- воспалительные заболевания (повышенный уровень глюкозы способствует нагноениям),
- при нарушении прохождения пищи после операций на желудке (т.к. нарушается всасывание),
- пептические (кислотные) язвы и болезнь Крона (хроническое воспалительное заболевание ЖКТ),
- острый живот (боли в животе, требующие хирургического наблюдения и лечения),
- острая стадия инфаркта миокарда, геморрагического инсульта и отека мозга,
- недостаток калия и магния (повышенное поступление этих ионов в клетку является одним из эффектов инсулина),
- нарушение работы печени,
- эндокринные болезни, сопровождающиеся ростом уровня гликемии:
- на фоне приема препаратов, изменяющих уровень глюкозы крови:

Исследование уровня фруктозамина в крови

Данное исследование проводится в качестве контроля лечения, подбора и коррекции дозы при инсулинотерапии, для оценки степени компенсации сахарного диабета.

Белки крови связываются с глюкозой, содержащейся в крови. Такие соединения называют фруктозаминами.

Одним из таких белков является альбумин, который живет 20 дней (примерно 3 недели), соответственно, определяя этот показатель, можно судить о среднем содержании глюкозы за это время.

Уровень фруктозамина в сыворотке крови (ммоль/л):

- норма - 2-2,8;
- удовлетворительная компенсация диабета - 2,8-3,2;
- декомпенсация - более 3.7.

Исследование липидов в крови

Данные исследования проводятся для диагностики нарушений липидного обмена и оценки степени компенсации сахарного диабета при контроле лечения.

У больных сахарным диабетом значительно нарушается липидный обмен, что провоцирует развитие инфаркта миокарда и инсульта.

Исследование липидов крови помогает оценить вероятность наступления осложнений и своевременно начать их профилактику, что существенно снижает риск развития атеросклероза, инфаркта миокарда, инсульта.

При липидных исследованиях определяются наличие липидемий (материалом для исследований является кровь из вены натощак):

Определение белка в моче

Данные исследования позволяют оценить функциональность почек, степень компенсации сахарного диабета, прогнозировать поздние осложнения, контролировать ход лечения.

У больных сахарным диабетом со временем нарушается выделительная функция почек.

Одним из первых признаков почечной недостаточности является появление в моче белка (альбумина).

В норме за сутки с мочой выделяется до 50 мг/сутки белка, не диагностируемое обычными методами.

При начальной форме почечной недостаточности выделение белка с мочой несколько увеличивается (микроальбуминурия), переходящая при усугублении процесса в макроальбуминурию.

Микроальбуминурия

Появляется в доклиническом периоде диабетической нефропатии на стадии начинающихся изменений:

- Выделение альбумина с мочой от 30 - 300 мг/сутки
- Скорость экскреции альбумина мочи ≥ 20 мкг/мин

Вероятно, какой-то уровень увеличения профильтровавшихся альбуминов не виден в моче ввиду компенсации за счет повышенной реабсорбции.

То есть, нарушения возникают раньше, чем мы можем их документировать.

Именно поэтому все чаще клиницисты используют

соотношение альбумин/креатинин в моче:

микроальбуминурией считается показатель

2,5-30 мг/моль у мужчин и

3,5-30 мг/моль – у женщин (у них более низкая экскреция креатинина в норме).

Уже существуют тест-полоски для проведения такого анализа.

Исследование на кетоновые тела в норме отсутствуют

Данные исследования позволяют оценить степень компенсации сахарного диабета.

Появление в моче кетоновых тел в сочетании с повышением глюкозы крови всегда свидетельствует о том, что в организме человека имеется резко выраженный дефицит инсулина, что бывает при сахарном диабете 1 типа.

Появление кетоновых тел в моче у больных с длительно протекающим сахарным диабетом 2 типа указывает на истощение клеток поджелудочной железы, вырабатывающих инсулин, и служит для показанием назначения инсулинотерапии таким больным.

ГЛИКОЗИЛИРОВАННЫЙ ГЕМОГЛОБИН

HbA_{1c}

Гипергликемия при сахарном диабете приводит к неферментативному гликозилированию гемоглобина эритроцитов.

Этот процесс происходит спонтанно и в норме в течение всей жизни эритроцитов, но при повышении концентрации глюкозы в крови скорость реакции нарастает.

Эритроциты, циркулирующие в крови, имеют разный возраст, поэтому для усредненной характеристики ориентируются на период полужизни эритроцитов - 60 суток.

Следовательно, гликозилированный гемоглобин показывает, какой была концентрация ГЛЮКОЗЫ в предшествующие 4-8 недель до момента обследования и является показателем компенсации углеводного обмена на протяжении этого времени.

ГЛИКОЗИЛИРОВАННЫЙ ГЕМОГЛОБИН HbA1c

По рекомендации ВОЗ (2002 г.), HbA_{1c} определяют в крови больных сахарным диабетом 1 раз в 3 месяца.

Кроме того, этот показатель используется:

- 1) для скрининговой диагностики сахарного диабета;
- 2) контроля за состоянием и лечением больных сахарным диабетом;
- 3) установления компенсации сахарного диабета;
- 4) в качестве дополнения к глюкозотолерантному тесту;
- 5) обследования беременных женщин.

Нормальным значением гликозилированного гемоглобина считают 4-6% общего уровня гемоглобина.

Определение компенсации сахарного диабета представлено в табл. 3.

| Степень компенсации | Тип сахарного диабета | |
|---------------------|-----------------------|----------------|
| | Диабет I типа | Диабет II типа |
| Компенсированный | 6,0 – 7,0 % | 6,0 – 6,5 % |
| Субкомпенсированный | 7,1 – 7,5 % | 6,5 – 7,0 % |
| Декомпенсированный | > 7,5 % | > 7,0 % |

- Повышение гликозилированного гемоглобина также указывает на увеличение риска развития осложнений сахарного диабета.
- Ложное повышение уровня HbA1c может быть связано с высокой концентрацией фетального гемоглобина (HbF), а также при уремии.
- Причинами ложного снижения HbA1c являются гемолитические анемии, острые и хронические геморрагии, переливание крови.

**Связь между гликозилированным гемоглобином
и глюкозой крови**
(по данным ЭНЦ РАМН, 2005)

| Содержание HbA1c в крови, % | Содержание глюкозы в крови, ммоль/л |
|-----------------------------|---|
| 3,5 | 1,7 |
| 4,0 | 2,6 |
| 4,5 | 3,6 |
| 5,0 | 4,4 |
| 5,5 | 5,4 |
| 6,0 | 6,3 |
| 6,6 | 7,2 |
| 7,0 | 8,2 |
| 7,5 | 9,1 |
| 8,0 | 10,0 |
| 8,5 | 11,0 |
| 9,0 | 11,9 |
| 9,5 | 12,8 |
| 10,0 | 13,7 |
| 10,5 | 14,7 |
| 11,0 | 15,6 |

Иммунореактивный инсулин

Оценка сохранности продукции инсулина проводится по уровню иммунореактивного инсулина и С-пептида.

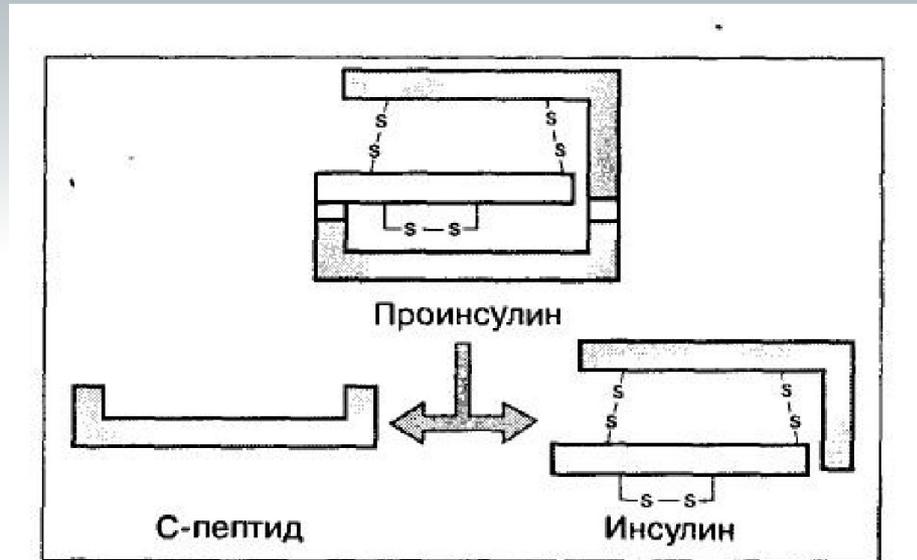
Нормальное содержание инсулина в сыворотке крови натощак составляет 6-24 мкЕд /л (29-181 ммоль/л).

В норме уровень гормона в крови резко возрастает после приема пищи, так как углеводы являются основным регулятором секреции гормона из поджелудочной железы.

Эта реакция позволяет использовать тест для дифференциальной диагностики сахарного диабета I и II типов при параллельном определении с ГТТ.

- У лиц с сахарным диабетом I типа базальный уровень инсулина **снижен**, отсутствует выраженная реакция его на прием пищи.
- При сахарном диабете II типа базальный уровень инсулина **в норме или повышен**, а его реакция на увеличение глюкозы в крови замедлена.

Инсулин



Биосинтез инсулина. В результате расщепления проинсулина образуются инсулин, состоящий из двух полипептидных цепей, связанных дисульфидными мостиками, и С-пептид.

С-пептид - стабильный индикатор секреции инсулина

Фрагмент молекулы проинсулина, в результате отщепления которого образуется инсулин.

Инсулин и С-пептид секретируются в кровь в равных количествах. Время полураспада С-пептида в крови длиннее, чем у инсулина.

Поэтому соотношение С-пептид/инсулин составляет 5:1.

С-пептид биологически неактивен и подвергается относительно меньшей трансформации в печени. Уровень С-пептида более стабилен, чем быстро меняющийся уровень самого инсулина.

С-пептида позволяет отличить эндогенный инсулин от инъекционного инсулина.

С-пептид не вступает в перекрестную реакцию с антителами к инсулину.

Лечебные препараты инсулина не содержат С-пептид, его определение в сыворотке крови позволяет оценивать функцию β -клеток поджелудочной железы у больных сахарным диабетом, получающих инсулин.

С-пептид - стабильный индикатор секреции инсулина

Нормальная концентрация С-пептида равна 4,0 мкг /л.

После пероральной нагрузки глюкозой отмечается

5-6 кратное увеличение С-пептида.

Уровень С-пептида

повышается:

- при приеме пищи;
- инсулиноме;
- сахарном диабете II типа;
- почечной недостаточности.

Уровень С-пептида снижен:

- при сахарном диабете I типа;
- введении препаратов инсулина;
- алкогольной гипогликемии;
- стрессе;
- наличии антител к инсулину.

С-пептид - стабильный индикатор секреции инсулина

Определение С-пептида используется:

- 1) для контроля за функцией β -клеток поджелудочной железы, особенно на фоне введения препаратов инсулина и после оперативного удаления части поджелудочной железы;
- 2) дифференциальной диагностики гипогликемических состояний (инсулиномы);
- 3) дифференциальной диагностики диабета I и II типов (при I типе С-пептид **снижен**, при II-**повышен**);
- 4) оценка возможной патологии плода у беременных женщин, больных сахарным диабетом.

Уровень ретикулоцитов.

В норме уровень ретикулоцитов составляет

2-10 ‰ или 0,2 - 1,0 %.

Содержание ретикулоцитов у больных сахарным диабетом нередко повышено.

Это связывается с тканевой гипоксией, развивающейся на фоне ангиопатии при сахарном диабете, а также в следствие гликозилирования гемоглобина и протеинов мембраны эритроцитов.

Гликозилированный гемоглобин обладает большим сродством к кислороду и хуже отдает его тканям.

При развитии диабетической нефропатии уровень ретикулоцитов может быть сниженным, что связывают с уменьшением продукции эритропоэтинов почками.

Спасибо за внимание.

