ТЕМА 11. ПОДБОР ДОЗ КОРОТКОГО ИНСУЛИНА

Основные вопросы

1. Углеводный коэффициент (расчет дозы короткого инсулина на еду).
2. Доза короткого инсулина на коррекцию и фактор чувствительности к инсулину.
3. Время от введения инсулина до начала приема пищи (пауза).
4. Коррекция высокого уровня гликемии

Инсулин короткого действия (другие названия: короткий, пищевой, болюсный, прандиальный инсулин) обеспечивает усвоение углеводов, поступающих  с едой. Введение короткого инсулина называется болюсом инулина.

Различают генно-инженерные инсулины короткого действия и ультракороткие инсулины (аналоги).

**Необходимо понимать действие инсулина: время начала действия, пика действия, продолжительности действия**(действия основной активной части дозы и «отработки» инсулина).

Короткие генно-инженерные инсулины  начинают действовать через 30-40 минут, пик – через 2-3 часа, продолжительность основного активного действия дозы до 4 часов, отработка («хвост» действия) – до 5-6 часов.

Ультракороткие инсулины (аналоги) начинают действовать через 10-15 минут после укола, пик - через 30-90 минут после укола, продолжительность активного действия – 2,5-3 часа, отработка -  до 5 часов.

Время действия инсулина может изменяться и зависит:

 от места введения (при введении в живот инсулин подействует быстрее, чем при введении в бедро);

времени суток (утром инсулин действует медленнее);

дозы инсулина (чем больше доза, тем дольше действует инсулин);

физической активности и других факторов.

**Без понимания действия инсулина компенсация диабета невозможна.**

У человека с нормальной функцией поджелудочной железы количество инсулина соответствует количеству углеводов, которое поступило с пищей. Т.е. чем больше человек съел углеводов, тем больше выделилось инсулина. При инсулинотерапии надо следовать тому же принципу: количество введенного короткого инсулина должно соответствовать количеству углеводов.

Для этого надо:

**1) уметь определять, в каких продуктах содержатся углеводы, и их количество;**

**2)**уметь рассчитать,**сколько единиц короткого инсулина надо ввести**на съеденное количество углеводов.

Нужное количество инсулина определяется с помощью углеводных коэффициентов. **Углеводный коэффициент (УК) – это  количество единиц инсулина, которое надо ввести на количество углеводов (количество углеводов измеряется в ХЕ или в граммах).**Т.е, если Ваш УК 0,8 ЕД на 1 ХЕ и Вы хотите съесть 40 грамм углеводов (4 ХЕ), то Вам надо ввести 3 ЕД инсулина (0,8х4=3,2). Если же хотите съесть 50 грамм углеводов (5 ХЕ), то Вам надо ввести 4 ЕД инсулина (0,8х5=4).

При первичном назначении инсулинотерапии начальная доза инсулина назначается врачом эмпирически. В стационаре дозы подбираются под больничный режим и больничное питание. Если человек и далее будет соблюдать похожий режим (например, люди пожилого возраста), то он может остаться на таких же дозах (при условии употребления одного и того же количества углеводов и такой же физической активности). Но и при этом потребность в инсулине может меняться.

Если же человек хочет вести более свободный образ жизни, надо научиться корректировать дозу инсулина с помощью УК. **У каждого человека свои УК!**УК у одного и то же человека изменяется в течение дня. Утром, как правило, УК выше (т.е. на 1 ХЕ надо больше инсулина);  вечером ниже, в обед – среднее значение. УК может изменяться при возникновении других заболеваний и др., а также без видимой причины.

**При подборе УК должны соблюдаться следующие условия:**

1) фиксированный режим питания:

прием пищи строго по времени после «отработки» предыдущей дозы инсулина;

строгий подсчет углеводов (взвешивать порции);

простая еда: каши, отварной картофель, отварное мясо, рыба, овощи, фрукты (исключаются продукты с высоким гликемическим индексом, а также сложные продукты: блины, пельмени, сырники и пр.).

Лучше всего – одинаковое меню в течение нескольких дней. Очень важно, чтобы в период подбора доз инсулина  не изменялось количество углеводов, съеденных на одно и то же количество инсулина (т.к. нельзя будет правильно рассчитать УК);

2) подбор осуществляется в «диванном» режиме (чтобы исключить влияние физической нагрузки);

3) обязательное ведение дневника. В дневник вносятся данные:

еда (название, вес, количество ХЕ, время приема пищи);

время, доза и место введения инсулина;

время замера глюкозы крови;

4) частые замеры уровня глюкозы крови: перед основным приемом пищи (оценка адекватности предыдущей дозы) и перед перекусом. В дальнейшем добавляются замеры через 1 час после еды;

5) коэффициенты  подбираются за несколько дней на одинаковом меню и режиме;

6) отсутствие воспалительных заболеваний/стресса;

7) нельзя подбирать УК в первые 4-6 часов после перенесенной гипогликемии;

8) УК рассчитывается, если исходный уровень глюкозы и уровень глюкозы к отработке данной дозы инсулина (через 4-5 часов после введения инсулина) находятся в пределах целевых уровней;

9) правильно подобрать УК можно только при условии, что правильно подобраны дозы базального инсулина и базальный инсулин не приводит к резким колебаниям гликемии ВНЕ еды.

**При соблюдении всех вышеперечисленных условий для расчета УК надо дозу короткого инсулина, которую ввели перед этим приемом пищи,  разделить на число ХЕ, которые были съедены (основной прием пищи + перекус).**

**Разберем подбор УК на завтрак.***Пример дневника*

***8.00****глюкоза 6,2 ммоль/л*

***8.30****моноинсулин 6 ЕД*

***9.00 ЗАВТРАК:****Каша пшенная, 200 г – 3 ХЕ. Яйцо. Чай без сахара. Хлеб 1 кусок – 1 ХЕ.*

***11.00 2 завтрак****: Салат - 0,5 ХЕ. Яблоко 1 ХЕ.*

***13.40****глюкоза****8,2 ммоль/л.***

Исходно и к отработке инсулина к обеду глюкоза в пределах целевого уровня, значит УК = 6 ЕД инсулина/5,5 ХЕ (4 на завтрак+1,5 на 2 завтрак). УК = 1,1.

*Существуют математические формулы расчета УК. Например,   «Правило 2,61»: УК [ЕД/ХЕ] = (1,75× суточную дозу инсулина) / масса тела(кг). Например, в сутки человек весом 90 получает 30 ЕД аналогов инсулина (короткий+длинный). УК=1,75х30/90=0,6 ЕД инсулина на 1 ХЕ.*

*Однако эти формулы работают только тогда, когда доза инсулина уже подобрана и с определенными оговорками (они не учитывают изменение УК в течение дня и др.).*

*Можно рассчитывать дозы инсулина с помощью  альтернативных коэффициентов:****CR (carbohydrate*** ***ratio)*** *- количество грамм углеводов на 1 единицу  инсулина.  CR  обратно пропорционален УК.*

*Например, УК 0,5 (на 1 ХЕ вводим 0,5 ЕД инсулина, ХЕ = 10 грамм углеводов). Едим 50 грамм углеводов (5 ХЕ), вводим 2,5 ЕД инсулина. CR при этом: 10/0,5 = 20.  50 грамм углеводов/ CR=50/20=2,5 ЕД инсулина.*

*Для расчета CR* *также существуют математические формулы. Для генно-инженерных инсулинов «Правило 450»: CR [г/ЕД] = 450 / суточную дозу инсулина. Для ультракоротких аналогов инсулина «Правило 500»: CR [г/ЕД] = 500 / суточную дозу инсулина. Например, в сутки человек получает 40 ЕД аналогов инсулина (короткий+длинный). CR =500:40=12,5. Т.е.если человек съест 12,5 г углеводов, ему надо ввести 1  ЕД короткого инсулина, 25 – 2 ЕД, если 50 г – 4 ЕД . Но, как и с расчетом УК, не надо переоценивать значение формул. Все коэффициенты надо подбирать индивидуально.*

**Но доза короткого инсулина перед едой зависит не только от УК.** Например, у Вас УК на завтрак = 1 (т.е. на 1 ХЕ вводите 1 единицу инсулина). На завтрак Вы съедаете 3 ХЕ и вводите 3 ЕД инсулина. Но вчера перед завтраком глюкоза была 5,0, а сегодня 12. Значит, сегодня 3 ЕД инсулина будет мало. Надо ввести дополнительное количество инсулина, чтобы снизить глюкозу до целевого уровня. Это будет доза инсулина на коррекцию.

**Доза инсулина на коррекцию** – это доза инсулина для снижения повышенного уровня гликемии при введении инсулина перед едой.

Чтобы определить дозу на коррекцию, надо знать свой **фактор чувствительности к инсулину – ФЧИ (ISF** **Insulin** **sensivity** **factor)** - на сколько ммоль/л снижает 1 единица инсулина уровень глюкозы крови. Еще ФЧИ называют ценой единицы инсулина (ЦЕИ). ФЧИ, как и УК, может отличаться в зависимости от времени суток и ряда факторов (утром ФЧИ, как правило, низкий, т.е. чтобы снизить глюкозу, утром надо ввести больше инсулина, чем вечером).

Существуют формулы для расчета ФЧИ. Для ультракоротких инсулинов ФЧИ=100/суточную дозу инсулина, для инсулинов короткого действия ФЧИ = 83/суточную дозу инсулина. *Суточная доза инсулина это сумма доз короткого инсулина (включая инсулин на еду и на коррекцию высокого уровня глюкозы) и длинного инсулина за сутки. Т.к. доза инсулина может изменяться, надо считать суточную дозу за несколько суток (в идеале – за 2 недели) и рассчитывать среднюю суточную дозу.*

Например, человек в сутки в среднем получает 20 ЕД короткого инсулина и 14 ЕД длинного инсулина, итого 34. 83:34=2,4. Значит ФЧИ=2,4 и 1 ЕД инсулина снизит глюкозу на 2,4 ммоль.

Однако опять-таки эти формулы годятся только для**определения исходной точки, от которой будем отталкиваться.** **Узнать свой ФЧИ можно только путем неоднократных измерений глюкозы крови.**

Чтобы проверить ФЧИ, надо измерить глюкозу крови, ввести 1 ЕД короткого инсулина, ничего не есть, исключить физическую активность и проверить глюкозу крови через 3-4 часа. При этом надо соблюдать следующие условия:

а)  при проверке ФЧИ исходный уровень глюкозы должен быть исходно высоким (не менее 10 ммоль/л).

б) в организме не должно быть активного короткого инсулина и активных углеводов. Т.е. утром не завтракаем, измеряем глюкозу, вводим 1 ЕД инсулина, не едим, активно не двигаемся, измеряем глюкозу через 3-4 часа. Если проверяем ФЧИ днем, то дожидаемся отработки предыдущей дозы короткого инсулина (4-5 часов), измеряем глюкозу, вводим 1 ЕД инсулина, не едим, активно не двигаемся, измеряем глюкозу через 3-4 часа.

Если прием пищи пропускать нет возможности или желания, можно проверять ФЧИ путем изменения дозы на коррекцию. Но это надо делать на фоне приема стандартного количества углеводов в пище. При этом желательно, чтобы УК был уже известен.

В целом, ФЧИ уточняется постепенно в течение некоторого времени в процессе измерения глюкозы крови.

**У каждого человека УК и ФЧИ индивидуальны! Определить их можно только опытным путем с помощью ТОЧНОГО ПОДСЧЕТА УГЛЕВОДОВ И МНОГОКРАТНЫХ ЗАМЕРОВ ГЛЮКОЗЫ!**

**Чтобы рассчитать дозу на коррекцию надо разницу между имеющимся и целевым уровнем глюкозы крови разделить на ФЧИ.**Например, глюкоза крови в данный момент 12, целевой уровень 8, разница 4. ФЧИ 1. Доза на коррекцию = 4:1 = 4.

Вернемся к примеру. УК на завтрак = 1, ФЧИ = 1. На завтрак Вы собираетесь съесть 3 ХЕ. Глюкоза 12 ммоль, целевой уровень глюкозы после еды 9, разница между имеющимся и целевым уровнем глюкозы крови = 3 (12-9=3). Доза на коррекцию: разница/ФЧИ=3:1 = 3. Доза на еду = 3 ЕД. Доза инсулина= 3 ЕД на еду+3 ЕД на коррекцию=6 ЕД. Итак, на одну и ту же еду утром при глюкозе 5 ммоль/л Вы введете 3 ЕД инсулина, при глюкозе 12 ммоль/л – 6 ЕД.

А затем надо проверить глюкозу к отработке инсулина (в данном примере, перед обедом). Если глюкоза будет в пределах целевого уровня, значит доза была рассчитана правильно.

         Достаточно ли замера глюкозы крови только перед едой и к отработке дозы (в данном примере перед завтраком и обедом)? Нет. Необходимо делать замеры  **через 1 час после еды (оценка пищевого пика) и через 2 часа после еды (на пике действия инсулина).**Замер на пике инсулина показывает, «влезет» ли перекус. Смысл перекуса – не допустить гипогликемии на пике инсулина. Но если уровень глюкозы высокий, то перекус не нужен. Замер через 1 час после еды показывает пищевой (постпрандиальный) пик (т.е. уровень глюкозы крови после того, как еда всосалась). Идеально, когда пищевой пик составляет +1,5-3 ммоль (до 4 ммоль) к уровню глюкозы до еды.

Пищевой пик регулируется паузой. **Пауза – это время от введения инсулина до того, как Вы начали есть.**

Цель паузы – достичь совпадения профиля всасывания пищи и действия инсулина и, как результат,  – нахождение глюкозы в целевом диапазоне на всем протяжении после еды. Пауза подбирается по пищевому пику (замер глюкометром через 1-1,5 часа после еды). Если наблюдаем высокий пик через час, но к отработке инсулина глюкоза снижается до целевых значений, - значит еда опередила инсулин.

**Пауза зависит от:**

**1) уровня глюкозы** (если сахар низкий - пауза короткая или ее вообще нет, если высокий – пауза более длинная, надо дать инсулину развернуться, а потом начать есть). Принцип – «ниже сахар, меньше пауза».

*Примерные паузы по уровню глюкозы можно посмотреть в таблице (таблица очень условная и является только ориентиром для начала подбора паузы, т.к. паузы очень индивидуальны).*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Глюкоза крови (ммоль/л)** | **Время паузы** | |
| **Для короткого инсулина** | **Для ультракороткого инсулина** |
| < 6 | 15 мин завтрак, 5 минут обед, без паузы ужин | прямо перед едой завтрак, во время или после еды  обед и ужин |
| 6-8 | 20-30 минут завтрак, 15 минут обед, 10 минут ужин | 10 минут завтрак, прямо перед едой обед и ужин |
| 8-12 | 30-40 минут завтрак, 20-30 минут обед, 10-20 минут ужин | 15 минут завтрак, 10 минут обед и ужин |
| >12 | 40-50 минут завтрак, 30-35 минут обед, 20-25 минут ужин | 20 минут завтрак, 15 минут обед и ужин |

**2) времени суток** – утром пауза, как правило, более длинная, т.к. утром инсулин разворачивается медленнее;

**3) еды,** которую хотите съесть (если еда «быстрая» с высоким гликемическим индексом, пауза короче, если «медленная» еда – пауза больше);

**4) вида инсулина**: аналоги действуют быстрее, пауза короче (0-15 минут) или ее вообще нет;

**5) индивидуальных особенностей** организма. Например, при рубцовых изменения пищевода или желудка, гастропарезе, нарушенной всасываемости углеводов, ферментной недостаточности поджелудочной железы, когда еда всасывается медленно, пауза должна быть меньше. Иначе инсулин начнет действовать, а еда еще не всосется. Иногда в таких случаях приходится вводить инсулин (особенно ультракороткие аналоги) после еды (постпауза).

**6) наличие острых заболеваний ЖКТ** (например, ротавирусной инфекции), наличие тошноты и рвоты.

**Пауза также подбирается индивидуально! Для каждого времени суток и продукта может быть разная пауза.**

Если к отработке глюкоза в пределах целевого уровня, а постпрандиальный пик высокий, значит, на следующий день на той же еде и на той же дозе инсулина увеличиваем паузу на 5-10 минут и снова проверяем. И так несколько раз, пока не достигнем целевого постпрандиального уровня. Необходимо добиться, чтобы время всасывания углеводов совпало со временем действия инсулина. Т.е. чтобы инсулин не начал действовать раньше или позже, чем всосались углеводы.

**ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ:**

1. Правильность дозы короткого инсулина, введенного на еду, оценивается по уровню глюкозы перед следующим основным приемом пищи (на отработке дозы инсулина).
2. Правильность паузы оценивается по пищевому пику.
3. Доза короткого инсулина подобрана правильно, если уровень глюкозы возвращается к исходному уровню через 3-4 ч после еды.
4. Пауза подобрана правильно, когда пищевой пик составляет +1,5-3 ммоль к уровню глюкозы до еды.

**Кроме введения короткого инсулина на еду, короткий инсулин также может вводиться для коррекции высокого уровня гликемии и без еды.**

Например, Вы измерили уровень глюкозы и он 20. Вы хотите снизить до 12.

Доза инсулина, который надо ввести, определяется ФЧИ. Ваш ФЧИ 2 (т.е. 1 единица инсулина снижает глюкозу на 2 ммоль). Расчет дозы инсулина: число ммоль глюкозы, на которые надо снизить/ФЧИ. В данном примере   надо уровень глюкозы снизить на 8 ммоль (20-12=8), значит 8 разделим на ФЧИ и получим 8:2=4 ЕД  инсулина надо ввести.

Но прежде, чем ввести инсулин, надо выяснить несколько моментов:

Есть ли в организме активный инсулин (часть ранее введенной болюсной дозы, которая ещё не завершила действие)?

Есть ли в организме активные углеводы и какие (чем вызван подъем)?

Была ли предыдущая гипогликемия?

Если пик действия инсулина не наступил, не надо сразу вводить инсулин на коррекцию. Надо подождать и проверить глюкозу через 1 час. Если она снижается, продолжаем измерять каждый час, до отработки инсулина. Возможно, просто имело место несовпадение профилей еды и инсулина. Особенно это важно при подборе доз и паузы.

Если Вы все-таки ввели дозу на коррекцию, до ее отработки дополнительно инсулин больше вводить не надо. Если самочувствие неплохое, надо измерять глюкозу крови (желательно не реже чем 1 раз в час), затем проанализировать ситуацию и сделать выводы. Если Вы чувствуете себя плохо, обратитесь за медицинской помощью.

**Дозы инсулина могут изменяться при возникновении острых заболеваний, обострении хронических заболеваний, при стрессе и пр.**

Перед физической нагрузкой часто надо изменять дозу инсулина. На фоне физической нагрузки может возникнуть гипогликемия, поэтому нагрузкой надо употребить дополнительное количество углеводов или снизить дозу инсулина. Однако если физическая нагрузка происходит на фоне декомпенсации заболевания, уровень глюкозы может повыситься. Вопросы коррекции дозы инсулина при физической нагрузке, острых заболеваниях очень хорошо изложены в книге «Сахарный человек», которую настоятельно рекомендуем прочесть.