

И.И. Дедов, В.А. Петеркова, Т.Л. Кураева, Д.Н. Лаптев

ИНСУЛИНОВАЯ ПОМПА

*Помощь врачу и пациенту для эффективного
управления диабетом*



Москва
2014

Инсулиновая помпа (помощь врачу и пациенту для эффективного управления диабетом). И.И. Дедов, В.А. Петеркова, Т.Л. Кураева, Д.Н. Лаптев. – М., 2014. – 126 с.

Пособие «Инсулиновая помпа» предназначено для широкого круга читателей – врачей-эндокринологов, медицинских сестер, детей с сахарным диабетом и их родителей. Цель книги: помочь развитию навыков обращения с инсулиновой помпой – современным эффективным способом введения инсулина.

Предназначено для некоммерческого использования.

Список сокращений

БЕ – болюс на еду.

ВБС – временная базальная скорость.

ГК – глюкоза крови.

ЕД – единица инсулина.

КБ – корректирующий болюс.

СДИ – суточная доза инсулина.

СД – сахарный диабет.

УК – углеводный коэффициент.

ФЧИ – фактор чувствительности к инсулину.

ХЕ – хлебная единица.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Введение	5
ГЛАВА 1. История помповой инсулинотерапии	6
ГЛАВА 2. Общая информация. Работа помпы	9
ГЛАВА 3. Преимущества и недостатки инсулиновых помп	19
ГЛАВА 4. Переход на помповую инсулинотерапию.	
Расчет дозы инсулина на помпе	25
ГЛАВА 5. Установка инсулиновой помпы. Инфузионные наборы	35
ГЛАВА 6. Базальный инсулин	46
ГЛАВА 7. Болюсный инсулин. Калькулятор болюса	61
ГЛАВА 8. Помповая инсулинотерапия и физические нагрузки	79
ГЛАВА 9. Осложнения	90
ГЛАВА 10. Различные ситуации, с которыми можно столкнуться при использовании помпы	96
ГЛАВА 11. Путешествия	101
ГЛАВА 12. Будущее помповой терапии	106
Заключительное слово	108
Словарь	109
Предметный указатель	113
Список литературы	118

Предисловие

Стремительное развитие науки и техники существенно изменило жизнь людей с сахарным диабетом. Сегодня продолжительность жизни и ее качество у людей с диабетом могут не отличаться от обычных людей, но при условии хорошей компенсации диабета. Для хорошей компенсации в современной медицине есть все: прекрасные современные инсулины, средства введения, программы обучения самоконтролю. Но основной труд ложится на самих людей с диабетом и их окружение. Эта книга написана специалистом по детскому диабету и очень своевременна. Она написана специально для детей и их родителей и посвящена правилам обращения с инсулиновой помпой. Инсулиновая помпа Ж это способ введения инсулина, но с ней улучшается качество жизни, и в умных и трудолюбивых руках она помогает достичь целей лечения диабета. Книга будет также полезна врачам и медицинскому персоналу, которые начинают работать с инсулиновой помпой.

*Член-корреспондент РАМН, профессор В.А. Петеркова,
директор института детской эндокринологии
ФГБУ «Эндокринологический научный центр» Минздрава России,
главный детский эндокринолог Минздрава России,
президент ОООИ «Российская диабетическая ассоциация»*

Введение

В лечении сахарного диабета принимают участие не только врачи-эндокринологи, но и родители, родные и близкие, друзья и, конечно, сам человек с диабетом. Помогают людям с диабетом врачи различных специальностей, это и педиатры, и диабетологи, и окулисты, и неврологи, а также специалисты по обучению самоконтролю диабета, психологи. Все эти люди объединены одной целью – помочь человеку с диабетом. Всех их мы называем «диабетологической командой» – как, например, в футболе или волейболе, где ключевой игрок – человек с диабетом. На него «играет» вся команда, и от него во многом зависит результат игры.

У людей с диабетом врачи всегда стараются добиться хорошего уровня глюкозы в крови, сделать введение инсулина и измерение глюкозы менее обременительным, то есть максимально приблизиться к человеку без диабета. В этом нам помогает появление новых инсулинов, глюкометров, систем мониторингирования глюкозы в крови. Еще одним таким средством являются инсулиновые помпы. Инсулиновые помпы все шире используются во всем мире, и наша страна не исключение (1–3). Введение инсулина с помощью помпы наиболее точно имитирует работу поджелудочной железы. У многих детей, которые перешли на инсулиновую помпу, улучшились самочувствие и показатели глюкозы в крови. К сожалению, этот метод лечения является более дорогим, требуется регулярно обслуживать помпу (менять расходные материалы) и при недостаточном самоконтроле могут быстрее появиться кетоны в крови.

Если, несмотря на постоянный контроль глюкозы в крови, у вашего ребенка не получается добиться хорошего уровня глюкозы в крови, используя шприц-ручки или шприцы, необходимы частые введения инсулина или введение инсулина маленькими дозами, если использование шприц-ручек значительно ухудшает качество жизни, то обсудите со своим лечащим врачом возможность перехода на помповую инсулинотерапию.

В этой книге рассмотрены основные вопросы работы с инсулиновой помпой – от устройства помп до обзора исследований по искусственной поджелудочной железе. Книга будет служить вам дополнением к прохождению школы по помповой инсулинотерапии, обучению с лечащим врачом и станет помощником во многих жизненных ситуациях, с которыми вы столкнетесь.

ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ ПОМПОВОЙ ИНСУЛИНОТЕРАПИИ



Арнольд Кадиш, 1963 год, со своей первой инсулиновой помпой¹



Дин Кеймен (Dean L. Kamen) и изобретенный им сигвей²

Первый прообраз инсулиновой помпы был разработан в 1963 году доктором Арнольдом Кадишем (Arnold Kadish) в США. У его сына был сахарный диабет, стремясь ему помочь, доктор Кадиш решил сделать устройство, которое будет работать как поджелудочная железа. Тогда он и создал первый прототип инсулиновой помпы, которая была размером с большой рюкзак и вводила одновременно инсулин и глюкагон. К сожалению, из-за размеров, сложности использования, а также недостаточной точности введения инсулина это медицинское устройство не нашло широкого применения ни в клинической практике, ни в науке. Однако это решение стало толчком к дальнейшему развитию инсулиновых помп.

Следующая страница развития помповой терапии была тесно связана с именем Дина Кеймена (Dean L. Kamen). Хотя больше всего он известен изобретением самоката на гироскопах – сигвее (4), у Дина есть немало других известных изобретений, одним из которых является первая носимая инсулиновая помпа.

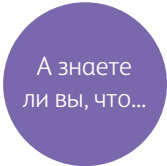
В 1976 году Дин создал свою первую компанию по производству медицинского оборудования, AutoSyringe, Inc. («Автоматический шприц»). Компания была создана для производства и продажи помп для внутривенного введения различных лекарственных препаратов. В дальнейшем ученые начали разрабатывать методику длительного подкожного введения инсулина – метода, известного сейчас как помповая инсулиноterapia. К 1982 году было создано несколько инфузионных устройств, в

¹ Источник: www.diabeteswellnesscenter.com/stroyImages/images2.jpg

² Источник: www.dynamicpatents.com/2008/12/honoring-the-inventor-dean-kamen

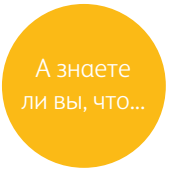
том числе первая коммерческая носимая инсулиновая помпа для лечения диабета AutoSyringe AS-2C. По сравнению с современными помпами она была достаточно большого размера и весила около 500 граммов. Большие объемы инсулина, которые мы сейчас называем болюсами, вводились при помощи отвертки. Скорость введения базальной дозы была всегда постоянной, и чтобы ее адаптировать под индивидуальные потребности, необходимо было разводить инсулин солевыми растворами. Канюля катетера находилась под кожей и фиксировалась с помощью пластыря, в то время как сама помпа держалась с помощью биндажа или сетки. Замена катетера была сложной и проводилась медицинскими работниками в стерильных условиях. Подобный метод лечения был достаточно сложным, но его успех привел к дальнейшему развитию и совершенствованию инсулиновых помп.

80-е годы прошлого века стали прорывом в помповой терапии. Большое количество новых разработок на основе ранних моделей привело к созданию новых помп. Promedex (Siemens, Германия) – одна из первых имплантируемых (вживляемых под кожу) помп. Компания Novo Nordisk (Дания) выпустила в 1983 году свою помпу под названием Nordisk Infuser. Первой самой маленькой помпой была Dahedi RW 90/91, выпущенная в Голландии и получившая из-за своих размеров признание среди женщин. CPI 9100 (Lilly, США) (1982 год) – одна из первых помп с индивидуально программируемым базальным профилем. К сожалению, в связи с отсутствием памяти его было необходимо программировать заново каждый вечер. Помпой, восполнившей этот недостаток, стала MRS1-Infusor rump. В этой помпе можно было запрограммировать различную базальную скорость на каждый час, однако это мог сделать только врач. В нашей стране также было разработано несколько моделей инсулиновых помп, которые использовались в клинической практике с хорошими результатами.



А знаете
ли вы, что...

История
помповой
инсулинотерапии
насчитывает уже
полвека



А знаете
ли вы, что...

В начале 1980-х
годов одна
женщина
с помпой была
арестована
в ресторане
по подозрению
в ношении
бомбы!

Увеличение количества компаний, производящих помпы, разнообразие моделей, уменьшение размеров и улучшение функциональных возможностей помп привело к широкому внедрению их у людей с диабетом. Однако, помимо преимуществ, были очевидные недостатки помповой инсулинотерапии в те годы. Отсутствие элементов питания достаточной емкости требовало замены батарей каждые несколько дней. Расходные материалы, как и сама помпа, были достаточно дорогими. Помпы часто выходили из строя. Инфузионные системы и канюли были недостаточно совершенны по сравнению с теми, которые используются сейчас, что приводило к инфицированию или дискомфорту при ношении. Также выяснилось, что у пользователей инсулиновых помп часто развивается кетоацидоз вследствие использования только инсулина короткого действия. Многие из тех, кто применял инсулиновую помпу, набирали вес. Но важнейшим недостатком оказалось отсутствие улучшения показателей глюкозы в крови по сравнению с шприц-ручками. Таким образом, популярность инсулиновых помп постепенно снизилась и дальнейшее развитие помповой терапии в 1990-х, 2000-х годах было связано с появлением современных аналогов инсулина, новых технологий и материалов, которые способствовали широкому и интенсивному распространению этого метода лечения. Современные модели помп гораздо меньше своих предшественников, намного надежнее и обладают широкими техническими возможностями, которые значительно облегчают жизнь и позволяют получать прекрасные результаты как у взрослых, так и у детей с сахарным диабетом.

ГЛАВА 2. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ. РАБОТА ПОМПЫ

Помповая инсулиноterapia в мире

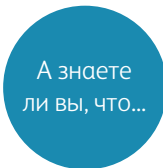
К концу 1980-х годов в США насчитывалось около 6600 пользователей инсулиновых помп, а сейчас в мире насчитывается уже порядка 500 тысяч пользователей инсулиновых помп, большинство из них в США, где каждый третий человек с СД 1 типа использует инсулиновую помпу (5). В нашей стране количество людей, использующих инсулиновую помпу, за последние годы также увеличивается быстрыми темпами.

Существует много моделей инсулиновых помп. Чем же они отличаются и какой из них отдать предпочтение?

Какие бывают помпы

Помпы различаются шагом введения инсулина (минимальное количество инсулина, которое можно ввести помпой), наличием или отсутствием помощника болюса, дистанционного пульта управления, системы мониторинга гликемии (CGM) и другими, менее значительными функциями.

Шаг инсулина – это та минимальная доза инсулина, которую помпа может ввести. Современные помпы могут вводить инсулин с шагом до 0,01 ЕД. Такие маленькие дозы инсулина могут быть необходимы у грудных детей и детей маленького возраста. Практически во всех современных помпах имеется так называемый помощник болюса, или болюсный калькулятор. Основные принципы его работы схожи во всех моделях помп, однако име-



А знаете
ли вы, что...

Сейчас в мире
насчитывается
уже порядка
500 тысяч
пользователей
инсулиновых
помп

ются и отличия, которые могут влиять на результат (6). У некоторых помп есть пульт управления, с помощью которого можно незаметно для окружающих рассчитать и затем ввести инсулин или изменить настройки помпы. Это может быть очень полезно для тех, кто стесняется вводить инсулин в общественных местах, например в школе. Кроме того, в пульт встроен глюкометр, и вам не потребуется дополнительно носить еще один.

Помпы с системой мониторингирования гликемии позволяют в реальном времени отслеживать уровень глюкозы в крови. Однако эти помпы потребуют дополнительного расходного материала, так называемого сенсора для мониторингирования, что приведет к дополнительным расходам. Кроме того, полностью отказаться от измерения глюкозы в крови не получится – сенсор необходимо калибровать, то есть сопоставлять несколько раз в день его показания с уровнем глюкозы по глюкометру.

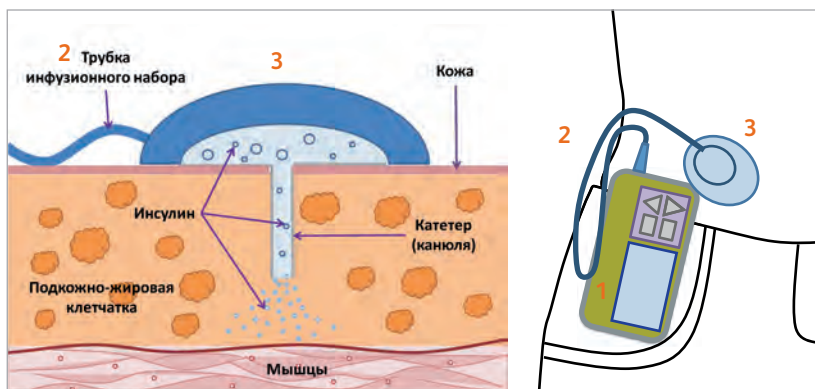
Также есть помпы, которые устанавливаются прямо на кожу и не требуют дополнительной трубочки для подачи инсулина, что может быть удобно для некоторых людей. К сожалению, такие помпы еще не зарегистрированы в нашей стране и их приобретение и эксплуатация связаны с определенными сложностями.

Таким образом, разнообразные возможности инсулиновых помп позволяют каждому человеку с диабетом подобрать необходимые ему функции для достижения оптимального уровня глюкозы в крови, гибкости образа жизни, улучшения самочувствия и качества жизни. Обсудите со своим лечащим врачом, какая помпа вам подойдет лучше всего.

Отличия инсулиновых помп

- Минимальная доза инсулина (шаг)
- Помощник болюса
- Пульт управления
- Непрерывное измерение глюкозы
- Остановка подачи инсулина при гипогликемии
- Установка полностью на тело (отсутствует трубка инфузионной системы)

Устройство инсулиновой помпы



1 – помпа с резервуаром; 2 – инфузионная система; 3 – канюля/катетер

Инсулиновая помпа – это сложное техническое устройство, которое можно сравнить с электронным шприцем. Внутри помпы находится важная электроника, которая управляет работой помпы, и мотор, который двигает поршень. Поршень в свою очередь, действуя на резервуар с инсулином, выдавливает его. Далее инсулин по трубочке, называемой инфузионной системой, через иглу, которая называется канюлей, поступает под кожу. Канюли бывают разной длины и изготавливаются из разного материала (см. Главу 5). Если у вас помпа с возможностью непрерывного мониторинга глюкозы, то для осуществления этой функции необходимо будет использовать специальный сенсор, который, так же как и канюля, устанавливается под кожу, а связь с помпой осуществляется по беспроводному радиоканалу.

Используемые инсулины

Когда вы вводите инсулин шприц-ручками или шприцами в режиме множественных инъекций, вы используете два вида инсулина: продленный инсулин (Лантус, Левемир, НПХ) и короткий инсулин (Актрапид, Хумулин Р, НовоРapid, Аpidра, Хумалог). Пролонгированный инсулин вы вводите один или два раза в день для поддержания нормального уровня глюкозы в крови перед приемами пищи. Уколы короткого инсулина вы делаете на каждый прием пищи или в случае высокого уровня глюкозы в крови.

А знаете
ли вы, что...

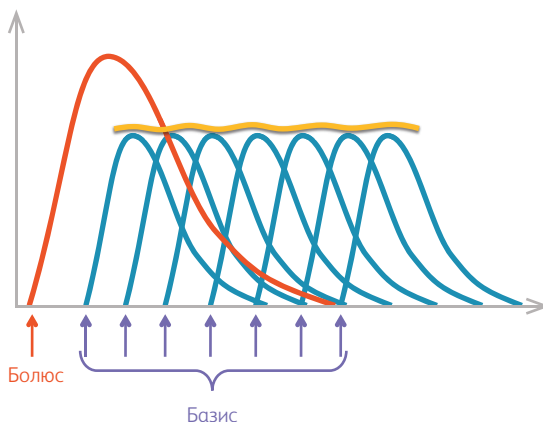
В инсулиновой
помпе
используется
только один
вид инсулина –
короткий

В основном в помпе мы используем так называемые аналоги человеческого инсулина короткого действия: НовоРapid, Аpidра, Хумалог. Эти инсулины отличаются немного измененной структурой молекулы инсулина. Благодаря этим изменениям в структуре аналоги инсулина действуют быстрее, чем короткий человеческий инсулин. Быстрее наступает эффект, быстрее пик (максимум) действия и быстрее заканчивается действие. Почему это важно? У человека без диабета поджелудочная железа выделяет инсулин сразу в кровь, его действие наступает моментально и быстро прекращается. Используя аналоги инсулина, мы стараемся приблизиться к работе здоровой поджелудочной железы.

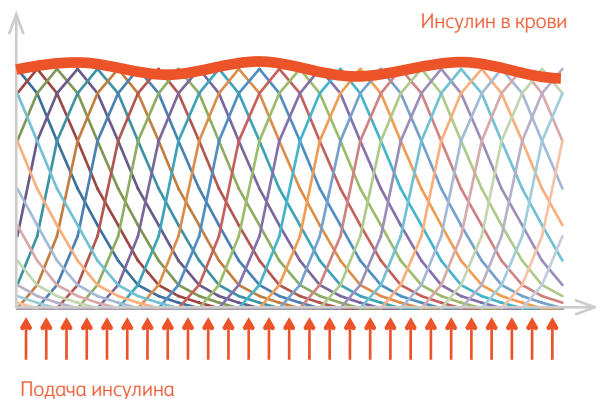
В проведенных исследованиях не было показано разницы между различными аналогами инсулина короткого действия при использовании в помпах как по действию на уровень глюкозы в крови, так и на уровень HbA1c. Также не было разницы в частоте эпизодов гипогликемии и окклюзии катетера (нарушения проведения инсулина) (7,8).

Человеческий инсулин короткого действия редко используется в инсулиновых помпах, в основном в случае непереносимости (аллергии).

Болюсные и базисные введения инсулина



Базальный инсулин – это серия маленьких болюсов



Базальный инсулин в помпе – это очень частое введение болюсов малыми дозами. Благодаря этому удается добиться равномерной концентрации инсулина в крови.

Работа инсулиновой помпы

Итак, в помпе используется только один инсулин – короткого действия, который подается в двух режимах. Первый режим базисный – это постоянная подача небольших доз инсулина для поддержания уровня глюкозы крови. Второй режим болюсный – это введение инсулина на приемы пищи или на высокую глюкозу в крови.

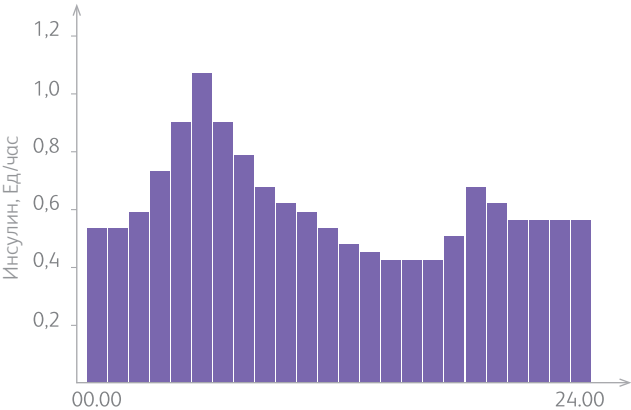
Болюсный инсулин вводится вручную, для расчета дозы может быть использован помощник болюса – встроенная в помпу программа, которая рекомендует дозу болюсного инсулина в зависимости от уровня глюкозы в крови и количества съеденных углеводов (в некоторых моделях помп могут учитываться физическая нагрузка, стресс и др. факторы).

Базальный инсулин вводится автоматически в соответствии с вашими настройками помпы. При этом в разное время суток скорость подачи базального инсулина может различаться в зависимости от индивидуальной потребности пациента. Дозы вводимого базального инсулина могут быть различными каждые 30–60 минут.

Различная скорость введения базального инсулина за сутки называется базальным профилем. По своей сути, базальный инсулин – это множество частых и маленьких по объему болюсов.

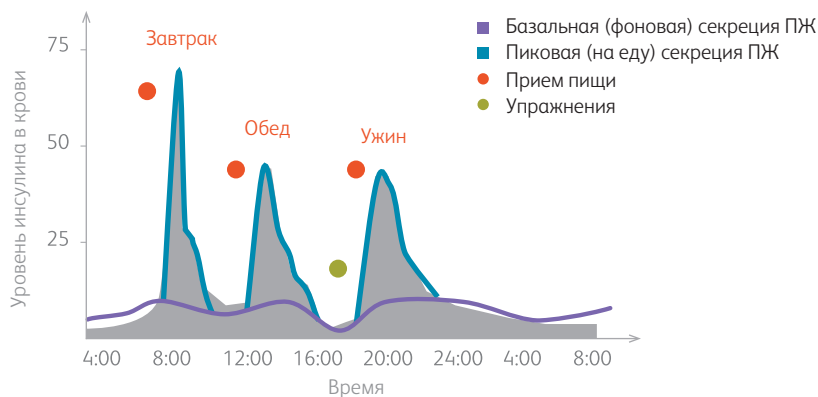
Болюсный инсулин	Базисный инсулин
Вводится вручную	Вводится автоматически
На еду или на коррекцию	Для поддержания уровня глюкозы в крови
Для расчета дозы может быть использован помощник болюса	Может быть запрограммирована различная скорость введения каждые 30–60 минут
Несколько типов введения	Скорость введения зависит от индивидуальной потребности за сутки

Индивидуальный базальный профиль с учетом возрастных особенностей



Работа здоровой поджелудочной железы

Здоровая поджелудочная железа



Условно можно сказать, что здоровая поджелудочная железа работает в двух «режимах».

Здоровая поджелудочная железа практически постоянно выбрасывает в кровь небольшие количества инсулина для сдерживания высокой продукции глюкозы печенью – глюконеогенеза и гликолиза, это так называемая базальная секреция.

В случае приема пищи поджелудочная железа выделяет сразу большие объемы инсулина для усвоения поступивших с едой углеводов. При этом если прием пищи продолжительный, то поджелудочная железа будет выделять инсулин постепенно по мере поступления углеводов в кровь из желудочно-кишечного тракта.

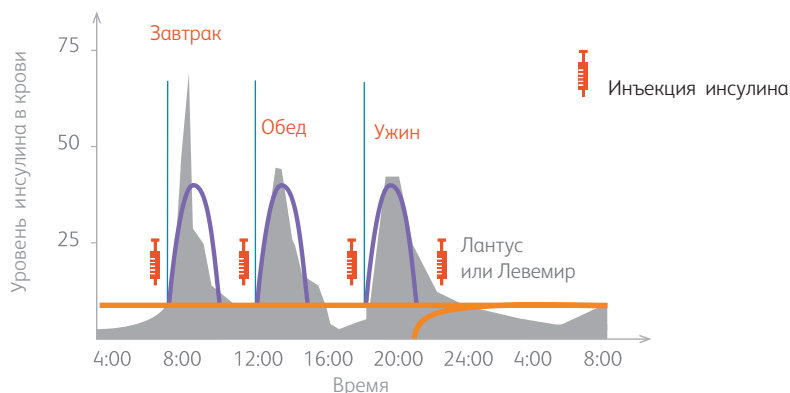
В случае снижения уровня глюкозы в крови, например при физической нагрузке или при голодании, поджелудочная железа выделяет меньше инсулина, чтобы не произошло слишком сильного падения глюкозы в крови – гипогликемии.

А знаете ли вы, что...

Здоровая поджелудочная железа работает постоянно, выделяя небольшое количество инсулина

Множественные инъекции инсулина (шприцы/шприц-ручки)

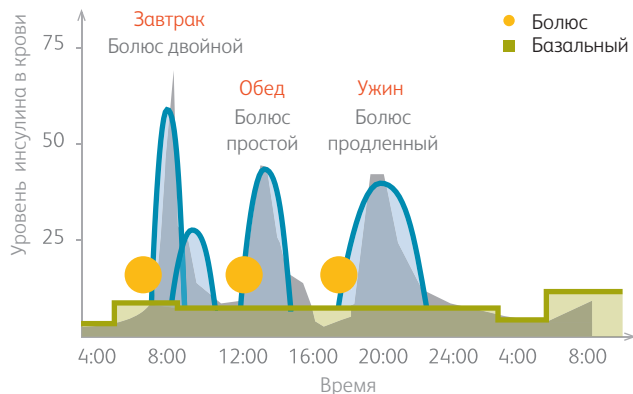
Шприц-ручки



Когда врачи рекомендуют вводить инсулин шприц-ручками, то есть делать одну или две инъекции продленного инсулина и несколько инъекций короткого инсулина на приемы пищи и при повышении глюкозы в крови, мы стараемся воспроизвести работу здоровой поджелудочной железы. Инсулин продленного действия воспроизводит базальную секрецию поджелудочной железы, то есть поддерживает постоянную концентрацию глюкозы в крови, блокируя или замедляя ее продукцию в печени. Короткий инсулин вводится на еду или при высоком уровне глюкозы в крови, чтобы снизить ее избыточное количество. К сожалению, при этом способе введения нам не удастся достаточно точно воспроизвести работу поджелудочной железы, так как концентрация продленного инсулина будет примерно одинаковой в течение времени его действия. При этом не будут учтены индивидуальные особенности потребности в инсулине в течение суток. Например, у подростков часто встречается феномен «утренней зари» с повышением потребности в инсулине в ранние утренние часы, что приводит к высоким показателям глюкозы в крови в это время. Если мы будем стараться увеличить дозу продленного инсулина на ночь, то это может привести к гипогликемии в ночное время, с последующей гипергликемией, что только ухудшит ситуацию. В случае длительного приема пищи, например во время праздника, нет возможности замедлить действие короткого инсулина, что может привести к гипогликемии через некоторое время после укола.

Работа инсулиновой помпы по сравнению со здоровой поджелудочной железой и шприц-ручками

Инсулиновая помпа



При использовании инсулиновой помпы у нас появляется значительно больше возможностей. Введение инсулина помпой также направлено на воспроизведение работы здоровой поджелудочной железы, однако делается это более успешно. Скорость введения базального инсулина может быть различной каждые 30–60 минут в течение суток. Тем самым появляется возможность воспроизвести индивидуальный профиль потребности в инсулине за сутки. Например, при высокой потребности в инсулине ранним утром мы можем увеличить скорость подачи инсулина только в это время, оставив в остальные часы меньшую скорость, и тем самым стабилизировать показатели глюкозы в крови. А в случае занятий спортом мы можем снизить скорость подачи инсулина или вовсе отключить помпу во время физических нагрузок, чтобы снизить концентрацию инсулина в крови и предотвратить гипогликемию. Для того чтобы действие инсулина соответствовало особенностям питания и компонентам пищи, есть несколько

А знаете ли вы, что...

Инсулиновая помпа, как и здоровая поджелудочная железа, постоянно подает небольшие дозы базального инсулина в заданном индивидуальном режиме

способов введения болюсного инсулина. Его можно ввести сразу или постепенно, а можно комбинировать эти способы или разбить болюсную дозу на несколько частей (см. Главу 7).

Несмотря на то, что полностью воспроизвести работу здоровой поджелудочной железы пока не удастся, инсулиновые помпы благодаря своим возможностям позволяют нам вплотную приблизиться к этому.

ОБЗОР ГЛАВЫ 2

- Существуют различные модели помп, которые могут различаться по своим функциям:
 - минимальная доза инсулина (шаг),
 - помощник болюса,
 - пульт управления,
 - непрерывное измерение глюкозы,
 - остановка подачи инсулина при гипогликемии,
 - установка полностью на тело (отсутствует инфузионная система)
- Обсудите со своим лечащим врачом функции, которые могут потребоваться вам
- В помпе используется только один вид инсулина
- Помпа подает инсулин в двух режимах: базальный и болюсный
- Введение инсулина помпой больше похоже на работу здоровой поджелудочной железы, чем введение инсулина шприцами или шприц-ручками

ГЛАВА 3. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИНСУЛИНОВЫХ ПОМП

Преимущества помповой инсулинотерапии

Хорошо известно, что компенсация диабета уменьшает риск развития и прогрессирования осложнений сахарного диабета (поражения глаз, почек и др.). У многих детей и подростков с диабетом переход на инсулиновую помпу сопровождается снижением и стабилизацией глюкозы в крови, то есть приводит к снижению гликированного гемоглобина (9–13).

Преимущества от использования инсулиновой помпы

Низкий уровень гликированного гемоглобина	У многих людей, которые переходят на помпу, удается снизить и стабилизировать показатели глюкозы в крови
Меньше гипогликемий	Использование помпы может быть полезно у людей с диабетом, склонных к гипогликемии, так как у тех, кто использует помпу, риск гипогликемии снижается
Меньше инъекций	В отличие от шприц-ручек делать уколы с помпой надо лишь один раз в 2–3 дня или даже реже
Маленькие дозы инсулина	Современные помпы могут подавать инсулин с минимальной дозой до 0,01 ЕД, это позволяет более точно дозировать инсулин, вводить его маленькими дозами в зависимости от количества углеводов, а также более точно подбирать профиль базальной дозы
Более физиологичное введение инсулина	В помпе обычно используются аналоги инсулина короткого действия, которые вводятся в одно и то же место в течение нескольких дней, благодаря чему действие инсулина более предсказуемо и постоянно. Можно задать различную базальную скорость, чтобы учесть индивидуальную потребность днем и ночью
Гибкий образ жизни	Введение инсулина помпой проще, а некоторые модели помп имеют пульт управления, что может быть полезно, если вы не хотите вводить инсулин в присутствии других людей. Можно ввести любое необходимое количество болюсов без дополнительных уколов
Легче заниматься спортом	На помпе легче регулировать дозу инсулина во время и после занятий спортом. Во время физических нагрузок помпу можно отключить или уменьшить подачу инсулина
Улучшение самочувствия	Для многих использование помпы комфортнее. Получаемая польза от помпы уменьшает стресс и тревогу, что улучшает самочувствие

Еще одним преимуществом инсулиновых помп является снижение риска гипогликемий. У детей гипогликемия является частой и серьезной проблемой (14, 15). При использовании помповой терапии количество эпизодов гипогликемии значительно уменьшается (16–18). Это происходит потому, что помповая терапия позволяет вводить инсулин очень маленькими порциями, что позволяет более точно дозировать инсулин, например для небольших перекусов у маленьких детей. Врач и родители ребенка имеют возможность оптимально настроить свой базальный профиль введения инсулина в соответствии с индивидуальными потребностями. Использование временного базального профиля позволяет значительно снизить количество эпизодов гипогликемии при физических нагрузках, а также может с успехом быть применено при болезни или необъяснимой низкой гликемии в течение дня.

Используя помпу, вы будете делать меньше уколов. Несложно посчитать, что ребенок с диабетом, получающий минимум пять инъекций за день (три инъекции короткого инсулина на основные приемы пищи и две инъекции продленного инсулина утром и вечером), за год получает 1820 инъекций. В случае помповой терапии, при условии смены катетера каждые 3 дня, это количество снижается до 120 введений катетера в год. Это может быть особенно важно для маленьких детей в связи с боязнью инъекций.

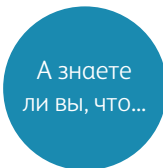
При использовании помпы проще вводить инсулин. Для введения необходимой дозы инсулина достаточно установить количество вводимого инсулина и ввести его нажатием кнопки. Нет необходимости в дополнительной подготовке места инъекции, что может быть связано с дискомфортом, особенно если необходимо ввести инсулин вне дома. Использование пульта управления в некоторых моделях помп позволит ввести инсулин незаметно для окружающих, и никто не узнает, что у вас или вашего ребенка сахарный диабет.

У большинства маленьких детей требуется не только маленькая доза инсулина, но и маленький шаг изменения этой дозы. Например, если одной единицы (ЕД) инсулина на завтрак мало, а 1,5 – много. Слишком большой шаг введения инсулина (0,5 ЕД и больше) может способствовать значительным колебаниям глюкозы в крови в течение суток. Иногда родители маленьких детей разводят инсулин для получения более низкой концентрации, чтобы получить меньший шаг введения инсулина. Это может привести к серьезным ошибкам при приготовлении и использовании разведенного инсулина. Некоторые современные модели помп позволяют вводить инсулин с точностью

до 0,01 ЕД, что обеспечивает точное дозирование и простоту подбора дозы для достижения хороших показателей глюкозы в крови. Кроме того, в случае нестабильного аппетита у маленьких детей общая доза инсулина может быть распределена на несколько малых доз.

Одна из проблем при использовании шприц-ручек или шприцев – это неодинаковый эффект от введения инсулина. Поэтому, несмотря на одно и то же количество инсулина и принятых углеводов, показатели глюкозы в крови могут быть различными. Это связано с рядом причин, в том числе с неодинаковым действием инсулина при его введении в различные места. При использовании помпы инсулин вводится в одно и то же место в течение нескольких дней, поэтому его действие более равномерное (19). Так называемая вариабельность действия (неодинаковое действие в различные дни) продленных инсулинов также может быть причиной необъяснимых колебаний глюкозы в крови.

Еще одним преимуществом инсулиновых помп является улучшение самочувствия. Родители детей, находящихся на помповой инсулинотерапии, часто отмечают значительное уменьшение тревоги, связанной с диабетом, по сравнению с родителями детей, находящихся на интенсифицированной инсулинотерапии (20).

A blue circular graphic containing white text.

А знаете
ли вы, что...

Современная
помпа может
ввести в 50 раз
меньшую дозу
инсулина, чем
шприц-ручка



Помпа не работает за вас! Результат от использования инсулиновой помпы будет во многом зависеть от того, насколько вы умеете управлять диабетом и инсулиновой помпой. Отсутствие необходимых знаний в области самого диабета, регулярного самоконтроля, неумение управлять помпой, анализировать получаемые результаты и принимать решения по коррекции дозы может привести к кетоацидозу и ухудшению показателей глюкозы в крови и, следовательно, высокому уровню гликированного гемоглобина.

Недостатки помповой инсулинотерапии

При использовании помп могут возникнуть свои проблемы. Пожалуй, самая важная из них – это возможность «неожиданного» развития кетоацидоза (21). Из-за отсутствия пролонгированного инсулина в организме человека с диабетом, использующего помпу, имеется только небольшое количество инсулина короткого действия. Если по каким-то причинам, которые мы рассмотрим ниже, инсулин перестал поступать в организм, очень быстро повышается уровень глюкозы в крови и быстро (через 2–4 часа) появляются кетоны. А уже через 3–5 часов состояние может резко ухудшиться, появиться рвота, что требует незамедлительного вмешательства. Развитие кетоацидоза может быть предотвращено, если люди с диабетом знают, как себя вести в той или иной ситуации (гипергликемия, появление кетонов и др.), и следуют правилам предупреждения кетоацидоза (Глава 9).

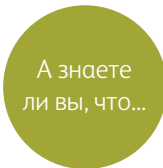
Проблемы при использовании инсулиновой помпы

Выше риск кетоацидоза при нарушении подачи инсулина	Небольшой запас инсулина в организме и, следовательно, высокий риск гипергликемии и кетоацидоза в случае проблем с подачей инсулина, особенно при подаче малых доз инсулина у маленьких детей
Стоимость	Для некоторых людей с диабетом стоимость помпы будет слишком высокой. Также необходимо регулярно приобретать расходные материалы для помпы
Необходимость постоянного ношения внешнего устройства	Ношение помпы может причинять дискомфорт. Помпа может быть заметна для окружающих, что не позволит скрыть ваш диабет
Возможные технические неисправности помпы, приводящие к нарушению доставки инсулина в организм	Помпа – сложное техническое устройство, которое может выйти из строя, особенно в случае неправильного обращения с ней
Помпа не работает за вас	Для хорошего результата вам потребуется тщательный самоконтроль, умение обращаться с помпой, что потребует от вас усилий и упорства, особенно в первое время
Другое	Риск инфицирования катетера, кристаллизация инсулина в катетерах, реакции на адгезивные материалы

Конечно, существенной проблемой при использовании помповой инсулинотерапии является ее стоимость. Расходы на помповую терапию заметно больше, чем на традиционную инсулинотерапию. Расходы потребуются не только для приобретения помпы, но и для приобретения расходных материалов к ней (резервуары, инфузионные наборы). Для применения функции длительного мониторинга глюкозы в реальном времени необходимо использовать специальный сенсор, который также является расходным материалом и используется обычно в течение 6 дней.

Недостаточное развитие подкожно-жировой клетчатки может быть проблемой при использовании помп, особенно у маленьких детей. Для введения катетера игла должна быть больше, чем для инъекции при традиционной инсулинотерапии. Недостаточная толщина подкожно-жировой клетчатки может приводить к загибу катетеров и возникновению риска развития кетоацидоза. Чтобы уменьшить риск загиба канюли, для установки катетера чаще используется область ягодиц, где подкожно-жировая клетчатка развита лучше, чем в области живота. Также применяются тефлоновые катетеры, которые вводятся под углом, либо короткие стальные, что также предотвращает загиб катетера.

У некоторых людей может происходить инфицирование в месте введения катетера. Чаще это наблюдается при нерегулярной замене инфузионной системы, недостаточной гигиене или склонности к бактериальным поражениям кожи (фурункулез и др.). В случае нагноения или воспаления в области установки катетера можно воспользоваться дополнительными средствами (см. Главу 5). У некоторых людей в месте установки катетера могут возникать липодистрофии. Для предотвращения развития липодистрофии необходимо постоянно менять места введения инфузионных наборов, как это делается при традиционной инсулинотерапии. Также кожа маленьких детей может быть очень чувствительна к адгезивным материалам, используемым для фиксации кате-



А знаете
ли вы, что...

На помпе риск
кетоацидоза
может быть
выше, но его
развитие
может быть
предотвращено,
если люди
с диабетом
следуют
стандартным
правилам
предупреждения
кетоацидоза

тера, в этом случае можно выбрать другой вид инфузионной системы или использовать дополнительные адгезивные средства (см. Главу 5). Одной из причин нарушения подачи инсулина в организм может быть кристаллизация (изменения структуры) инсулина. Это обычно происходит при длительном использовании инфузионной системы или при нарушении условий хранения инсулина, если помпа или инфузионная система подверглись действию слишком высоких или низких температур. Например, зимой трубка инфузионной системы может вылезти из-под одежды и инсулин в ней замерзнет, летом под действием прямых солнечных лучей инсулин в резервуаре или трубке может перегреться и также кристаллизироваться.

ОБЗОР ГЛАВЫ 3

- Преимущества инсулиновой помпы:
 - ниже уровень HbA1c,
 - реже гипогликемии,
 - меньше уколов,
 - можно ввести маленькую дозу инсулина,
 - легче вводить инсулин,
 - легче заниматься спортом,
 - лучше самочувствие
- Для того чтобы использование инсулиновой помпы дало положительный результат, от вас потребуется регулярный и тщательный самоконтроль: измерение глюкозы, введение инсулина, ведение дневника, подсчет углеводов
- Недостатки инсулиновой помпы:
 - выше риск кетоацидоза,
 - высокая стоимость,
 - необходимость постоянного ношения дополнительного устройства,
 - выход помпы из строя,
 - не работает за вас,
 - риск инфицирования катетера, кристаллизация инсулина в катетерах, реакции на адгезивные материалы

ГЛАВА 4. ПЕРЕХОД НА ПОМПОВУЮ ИНСУЛИНОТЕРАПИЮ. РАСЧЕТ ДОЗЫ ИНСУЛИНА НА ПОМПЕ

Когда стоит переходить на помповую инсулинотерапию?

Решение о переходе на помпу принимается совместно родителями, ребенком и лечащим врачом. Возрастных ограничений при переводе на помпу не существует, включая младенцев.

В большинстве случаев перевод на помпу осуществляется не ранее 3–6 месяцев от начала заболевания, когда люди с диабетом и их родители не только усвоят теоретические знания по сахарному диабету, но и приобретут достаточный практический опыт. Конечно, люди с диабетом могут перейти на помпу независимо от длительности диабета и даже сразу после того, как установят диагноз. Однако перевод на помповую инсулинотерапию сразу после начала диабета может быть связан с рядом трудностей. Необходимы не только достаточные знания по принципам помповой инсулинотерапии, но и хорошие знания по сахарному диабету в целом. Как и для любых навыков, понимание многих особенностей сахарного диабета приходит с опытом.

Кроме того, первое время после заболевания доза инсулина может значительно снижаться, что потребует частой самостоятельной коррекции дозы инсулина. У маленьких детей на помповой инсулинотерапии на первом году заболевания имеются определенные особенности базальной дозы, которая составляет у них всего 10–30% от суточной дозы, а у почти половины маленьких детей может отсутствовать потребность в базальной дозе инсулина (22).

В отдельных случаях при очень сильном желании подростков и родителей и быстром овладении навыками самоконтроля перевод на помповую терапию может осуществляться и в более ранние сроки – при небольшой длительности диабета. Поэтому врач принимает решение о времени перевода на помповую инсулинотерапию, исходя из индивидуальных особенностей каждого человека с диабетом.

Условия перехода на помпу

Хотя помповая терапия становится все более популярной среди детей с диабетом, она рекомендована не всем. Чтобы помповая терапия была успешной, ребенок и его родители должны, безусловно, хотеть этого. Многие специалисты по диабету считают, что самоконтроль (необходимое количество измерений гликемии в сутки, ведение дневника самоконтроля, коррекция инсулинотерапии и др.) является самым важным условием для перехода на помпу (23). Многие врачи-педиатры требуют строгого соблюдения самоконтроля от людей с диабетом для начала помповой терапии, так как это является не только основой для достижения результата, но также необходимо для предотвращения возможных осложнений.

! Установка инсулиновой помпы не избавляет вас от самоконтроля! Для того чтобы показатели глюкозы в крови на помпе были хорошими и не возникло кетоацидоза, вам потребуются регулярный и тщательный самоконтроль: измерение глюкозы, введение инсулина, ведение дневника, подсчет углеводов.

Причины для перехода на помповую инсулинотерапию

- Высокий уровень HbA1c, не связанный с плохим самоконтролем
- Дети и подростки с феноменом «утренней зари»
- Снижение качества жизни (негативное отношение к необходимости введения инсулина при посторонних людях, необходимость соблюдения жесткого пищевого режима, желание максимально разнообразить пищу)
- Частые или тяжелые гипогликемии
- Дети младшего возраста с низкой потребностью в инсулине
- Дети с боязнью уколов
- Регулярные занятия спортом
- Желание улучшить качество жизни

Недостатки помповой терапии (Глава 3) могут приводить к отказу от ее использования. Однако люди с диабетом и диабетологическая команда не часто отказываются от продолжения помповой терапии. Анализ, проведенный у людей с диабетом, находящихся на помповой терапии в Германии и Австрии, показал, что от помпы отказалось только около 4% людей (24). Ос-

новными факторами отказа от помповой терапии являются: отсутствие настроя на лечение, снижение гибкости образа жизни и ухудшение показателей глюкозы в крови. Поэтому необходимо учесть эти факторы при решении вопроса о переходе на помповую терапию.

Расчет инсулина при переходе на помпу

При переходе на помпу суточная доза инсулина (короткий инсулин + длинный инсулин за сутки) обычно снижается на 10–25% (25–27). Снижение дозы инсулина зависит в первую очередь от степени компенсации углеводного обмена, то есть от показателей глюкозы в крови, а также от того, как часто бывают эпизоды гипогликемии. В случае высоких показателей глюкозы в крови доза инсулина может остаться без изменений или даже увеличиться.

Изменение суточной дозы инсулина (СДИ) при переходе на помповую терапию

Частые гипогликемии	СДИ меньше на 20–25%
Хорошие показатели глюкозы в крови, редкие или вообще отсутствующие гипогликемии	СДИ меньше на 10–20%
Высокие показатели глюкозы в крови, редкие или вообще отсутствующие гипогликемии	СДИ без изменений

После расчета суточной дозы инсулина на помповой терапии переходят к расчету базальной и болюсной дозы.

Расчет базальной дозы

У большинства людей, использующих помпу, доза базального инсулина меньше, чем болюсного. При этом соотношение между базальной и болюсной дозой на помпе в значительной степени зависит от возраста ребенка. При расчете базальной дозы можно использовать следующее правило – чем меньше ребенок, тем меньше в процентном отношении доля базального инсулина. У маленьких детей доза базального инсулина может составлять 30% от суточной дозы, в то время как у подростков и молодых взрослых она обычно около

50%. (28–30). Однако и у взрослых людей базальная доза может быть заметно меньше болюсной (31).

Доля базальной дозы

- Дети 0–6 лет – около 30–35% от суточной дозы инсулина
- Дети 6–12 лет – около 35–40% от суточной дозы инсулина
- Подростки и взрослые – около 40–50% от суточной дозы инсулина

После расчета суточной базальной дозы необходимо установить, сколько базального инсулина будет вводиться каждый час. Количество базального инсулина, вводимого за час, называется базальной скоростью, так как измеряется в ЕД в час – ЕД/час (UI/h). Есть два варианта расчета почасовой базальной скорости. В первом случае суточная базальная доза может быть равномерно распределена в течение дня. Для этого надо просто разделить полученную суточную базальную дозу на 24 часа.

Второй вариант – это расчет базальной скорости с учетом индивидуальных особенностей. Обычно в течение дня отмечается различная потребность в базальном инсулине, что в большей степени зависит от возраста ребенка. У маленьких детей обычно выше потребность в поздние вечерние часы и в первую половину ночи и низкая потребность в дневное время. По мере взросления ребенка начинает преобладать феномен «утренней зари» – высокая потребность в инсулине в ранние утренние часы (32). Эти особенности изменения потребности в базальном инсулине связаны с возрастными различиями в секреции контринсулярных гормонов, таких как гормон роста, кортизол и половые гормоны (33). Например, у маленьких детей более высокая потребность в базальном инсулине поздно вечером может быть связана с подъемом уровня гормона роста сразу после засыпания ребенка (34).

А знаете
ли вы, что...

Соотношение
базального
и болюсного
инсулина
зависит от
возраста
ребенка

Возрастные особенности базального профиля

Дети дошкольного возраста	Базальная скорость больше на 20% в период с 21:00–24:00 до 3:00 часов
Базальная скорость меньше на 30% в период 11:00–13:00	СДИ меньше на 10–20%
Школьники	Базальная скорость больше на 10% в период с 21:00–24:00 до 3:00 и с 4:00 до 9:00 и меньше на 10% в период 11:00–13:00
Подростки и молодые взрослые	Базальная скорость больше на 10–20% в период с 4:00 до 9:00

Пример расчета базальной дозы при переходе на помпу

Ребенок 7 лет с частыми эпизодами гипогликемии HbA1c – 8,0% Лантус – 10 ЕД НовоРapid – 5 ЕД + 5 ЕД + 5 ЕД	$\text{СДИ}_{\text{до помпы}} = \text{Лантус} + \text{НовоРapid} = 10 + 5 + 5 + 5 = 25 \text{ ЕД/сут}$ Учитывая хороший показатель углеводного обмена (HbA1c – 8%) и частые эпизоды гипогликемии, дозу надо снизить на 20% $\text{СДИ}_{\text{на помпе}} = 25 \text{ ЕД/сут} - 20\% = 20 \text{ ЕД/сут}$ Учитывая возраст ребенка, доля базального инсулина составит 35% Базальная доза = $20 \text{ ЕД/сут} \cdot 0,35 = 7 \text{ ЕД/сут}$ Расчет базальной скорости <i>Вариант 1</i> Базальная скорость = $7/24 \text{ часа} = 0,3 \text{ ЕД/час}$ <i>Вариант 2</i> Базальная скорость с 24:00 до 3:00 и с 4:00 до 9:00 будет 0,35 ЕД/час, с 11:00 до 13:00 0,25 ЕД/час, в остальное время 0,3 ЕД/час
---	---

А знаете
ли вы, что...

Углеводный
коэффициент,
фактор
чувствительности
к инсулину и
целевой уровень
гликемии обычно
отличаются у
детей разного
возраста и в
разное время
суток

Расчет болюсной дозы

При использовании помпы болюсная доза на прием пищи или на высокий уровень глюкозы в крови может рассчитываться человеком с диабетом или родителями самостоятельно, либо с использованием калькулятора болюса (или помощника болюса). Калькулятор болюса – это программа, встроенная в помпу, рассчитывающая дозу инсулина в соответствии с запрограммированными настройками. Помощник болюса не вводит инсулин, а только рекомендует дозу. Решение о введении этой дозы принимаете вы исходя из собственного опыта.

! Помощник болюса сам не вводит инсулин, а только
■ рекомендует дозу инсулина

Потребность в инсулине, а следовательно, количество вводимого инсулина со временем изменяется. Это связано с ростом ребенка, изменением образа жизни и др. Поэтому даже если вы используете помощник болюса, настроенный вашим врачом, важно уметь рассчитывать дозу самостоятельно, так как в случае ухудшения показателей глюкозы в крови вы всегда сможете скорректировать настройки помощника болюса.

Болюсный инсулин вводится на приемы пищи (болюс на еду) или для коррекции показателей глюкозы в крови (корректирующий болюс).

Для расчета болюса на еду используется углеводный коэффициент (УК).

Углеводный коэффициент – УК

УК – это количество инсулина, покрывающее 1 ХЕ (для тех, кто считает углеводы в ХЕ), или количество граммов углеводов, которое покрывается 1 ЕД инсулина (для тех, кто считает углеводы в граммах).

Больше коэффициент – больше инсулина на еду

Способ расчета 1	Способ расчета 2
$УК = \frac{\text{Болюсная доза за сутки}}{\text{Количество ХЕ за сутки}}$	<i>Маленькие дети (до 6 лет):</i> $УК = \frac{1,25 \times \text{СДИ(ЕД)}}{\text{вес (кг)}}$ <i>Старшие дети (6–12 лет):</i> $УК = \frac{1,4 \times \text{СДИ(ЕД)}}{\text{вес (кг)}}$ <i>Подростки (12–18 лет):</i> $УК = \frac{2,0 \times \text{СДИ(ЕД)}}{\text{вес (кг)}}$ <i>Взрослые:</i> $УК = \frac{1,74 \times \text{СДИ(ЕД)}}{\text{вес (кг)}}$

При расчете корригирующего болюса используется фактор чувствительности к инсулину (ФЧИ) и целевой уровень гликемии.

Фактор чувствительности к инсулину – ФЧИ

ФЧИ – это насколько уровень глюкозы в крови снизится при введении одной единицы инсулина.

Больше коэффициент – меньше инсулина на снижение

Способ расчета 1	Способ расчета 2
Вычислить по дневнику самоконтроля	<i>Дети:</i> $\text{ФЧИ} = \frac{110}{\text{СДИ(ЕД)}}$ <i>Взрослые:</i> $\text{ФЧИ} = \frac{100}{\text{СДИ(ЕД)}}$

Пример расчета УК и ФЧИ

Ребенок 10 лет с частыми эпизодами гипогликемии СДИ = 50 ЕД/сут Болюсная доза = 30 ЕД/сут Вес = 40 кг 17 ХЕ за сутки	Углеводный коэффициент: <i>Способ 1</i> $УК = 30/17 = 1,8$ (1,8 единицы инсулина утилизируют 1 ХЕ) <i>Способ 2</i> $УК = (1,4 \times 50)/40 = 1,8$ (1,8 ЕД инсулина утилизируют 1 ХЕ) Фактор чувствительности к инсулину <i>Способ 1</i> По дневнику при введении 1 ЕД глюкоза в крови падает на 3 ммоль/л – ФЧИ 3 ммоль/л на 1 ЕД инсулина <i>Способ 2</i> $ФЧИ = 120/50 = 2,4$ (1 ЕД инсулина снижает глюкозу в крови на 2,4 ммоль/л)
---	--

Если УК и ФЧИ, полученные различными способами, не совпадают, можно взять среднее между ними значение.

Целевой уровень глюкозы крови – индивидуальное значение глюкозы крови, к которому будет стремиться помпа с помощью корректирующего болюса. Уровень целевой гликемии определяется индивидуально для каждого человека совместно с лечащим врачом и зависит от возраста, склонности к гипогликемии и др.

	Целевая гликемия		HbA1c, %
	Дневное время	Ночное время	
Дошкольники 0–6 лет	5,5–9,0	6,0–11,0	7,5–8,5
Школьники 6–12 лет	5,0–8,0	5,5–10,0	< 8,0
Подростки 13–19 лет	5,0–7,5	5,0–8,5	< 7,5

С помощью углеводного коэффициента можно определить болюс на еду – инсулин для усвоения принятых углеводов.

Болюс на еду (БЕ) = Количество ХЕ × УК

С помощью фактора чувствительности к инсулину и целевой гликемии можно определить корректирующий болюс – инсулин, необходимый для достижения целевого уровня глюкозы крови (ГК).

Корректирующий болюс (КБ) = $\frac{\text{ГК сейчас} - \text{ГК целевая}}{\text{ФЧИ}}$

Корректирующий болюс может быть положительным (на снижение) – если уровень глюкозы в крови выше целевого, или отрицательным (для повышения) – если уровень глюкозы в крови ниже целевого. Для расчета общего болюса необходимо сложить корректирующий и болюс на еду. Если корректирующий болюс отрицательный, то общая доза инсулина будет уменьшена для повышения глюкозы в крови до целевых значений.

Общий болюс (ОБ) = Болюс на еду + Корректирующий болюс

Примеры расчета болюсной дозы

Ребенок 3 лет ГК сейчас – 15 ммоль/л Целевой уровень гликемии – 8,0 ммоль/л ФЧИ = 9	$\text{КБ} = \frac{\text{ГК сейчас} - \text{ГК целевая}}{\text{ФЧИ}} = \frac{15 - 8}{9} = 0,8$
Ребенок 12 лет ГК перед едой – 13 ммоль/л Целевой уровень гликемии – 7,0 ммоль/л УК = 1,3 ФЧИ = 4 Собирается съесть 4 ХЕ	$\text{БЕ} = \text{кол-во ХЕ} \times \text{УК} = 4 \times 1,3 = 5,2 \text{ ЕД}$ $\text{КБ} = \frac{\text{ГК сейчас} - \text{ГК целевая}}{\text{ФЧИ}} = \frac{13 - 7}{4} = 1,5$ $\text{ОБ} = \text{БЕ} + \text{КБ} = 5,2 + 1,5 = 6,7 \text{ ЕД}$
Ребенок 7 лет ГК перед едой – 4 ммоль/л Целевой уровень гликемии – 7,5 ммоль/л УК = 1,0 ФЧИ = 7 Собирается съесть 3 ХЕ	$\text{БЕ} = \text{количество ХЕ} \times \text{УК} = 3 \times 1,0 = 3,0 \text{ ЕД}$ $\text{КБ} = \frac{\text{ГК сейчас} - \text{ГК целевая}}{\text{ФЧИ}} = \frac{4 - 7,5}{7} = 0,5$ (отрицательный КБ!) $\text{ОБ} = \text{БЕ} + \text{КБ} = 3,0 - 0,5 = 2,5 \text{ ЕД}$

Рассчитанные после перехода на помпу базальный профиль, углеводный коэффициент и фактор чувствительности к инсулину далеко не всегда являются оптимальными. В дальнейшем, вероятней всего, потребуется их индивидуальная коррекция в зависимости от показателей гликемии. О правилах оценки и коррекции базальной и болюсной дозы вы можете прочитать в главах 6 и 7.



Рассчитанные после перехода на помпу настройки базального профиля и помощника болюса далеко не всегда являются оптимальными. В дальнейшем потребуется их индивидуальная коррекция

ОБЗОР ГЛАВЫ 4

- Решение о переходе на помпу принимается совместно родителями, ребенком и лечащим врачом
- Основными причинами перехода на помпу являются:
 - высокий уровень HbA1c;
 - дети и подростки с феноменом «утренней зари»;
 - снижение качества жизни (негативное отношение к необходимости введения инсулина при посторонних людях, необходимость соблюдения жесткого пищевого режима, желание максимально разнообразить пищу);
 - частые или тяжелые гипогликемии;
 - дети младшего возраста с низкой потребностью в инсулине;
 - дети с боязнью уколов;
 - регулярные занятия спортом
- Суточная доза инсулина на помпе обычно меньше, чем на шприцах/шприц-ручках
- Дозы базального/болюсного инсулина, фактор чувствительности к инсулину и углеводный коэффициент обычно зависят от возраста и времени суток

ГЛАВА 5. УСТАНОВКА ИНСУЛИНОВОЙ ПОМПЫ. ИНФУЗИОННЫЕ НАБОРЫ

Виды инфузионных наборов

У каждого производителя инсулиновых помп существует несколько видов инфузионных наборов. Основные отличия заключаются в длине канюли, находящейся под кожей, материале, из которого она изготовлена, величине угла, под которым она вводится под кожу, длине трубочки инфузионного набора, возможности отсоединения.

Канюля может быть изготовлена из стали или из пластика – тефлона. Каждый материал имеет свои преимущества и недостатки. Пластиковые канюли более гибкие и могут слегка изгибаться при изменении положения тела, не причиняя при этом дискомфорта человеку, они более удобны и менее травматичны. Пластиковые катетеры рекомендуется менять каждые 2–3 дня. Однако из-за своей мягкости они могут загигаться – например, при установке в место, где недостаточное количество подкожно-жировой клетчатки, или при резком движении. Из-за этого нарушается введение инсулина под кожу, что может привести к повышению глюкозы в крови и затем к появлению ацетона. Этого недостатка лишены стальные канюли, потому что они никогда не загигаются. Однако из-за своей жесткости эти катетеры более травматичны и причиняют больше дискомфорта. Болезненность в месте установки чаще появляется при резких движениях, поэтому такие катетеры нежелательно устанавливать в местах, где подкожно-жировая клетчатка может интенсивно смещаться (например, на живот, где подкожно-жировая клетчатка несколько смещается, когда человек садится или ложится). В связи с большей травматичностью не рекомендуется использовать эти катетеры более 1–2 дней. Стальные канюли, в отличие от пластиковых, не требуют заполнения инсулином (см. далее).

Катетеры, которые вводятся под прямым углом, менее устойчивы к срыванию, а пластиковые канюли даже могут выйти из-под кожи – например, во время занятий спортом или у очень подвижных детей. Канюли, которые вводятся под углом, более устойчивы и редко выходят из-под кожи. Их можно вводить под разными углами, что позволит установить такую канюлю в место с недостаточно развитой подкожно-жировой клетчаткой. Кроме того,

они обладают всеми преимуществами того материала, из которого изготовлены. Пожалуй, единственным недостатком таких катетеров является относительная сложность их установки.

Инфузионные наборы для инсулиновых помп

Тип инфузионного набора	Длина канюли, мм	Материал	Объем фиксированной заправки	Длина трубки, см	Угол введения	Отсоединение системы	Цвет	Устройство для введения
Quick-set®	6 9	Тефлон	0,3 ЕД 0,5 ЕД	110, 80, 60, 45 (для 6 мм)	90°	На месте	Бесцветный	Quick-serter®
Mio®	6 9	Тефлон	0,3 ЕД 0,5 ЕД	80, 60 (для 6 мм), 45 (для 6 мм)	90°	На месте	Бесцветный, розовый, синий	Все в одном
Silhouette®	13 17	Тефлон	0,7 ЕД	110, 80, 60, 45 (для 13 мм)	20–40°	На месте	Бесцветный	Sil-Serter®
Sure-T®	6 8 10	Мед. сталь	Заполнение канюли не требуется	80, 60 (для 6 и 8 мм), 45 (для 6 мм)	90°	Отдаленное отсоединение ~10 см от канюли	Бесцветный	Только ручное введение
Flex-Link®	8 10	Тефлон	1,0 ЕД	110 80 60	90°	На месте	Бесцветный	Link-Assist®
Tender Link®	13 17	Тефлон	0,7 ЕД	110 80 60	20–45°	На месте	Бесцветный	Только ручное введение
Rapid-D link®	6 8 10	Мед. сталь	Заполнение канюли не требуется	110 80 60	90°	Отдаленное отсоединение	Бесцветный	Только ручное введение

Виды инфузионных наборов

Тефлоновый катетер	Стальной катетер	Тефлоновый катетер
FlexLink® 	Rapid-D Link® 	TenderLink® 
Quick-Set® 	Sure-T® 	Silhouette® 

Источник: www.medtronicdiabetes.com, <http://www.roche.com/>

При выборе инфузионного набора надо обратить внимание на длину трубочки. Подходящая длина будет зависеть от того, насколько далеко будет находиться помпа от места установки и насколько удобно будет использовать помпу. Например, маленькому ребенку не стоит использовать слишком длинные трубочки, так как он может в них запутаться, а каждый раз, доставая помпу для использования, придется расправлять всю систему. В длинной трубке сложнее контролировать наличие пузырей, кроме того, на заполнение длинной трубки требуется больше инсулина. А для высокого подростка при установке инфузионной системы на руку может потребоваться как раз длинная инфузионная система. Большинству людей подойдет длина трубочки 60–80 см. Также при выборе инфузионной системы обратите внимание на возможность ее отсоединения от тела. При отсутствии такой возможности вам будет сложно принимать душ или ванну, так как потребуется полностью снять канюлю, а после душа установить новую. Большинство катетеров имеют возможность отсоединения. Не для всех инфузионных систем есть устройства для введения под кожу – сертеры. Сертеры облегчают установку катетера под кожу, делая ее менее болезненной. При использовании сертера меньше риск неправильной установки катетера. Есть инфузионные системы, которые имеют уже встроенный сертер (Medtronic Mio), что может быть очень удобно, так как нет необходимости носить его с собой.

Выбор инфузионного набора

	Очень мало ПЖК	Мало ПЖК	Достаточно ПЖК	Спорт	Риск загиба канюли	Диск-форт	Частота замены
Quick-set®/ Flex Link®	-	6 мм	6/9 мм	+/-	+	+/-	2–3
Silhouette®/ TenderLink®	13 мм	13/17 мм	13/17 мм	+	+/-	+	2–3
Sure-T®/ Rapid-D link®	6 мм	6/8 мм	6/8/10 мм	-	-	++	1–2

Примечание: ПЖК – подкожно-жировая клетчатка.

Когда мы впервые устанавливаем помпу, мы начинаем с пластиковых катетеров под прямым углом. Такие канюли подходят большинству людей, они более комфортны и менее травматичны, что может быть важно для психологической адаптации к инсулиновой помпе. При необходимости в дальнейшем в дополнение или на замену могут быть выбраны другие инфузионные системы. Например, для маленького ребенка с недостаточно развитой подкожно-жировой клетчаткой могут быть использованы либо стальные катетеры, либо пластиковые под острым углом. В случае частых загибов пластиковых катетеров могут быть использованы стальные. Если человек занимается спортом и сталкивается с проблемой выскакивания иглы из-под кожи, ему можно порекомендовать использовать катетеры под углом.

Места установки катетера

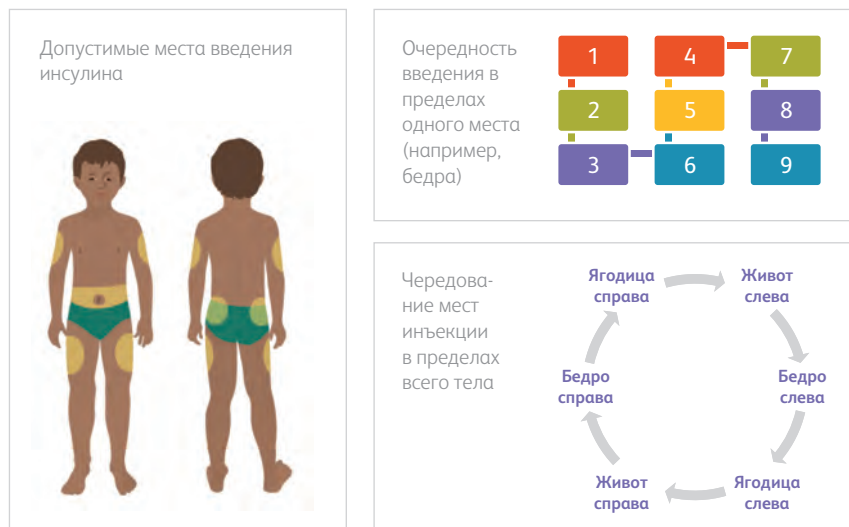
Для установки канюли можно использовать те же места, что и для инъекции инсулина (живот, бедра, область ягодиц, плечи). У маленьких детей чаще используют область ягодиц, так как в других местах подкожно-жировая клетчатка обычно имеет недостаточную толщину. Старшие дети могут устанавливать катетеры также на плечи. Помните, что инсулин быстрее действует там, где подкожно-жировая клетчатка тоньше (35).

- ❗ Необходимо регулярно менять (чередовать) места установки катетера

Важно чередовать места установки инфузионной системы. Это необходимо для того, чтобы не возникало осложнений в месте установки и не появи-

лось уплотнений (липодистрофии). Кроме того, если вы будете устанавливать катетер в одни и те же места, то инсулин со временем будет всасываться из этих мест хуже из-за развития липодистрофии, что приведет к высоким и нестабильным показателям глюкозы в крови. Вы можете последовательно чередовать места установки канюли, разделив всю область введения на сегменты.

Места и чередование установки катетера



Замена инфузионной системы и установка катетера

При установке инфузионной системы следует придерживаться стандартных правил инъекции инсулина. При установке катетера необходимо соблюдать правила чистоты – асептики. Обязательно производите замену в чистых условиях. Не допускайте возможного попадания инфекции: мойте руки, не трогайте канюлю, места соединения трубки инфузионной системы с резервуаром и канюлей. Самой лучшей профилактикой и лечением липодистрофий и других местных осложнений инсулинотерапии является постоянная смена мест установки. Катетер можно ставить только в места, где здоровая кожа и подкожно-жировая клетчатка. Нельзя устанавливать катетер там, где есть липодистрофии. В этом случае инсулин будет плохо действовать, что может привести к высокому уровню глюкозы в крови и появлению кетонов. Обраба-

тывать место установки лучше спиртом или спиртосодержащим антисептиком, так как спирт не только убивает бактерии, но и обезжиривает кожу, поэтому канюля будет крепче держаться на ней. Старую канюлю лучше удалить либо до мытья рук, либо после установки новой, так как старая канюля будет загрязнена и бактерии с нее могут попасть вам на руки, а затем и на новую систему, что может привести к воспалению. После установки новой инфузионной системы необходимо проконтролировать, как она «работает», то есть поступает ли инсулин под кожу. Для этого надо измерить глюкозу в крови через 2 часа после установки. В случае нарушения подачи инсулина уровень глюкозы в крови начинает быстро повышаться. Не следует менять канюлю перед сном, так как вам придется вставать ночью, чтобы проконтролировать уровень глюкозы в крови, а если этого не сделать, то в случае проблем с катетером утром уровень глюкозы в крови может быть очень высоким и может даже развиваться кетоацидоз, который во время сна легко пропустить.

Правила при установке инфузионной системы

- Не трогайте канюлю и соединение иглы инфузионного набора
- Постоянно меняйте места установки
- Оставьте расстояние не менее 3–4 см от:
 - пупка,
 - предыдущего места укола,
 - липодистрофий,
 - растяжек, операционных швов, родинок, синяков и т.п.
- Дезинфицируйте больший участок по размеру, чем пластырь канюли
- Удаляйте старую канюлю только после установки новой
- Проверьте уровень глюкозы в крови через 2 часа после установки катетера
- Меняйте канюлю перед едой
- Не меняйте канюлю на ночь

Будет полезно менять инфузионную систему перед едой. Помпа сама «умеет» определять, если инсулин плохо подается, но это происходит не сразу: чтобы помпа смогла «понять», что инсулин не вводится, должно пройти некоторое время. Это время зависит от количества невведенного инсулина – чем больше инсулина не поступило, тем раньше помпа сообщит о проблеме. Так как на еду идет большая доза, чем подается базального инсулина, то помпа просигнализирует об этом гораздо раньше.

Кратковременное отключение помпы для замены инфузионной системы не приводит к повышению глюкозы в крови и не требует дополнительного введения инсулина (36).

Замена инфузионной системы «шаг за шагом»

- Остановить помпу
- Отсоединить от тела
- Вытащить резервуар
- Отогнуть поршень
- Заполнить инсулином новый резервуар
- Соединить резервуар и систему
- Установить резервуар в помпу
- Заполнить инфузионную систему (капля на игле)
- Обработать место установки
- Установить канюлю
- Удалить старую канюлю
- Соединить систему с канюлей
- Заполнить канюлю (кроме стальных катетеров!)

Заполнение канюли

После установки катетера и удаления иглы-проводника внутри канюли остается незаполненное инсулином пространство. На заполнение этого места требуется дополнительный инсулин, и если оставить его пустым, то на его заполнение уйдет часть базальной или болюсной дозы.

Заполнение мягкой (пластиковой) канюли



К чему это приведет? Это может привести к повышению уровня глюкозы в крови, а у маленьких детей даже к появлению кетонов, так как

ваша базальная или болюсная доза окажется недостаточной, ведь часть введенного инсулина ушла на заполнение канюли.

А знаете
ли вы, что...

Делать фиксированную заправку (заполнение канюли после установки) нужно только при использовании тефлоновых катетеров

Сколько инсулина надо на заполнение канюли?

На заполнение канюли требуется различное количество инсулина в зависимости от длины канюли и производителя инсулиновой помпы.

Инфузионный	Длина канюли, мм	Количество инсулина для заполнения канюли (ЕД)
Quick-set®/mio®	6	0,3
	9	0,5
Silhouette®	13, 17	0,7
Flex-Link®	8	0,8
	10	1,0
TenderLink®	13, 17	0,7

Помните, что заполняются только тефлоновые (пластиковые) канюли. Металлические (стальные) канюли заполнять не нужно! Почему? Металлическая канюля не имеет иглы-проводника, поэтому она сразу заполняется инсулином при промывке (заполнении) инфузионной системы.

Что случится, если не заполнить канюлю?

Зная необходимый для заполнения канюли объем, нетрудно посчитать, сколько инсулина не получит организм для усвоения углеводов или для поддержания стабильного уровня глюкозы в крови. Для подростка при его большой дозе инсулина это может и не оказать значительного влияния на глюкозу в крови, но для маленького ребенка, у которого базальная скорость может достигать до 0,05 ЕД/час, это достаточно большой объем инсулина. И если вовремя не обратить внимания на нарастающий уровень глюкозы в крови, то через несколько часов может развиваться кетоацидоз (см. Главу 9).

Время ношения катетера

Как уже говорилось, рекомендуемое время ношения канюли из пластика составляет 2–3 дня, стальной – 1–2 дня. В некоторых случаях при хорошей переносимости и показателях глюкозы в крови продолжительность ношения канюли можно увеличить, однако при этом необходимо внимательно оценивать состояние места, где установлена канюля, и показатели глюкозы в крови.

В каких случаях инфузионный набор подлежит замене

- Необъяснимое повышение уровня глюкозы в крови и/или кетонов в моче
- Зуд, жжение или боли в месте укола
- Опухоль или покраснение в месте укола
- Уплотнения или узел вокруг места укола
- Вытекание инсулина из инфузионного набора (самоклеющаяся поверхность канюли влажная)
- Разрывы или надрывы в катетере
- Закупорка инфузионного набора (сигнал тревоги: нет подачи)



Необходимо **регулярно** производить замену катетеров: тефлоновые катетеры не реже одного раза в 3 дня, стальные катетеры не реже 1 раза в 2 дня

Средства для уменьшения боли

Часто, особенно у маленьких детей, мы сталкиваемся со страхом перед установкой катетера. Детей может пугать внешний вид катетера и, как им кажется, большая и длинная игла. Болевые ощущения, особенно при первой установке катетера, в дальнейшем могут вызывать у ребенка привычно негативную реакцию на замену катетера. Преодолеть психологический барьер может помочь использование обезболивающих средств. Для обезболивания можно использовать

А знаете ли вы, что...

Необъяснимое повышение глюкозы в крови может свидетельствовать о необходимости замены катетера

А знаете ли вы, что...

Использование обезболивающих средств упростит установку катетера и причинит меньше беспокойства вашему ребенку

различные средства: крем Эмла®, Лидокаин спрей или, например, при отсутствии под рукой специальных средств – холодные предметы (лед). Все средства отличаются скоростью наступления эффекта, силой и продолжительностью действия.

Обезболивающие средства

	Эмла®	Лидокаин спрей 10%	Лед, холодные предметы
Скорость наступления эффекта	+	++	+++
Сила	+++	++	+
Длительность	+++	++	+

Дополнительные средства

Нагноения в области установки инфузионного набора могут стать серьезной проблемой. Чаще всего бактериальные инфекции вызываются стрептококком или стафилококком, которые в норме могут находиться на коже человека (37). В случае частых нагноений в области установки катетера необходимо использовать дополнительные средства антибактериальной защиты. Для уничтожения бактерий перед установкой катетера, помимо тщательной обработки рук, можно использовать местно тройную терапию: антибактериальное мыло + антисептик № 1 (например, хлоргексидин, мирамистин) + антисептик № 2 (спирт или спиртовой раствор хлоргексидина). Для предотвращения попадания инфекции после установки канюли ее можно заклеить дышащим пластырем – IV 3000® или Tegaderm®. Также обсудите со своим лечащим врачом необходимость проведения курса антибиотикотерапии, особенно в случаях склонности кожи к гнойным заболеваниям. Если есть проблема с частым отклеиванием катетера, например из-за особенностей кожи или подвижности ребенка, можно использовать средство для улучшения приклеивания пластыря Mastisol®/Skin tac®. Для удаления остатков адгезивного (клеящего) материала пластыря можно использовать средство Detachol® или Reliamed Adhesive Remover®. В случае аллергических реакции на адгезивный материал пластыря можно сначала заклеить место установки катетера другим пластырем, например дышащим IV 3000® или Tegaderm®, предварительно сделав в нем отверстие для канюли. Канюля устанавливается прямо на пластырь, иголочка входит в специально проделанное отверстие. При этом адгезивный материал катетера не контактирует с кожей, а только с дышащим пластырем.

ОБЗОР ГЛАВЫ 5

- Правила при установке инфузионной системы:
 - не трогайте руками канюлю, места соединения трубки инфузионной системы с резервуаром и канюлей;
 - постоянно меняйте места установки;
 - оставьте расстояние не менее 3–4 см от:
 - пупка,
 - предыдущего места укола,
 - липодистрофий,
 - растяжек, операционных швов, родинок, синяков и т.п.;
 - дезинфицируйте больший участок по размеру, чем пластырь канюли;
 - удаляйте старую канюлю только после установки новой;
 - проверьте уровень глюкозы в крови через 2 часа после установки катетера;
 - меняйте канюлю перед едой;
 - не меняйте канюлю на ночь
- После установки мягкой (пластиковой) канюли надо заполнить «мертвое пространство» – сделать фиксированную заправку
- Не рекомендуется использовать инфузионную систему более 2–3 дней
- Можно обезболить кожу перед установкой канюли

ГЛАВА 6. БАЗАЛЬНЫЙ ИНСУЛИН

А знаете
ли вы, что...

Оценивать
работу
базального
инсулина
следует только
по показателям
глюкозы в крови
на «чистом
фоне»

Базальный инсулин необходим для поддержания необходимого уровня глюкозы в крови вне приемов пищи в течение 24 часов. Он требуется для блокирования продукции глюкозы печенью и для предотвращения распада жиров и образования кетонов. В помпе используется только инсулин короткого действия, маленькие дозы инсулина вводятся каждые несколько минут, что напоминает продукцию инсулина бета-клетками здоровой поджелудочной железы.

Свойства базального инсулина

- Блокирует избыточное поступление глюкозы в кровь из печени
- Служит для поддержания уровня глюкозы в крови
- Правильно подобранная базальная скорость позволяет иметь ровные показатели глюкозы без значительных колебаний
- Различная базальная скорость может быть установлена на каждые 30–60 минут или на любой промежуток времени

Базальный инсулин не служит для коррекции (снижения или повышения) глюкозы в крови, его задача только в поддержании ее уровня. Это важно, потому что избыточная доза базального инсулина будет постоянно приводить к падению, а недостаточная – к повышению глюкозы в крови. Одним из основных преимуществ помповой терапии у детей является возможность введения инсулина с различной скоростью в течение дня. У детей, применяющих инсулиновые помпы, использование большего числа базальных скоростей позволяет достигнуть лучшего гликемического контроля (38).

- ! Изменение настроек базальной скорости должно проводиться лечащим врачом или по согласованию с ним

Оценка и коррекция базальной скорости

После начального расчета базальной скорости потребуется ее коррекция, то есть адаптация к индивидуальным особенностям человека. Это заключается в изменении базальной скорости в отдельные часы или промежутки времени. В первое время вам потребуется чаще измерять глюкозу в крови (примерно один раз в 1–2 часа). Это необходимо для получения подробной информации об изменении уровня глюкозы. Необходимо тщательно фиксировать все сделанные измерения.

Оценивать базальный инсулин следует в то время, когда на глюкозу в крови не действуют другие (кроме базального инсулина) факторы, влияющие на уровень глюкозы в крови: приемы пищи, болюсный инсулин или другое (спорт, гипогликемия, стресс), – то есть на «чистом фоне». Не стоит корректировать базальный инсулин в дни, когда вы занимаетесь спортом, или если у вас была гипогликемия. Физические нагрузки расходуют глюкозу и влияют на чувствительность всего организма к инсулину, поэтому в дни, когда вы занимаетесь спортом, требуется меньше инсулина. Подбором базальной дозы на спортивные дни можно будет заняться после того, как вы скорректируете базальный инсулин на свой обычный режим. Гипогликемия часто повышает уровень глюкозы в крови, вызывая феномен отдачи, или постгипогликемическую гипергликемию. Это происходит, потому что некоторые гормоны, которые выделяются в ответ на гипогликемию и стараются защитить организм от нее, могут приводить к длительному повышению глюкозы в крови, так как они разрушаются не сразу. Реакция на гипогликемию в виде высокого уровня глюкозы в крови может сохраняться длительное время, обычно до 12 часов и больше (39), иногда более 24 часов (40).

Разделите свой день на несколько периодов и оценивайте базальный инсулин отдельно в каждый из них, это упростит задачу. Например, можно разделить сутки на четыре периода: ночь 22:00–7:00, завтрак 7:00–12:00, обед 12:00–17:00, ужин 17:00–22:00. Начало каждого периода времени будет началом «чистого фона». Проще всего начать оценку базальной дозы с ночного периода, ведь это идеальный «чистый фон». Принимайте во внимание показатели глюкозы с того момента, когда закончит свое действие болюсный инсулин, то есть примерно через 4 часа после последнего введения болюса. Например, если у вас был ужин в 18:00, то «чистый фон» начнется с 22:00, и с этого времени можно оценивать, как работает базальный инсулин.

Оценка базального инсулина в дневное время представляет непростую задачу. В этой ситуации очень сложно оценить работу базальной дозы, потому что глюкоза в крови находится под постоянным действием болюсного инсулина и еды. Для проверки базальной дозы в дневное время можно пропустить отдельные приемы пищи. У детей, особенно у маленьких, это может быть слишком сложно. У детей старшего возраста отдельные приемы пищи можно дать без углеводов.

Правила оценки базальной дозы

- Необходимо более частое измерение гликемии
- Оценка проводится на «чистом фоне»
- Не оценивайте базальный инсулин, если за последние сутки у вас была гипогликемия или если вы занимались спортом
- Проще начинать коррекцию с ночи
- Начинать оценивать не ранее чем через 4 часа после последнего болюса
- Для проверки базальной дозы можно пропустить отдельные приемы пищи
- Доза базального режима правильная, если колебания уровня гликемии находятся в пределах 1,5–2,0 ммоль/л

При оценке базального инсулина допускаются колебания глюкозы в крови в пределах 1,5–2,0 ммоль/л. Не старайтесь, чтобы ваш базальный инсулин был идеальным абсолютно все время. Вам нужно, чтобы базальный инсулин работал большую часть времени. Оценивайте тенденции и профили изменения глюкозы, а не отдельные цифры. Убедитесь, что эти тенденции стабильны, и поэтому не меняйте базальный профиль слишком часто.

Коррекция базального профиля

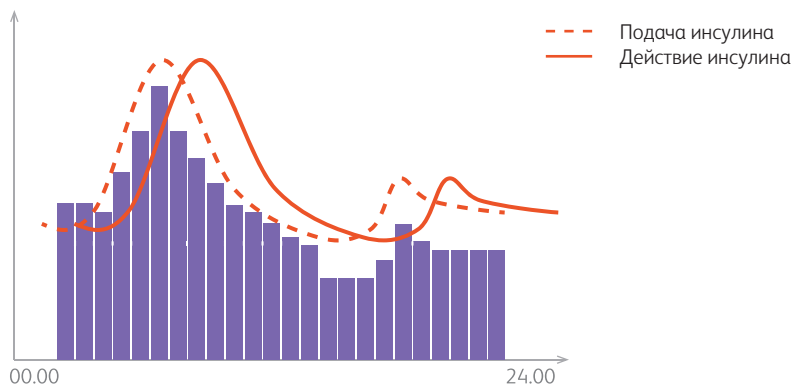
- Изменение дозы базального режима необходимо производить за 2–3 часа до «проблемного» времени для аналогов инсулина короткого действия
- Коррекция с минимальным шагом в большую или меньшую сторону +/- 10–20%:
 - 0,025–0,05 ЕД при базальной скорости менее 0,5 ЕД/час;
 - 0,05–0,1 ЕД при скорости 0,5–1,0 ЕД/час;
 - 0,1–0,2 ЕД при скорости более 1 ЕД/час
- Коррекция не более 2 раз в неделю

Даже аналоги инсулина короткого действия не начинают действовать моментально, им необходимо время для начала работы. В среднем пик концентрации аналогов инсулина короткого действия после болюсного введения наступает примерно через 60 минут, а максимальный эффект (максимальное потребление глюкозы тканями) наступает через 100 минут (41). Требуется 2,5–4 часа после значительного изменения базальной скорости для достижения стабильного уровня инсулина даже при использовании аналогов инсулина короткого действия. Кроме того, базальная доза вводится не сразу, а постепенно, поэтому изменяйте настройки базального профиля заранее до того времени, когда эти изменения должны вступить в силу (42). Например, если у вас повышается глюкоза с 4:00 и вы хотите усилить действие инсулина с этого времени, то повышайте базальную скорость с 1:00–2:00 часов.

! Действие новой базальной скорости наступает не сразу, а через 2–3 часа для аналога инсулина короткого действия и через 3–4 часа для инсулина короткого действия

Действие новой базальной скорости относительно подачи инсулина

При необходимости меняйте скорость подачи базального инсулина с минимальным шагом. Даже небольшого изменения скорости подачи инсулина может оказаться достаточно.



Ночная базальная доза

Ночная базальная доза

- Коррекция базальной дозы ночью позволяет добиться хороших показателей натошак, что облегчит коррекцию дневной дозы базального и болюсного инсулина
- Снижение риска ночной гипогликемии
- Ночью проще оценивать базальную дозу, потому что нет:
 - приемов пищи,
 - физических нагрузок,
 - дополнительных введений инсулина

Примеры коррекции базальной дозы в ночное время

Пример 1

Время	22:00	0:00	2:00	5:00	7:00	9:00
Гликемия	6,4	7,4	6,0	8,0	7,0	7,5
Базальная доза	0,4	0,5	0,3	0,5	0,5	0,4

Учитывая стабильные показатели (колебания глюкозы в крови в пределах 1,5–2 ммоль/л), можно сказать, что базальная доза достаточная.

Пример 2

Время	22:00	0:00	2:00	5:00	7:00	9:00
Гликемия	12,4	13,4	11,5	12,0	11,5	13,5
Базальная доза	0,4	0,6	0,3	0,7	0,3	0,7

Несмотря на высокие показатели глюкозы в крови в течение всей ночи, они остаются стабильными (колебания глюкозы в крови в пределах 1,5–2 ммоль/л), поэтому здесь также можно сказать, что базальная доза достаточная. Для коррекции глюкозы в крови в данном случае необходим корректирующий болюс в 22:00.

Дневная базальная доза: натошак

Для оценки базальной дозы в дневное время можно пропустить один из приемов пищи (только если есть возможности!), это так называемая «про-

ба с отменой приема пищи». Необходимо, чтобы за сутки до этого отсутствовали эпизоды гипогликемии, стресс и физические нагрузки, так как они могут повлиять на уровень глюкозы в крови. Также вместо полной отмены еды можно принять пищу, не содержащую углеводов, однако помните, что другие компоненты пищи также могут влиять на уровень глюкозы в крови (см. Главу 7).

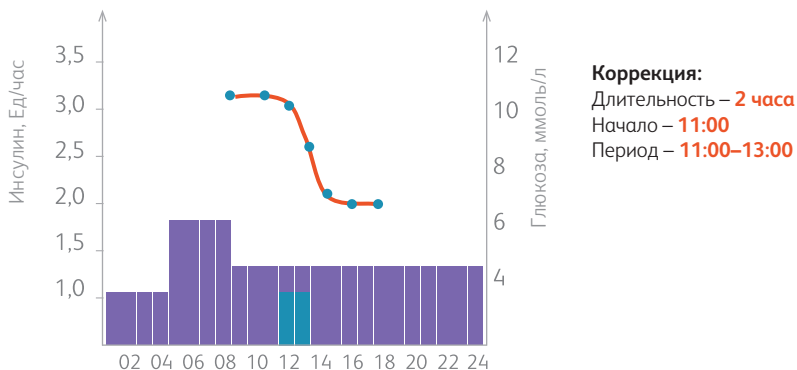
Дневная базальная скорость: натощак

- Пропустить прием пищи
- Начинать оценивать через 4 часа после последнего болюса и приема пищи
- Начинать оценивать при показателях глюкозы в крови в целевом диапазоне
- Исключить за сутки до начала:
 - физические нагрузки,
 - гипогликемию,
 - стресс
- Проверять глюкозу каждые 1–2 часа
- Уровень глюкозы в крови должен быть в целевом диапазоне
- При снижении глюкозы в крови менее 4 ммоль/л принять дополнительную глюкозу
- При повышении глюкозы в крови более 10–12 ммоль/л введите дополнительный корректирующий болюс

Если перед пробой с отменой приема пищи были введения болюсного инсулина или приемы пищи, то необходимо подождать после этого примерно 4 часа. Убедитесь, что показатели глюкозы в крови перед началом пробы находятся в целевом диапазоне, иначе откажитесь от пробы. Вы можете постепенно подбирать базальную дозу в дневное время. Например, в один день отказаться от приема завтрака и оценить базальную дозу утром, в другой день отказаться от обеда и оценить базальную дозу днем и т.д. При проведении пробы с отменой приема пищи чаще измеряйте глюкозу в крови, старайтесь поддерживать ее показатели в целевом диапазоне. Если глюкоза снизится менее 4 ммоль/л, примите дополнительные углеводы (сок, сахар), если глюкоза в крови повысится более 10–12 ммоль/л, введите дополнительный корректирующий болюс.

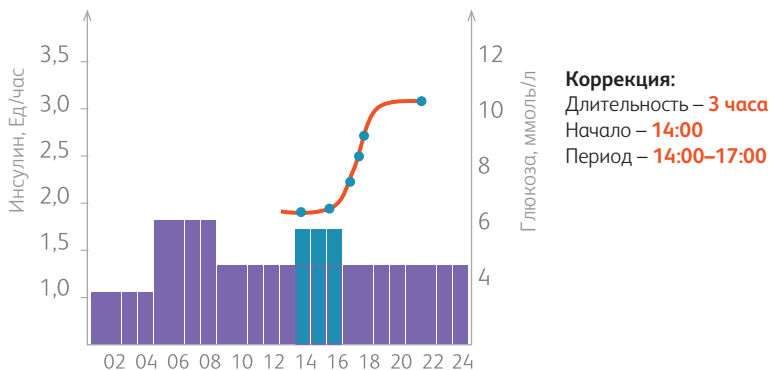
Примеры коррекции базальной дозы (натошак) в дневное время

Пример 3. Условие: снижение гликемии в период 13:00–15:00 на «чистом фоне»



В этом примере снижение гликемии происходит на «чистом фоне», не было приемов пищи и дополнительных введений инсулина, то есть только под влиянием базального инсулина. Снижение глюкозы в крови свидетельствует об избытке инсулина, следовательно, базальную скорость надо снизить. Снижение гликемии продолжается 2 часа, поэтому продолжительность коррекции составит также 2 часа. Внести коррекцию в базальный профиль надо заранее, для того чтобы ко времени снижения глюкозы в крови новая базальная доза начала действовать, то есть за 2 часа в 11:00.

Пример 4. Условие: повышение гликемии в период 16:00–19:00 без перекусов и подколов



В этом примере повышение гликемии происходит также на «чистом фоне», только под влиянием базального инсулина. Повышение глюкозы в крови свидетельствует о недостатке инсулина, следовательно, базальную скорость надо увеличить. Повышение гликемии продолжается 3 часа, поэтому продолжительность коррекции составит также 3 часа. Внести коррекцию в базальный профиль надо заранее, для того чтобы ко времени повышения глюкозы в крови новая базальная доза начала действовать, то есть за 2 часа в 14:00.

Дневная базальная доза: не натошак

Не всегда возможно провести пробу с отменой приема пищи. Например, у маленьких детей, так как в этом случае есть риск появления кетонов в крови. В этом случае оценивать базальную дозу можно косвенно, по показателям глюкозы в крови перед и после еды. Если доза болюсного и базального инсулина правильно подобрана, то через 2 часа после еды допускается небольшой подъем глюкозы в крови, а через 4 часа ее уровень должен опуститься до показателей перед приемом пищи. Если этого не происходит, одной из причин может быть базальная доза.

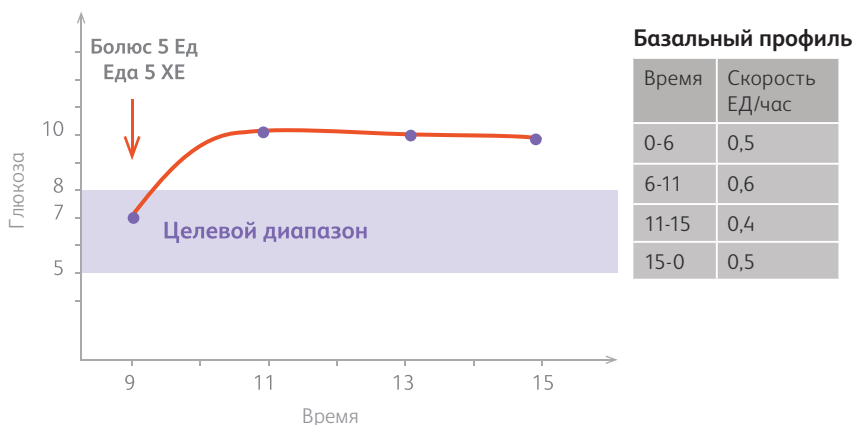
Дневная базальная скорость: не натошак

- Уровень глюкозы в крови через 2 часа после еды должен быть на 2–3 ммоль/л больше, чем перед едой
- Уровень глюкозы в крови через 2 часа после еды должен начать постепенно снижаться в течение следующих 2 часов и достичь уровня до еды
- Еда должна быть с небольшим содержанием жира и известным количеством углеводов
- Измерять глюкозу в крови
- Не перекусывать

При оценке базальной дозы по показателям глюкозы в крови после еды необходимо, чтобы еда была с минимальным содержанием жира и известным количеством углеводов. Большое количество жиров или неправильный подсчет углеводов может значительно повлиять на уровень глюкозы в крови после еды, и вы не сможете правильно оценить дозировку базального и болюсного инсулина.

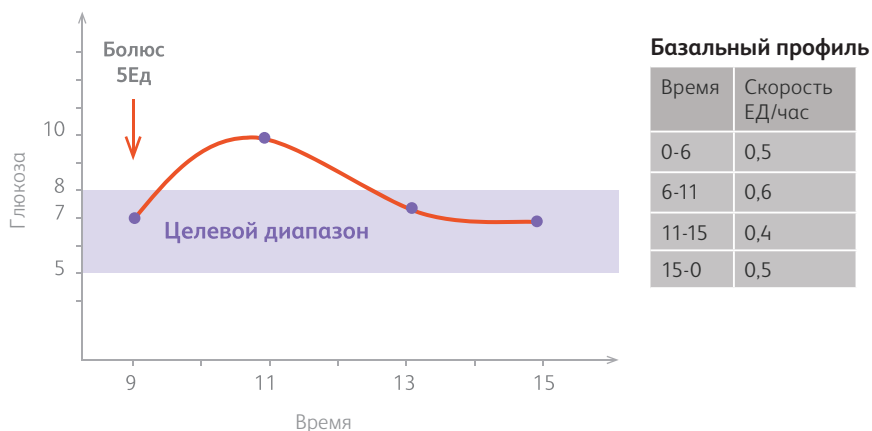
Примеры коррекции базальной дозы (не натоцак) в дневное время

Пример 5



В этом примере через 2 часа после приема пищи на 5 ХЕ и введения 5 ЕД болюсного инсулина глюкоза в крови повышается на 3 ммоль/л (с 7 до 10 ммоль/л), что говорит о достаточной дозе болюсного инсулина, однако через 4 часа глюкоза в крови остается повышенной, то есть не снижается до уровня перед едой. Это может быть из-за недостатка базального инсулина с 11 до 13 часов. Стабильный уровень глюкозы с 13 до 15 часов указывает на достаточный уровень базального инсулина в это время (к этому времени болюсный инсулин уже отработал). Поэтому необходимо увеличить базальную скорость с 9 до 11 (заранее за 2 часа до «проблемного» времени) на 10–20%. Базальная доза в это время была 0,6 ЕД/час, значит, надо ее увеличить до 0,65–0,7 ЕД/час.

Пример 6



В этом примере через 2 часа после приема пищи на 5 ХЕ и введения 5 ЕД болюсного инсулина глюкоза в крови повышается на 3 ммоль/л (с 7 до 10 ммоль/л), что также говорит о достаточной дозе болюсного инсулина, однако через 4 часа глюкоза в крови снижается ниже целевого диапазона, то есть ниже уровня перед едой. Это может быть из-за избытка базального инсулина с 11 до 13 часов.

Стабильный уровень глюкозы с 13 до 15 часов указывает на достаточный уровень базального инсулина в это время (к этому времени болюсный инсулин уже отработал). Поэтому необходимо уменьшить базальную скорость с 9 до 11 (заранее за 2 часа до «проблемного» времени) на 10–20%. Базальная доза в это время была 0,6 ЕД/час, значит, надо ее уменьшить до 0,50–0,55 ЕД/час.

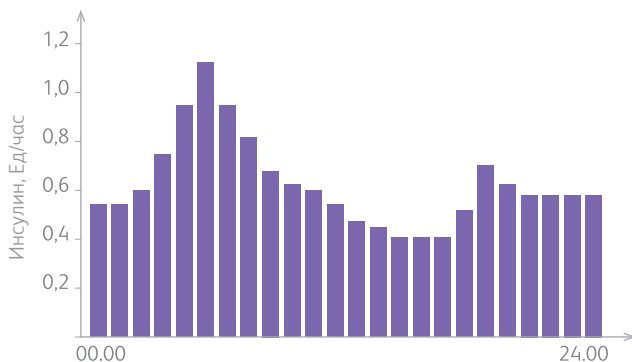
Базальные профили и временная базальная скорость

Базальные профили и временная базальная скорость относятся к преимуществам инсулиновой помпы и служат для упрощения ее использования.

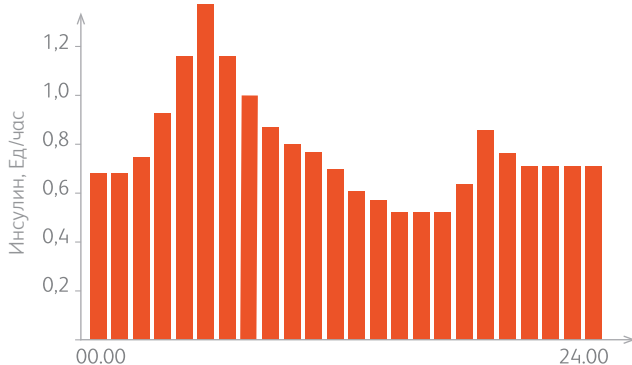
А знаете
ли вы, что...

Те, кто делает
большее
количество
болюсов под
контролем
показателей
глюкозы в крови,
имеют лучше
показатели
гликированного
гемоглобина

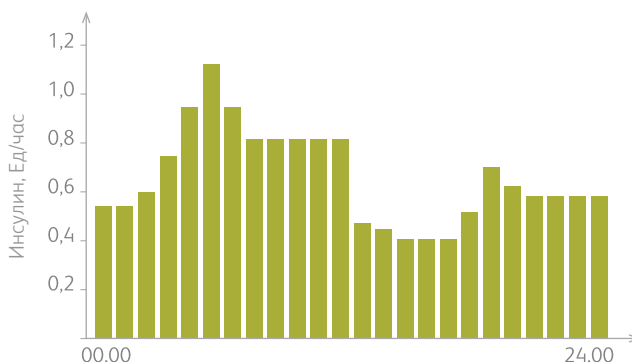
Стандартный базальный профиль



Профиль А. +20% к стандартному. «Болезнь»



Профиль Б. «Выходной день». Доза больше утром



Различные суточные базальные скорости подачи инсулина, которые вы можете использовать для различных продолжительных жизненных ситуаций, называются базальными профилями.

В вашей помпе есть несколько базальных профилей. В обычной жизни вы используете свой стандартный базальный профиль. Но вы также можете запрограммировать дополнительные базальные профили, которые будут отличаться другой скоростью подачи инсулина в какие-то часы или периоды времени. Например, при болезни вы можете увеличить скорость подачи инсулина за сутки на 20%, в этом случае у вас не будет необходимости изменять свой стандартный профиль каждый раз при остром заболевании.

А знаете ли вы, что...

Использование временной базальной скорости улучшает показатели глюкозы в крови

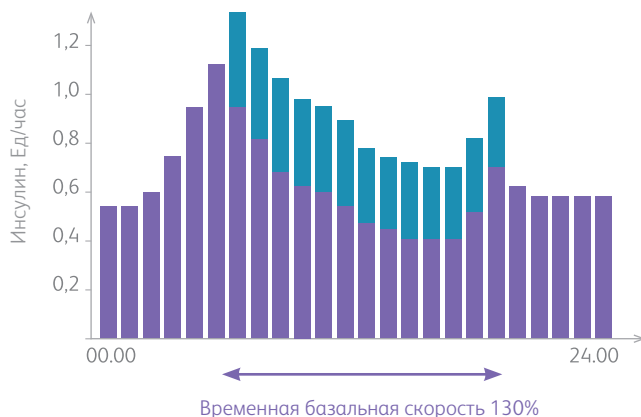
Базальные профили	Временная базальная скорость
• Длительные ситуации (болезнь, выходной день и др.) • На любое время • Отключается вручную	• Кратковременные ситуации (спорт) • На 24 часа и меньше • Отключается автоматически

Временная базальная скорость – это изменение скорости подачи базального инсулина на определенное, заданное время, но не больше 24 часов. В одном исследовании ученые выяснили, что более частое использование временной базальной скорости приводит к улучшению показателей глюкозы в крови (43).

При программировании временной базальной скорости надо указать, на сколько процентов изменится базальная скорость по сравнению с вашим текущим профилем, который соответствует 100%. Также указывается продолжительность работы временной базальной скорости. Для увеличения подачи базального инсулина на 30% надо установить временную базальную скорость 130%. Для уменьшения подачи базального инсулина на 40% надо установить временную базальную скорость 60%.

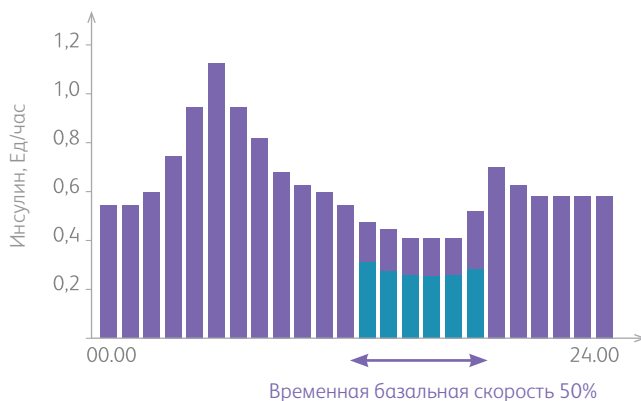
Временное увеличение базальной скорости может быть полезным при болезнях, сопровождающихся повышением температуры, приеме медикаментов, повышающих глюкозу в крови (гормональные препараты), в конце менструального цикла у девушек. В этом случае возможно увеличение потребности в инсулине.

Увеличение ВБС



Временное снижение базальной скорости может потребоваться при физических нагрузках и гипогликемиях, так как в этих случаях возможно снижение потребности в инсулине.

Снижение ВБС



ОБЗОР ГЛАВЫ 6

- Оценка базальной дозы:
 - необходимо более частое измерение гликемии;
 - оценка проводится на «чистом фоне»;
 - не оценивайте базальный инсулин, если за последние сутки у вас была гипогликемия или если вы занимались спортом;
 - проще начинать коррекцию с ночи;
 - начинайте оценивать не ранее чем через 4 часа после последнего болюса;
 - для проверки базальной дозы можно пропустить отдельные приемы пищи;
 - доза базального режима правильная, если колебания уровня гликемии находятся в пределах 1,5–2,0 ммоль/л
- Коррекция базальной дозы:
 - изменение дозы базального режима необходимо производить за 2–3 часа до «проблемного» времени для аналогов инсулина короткого действия;
 - коррекция с минимальным шагом в большую или меньшую сторону +/- 10–20%:
 - 0,025–0,05 ЕД при базальной скорости менее 0,5 ЕД/час;
 - 0,05–0,1 ЕД при скорости 0,5–1,0 ЕД/час;
 - 0,1–0,2 ЕД при скорости более 1 ЕД/час;
 - коррекция не более 2 раз в неделю
- Ночная базальная доза
 - Коррекция базальной дозы ночью позволяет добиться хороших показателей натошак, что облегчит коррекцию дневной дозы базального и болюсного инсулина
 - Снижение риска ночной гипогликемии
 - Ночью проще оценивать базальную дозу, потому что нет:
 - приемов пищи,
 - физических нагрузок,
 - дополнительных введений инсулина

- Дневная базальная скорость: натощак
 - Пропустить прием пищи
 - Начинать оценивать через 4 часа после последнего болюса и приема пищи
 - Начинать оценивать при показателях глюкозы в крови в целевом диапазоне
 - Исключить за сутки до начала:
 - физические нагрузки,
 - гипогликемию,
 - стресс
 - Проверять глюкозу каждые 1–2 часа
 - Уровень глюкозы в крови должен быть в целевом диапазоне
 - При снижении глюкозы в крови менее 4 ммоль/л принять дополнительную глюкозу
 - При повышении глюкозы в крови более 10–12 ммоль/л введите дополнительный корректирующий болюс
- Дневная базальная скорость: не натощак
 - Уровень глюкозы в крови через 2 часа после еды должен быть на 2–3 ммоль/л больше, чем перед едой
 - Уровень глюкозы в крови через 2 часа после еды должен начать постепенно снижаться в течение следующих 2 часов и достичь уровня до еды
 - Еда должна быть с небольшим содержанием жира и известным количеством углеводов
 - Измерять глюкозу в крови
 - Не перекусывать

ГЛАВА 7. БОЛЮСНЫЙ ИНСУЛИН. КАЛЬКУЛЯТОР БОЛЮСА

Одно из преимуществ помповой терапии заключается в возможности вводить любое количество болюсов, необходимое для контроля уровня глюкозы в крови после еды и в случае подъема глюкозы в крови. Люди, делающие большее количество болюсов, при хорошем самоконтроле обычно имеют более низкий уровень HbA1c по сравнению с теми, кто делает их меньшее количество (44).

Существует два типа болюсов. Болюсный инсулин, который вводится для снижения глюкозы в крови до целевого уровня, называется корректирующим. Также болюсный инсулин может вводиться для усвоения принятых углеводов, то есть для того, чтобы глюкоза, полученная из углеводов пищи, могла поступить в клетки. Этот тип болюса называется болюсом на еду.

Важно отметить, что дозы инсулина (как болюсные, так и базисные), а следовательно, и настройки болюсного калькулятора не являются постоянными. Ребенок растет и развивается, может меняться образ жизни, а вместе с этим меняются и дозы инсулина. Кроме того, по мере компенсации диабета потребность в инсулине часто снижается в связи с повышением чувствительности к инсулину, все это требует коррекции доз инсулина. Поэтому важно научиться анализировать настройки базального профиля и калькулятора болюса. Изменение настроек болюсного калькулятора и базального профиля проводится лечащим врачом или по согласованию с ним.



Изменение настроек болюсного калькулятора и базального профиля должно проводиться лечащим врачом или по согласованию с ним

А знаете ли вы, что...

Те, кто делает большее количество болюсов под контролем показателей глюкозы в крови, имеют лучшие показатели гликированного гемоглобина

Подбирать или корректировать болюсные дозы следует после подбора базальной дозы. В противном случае вы не будете наверняка знать, в чем проблема, в базальном или болюсном инсулине.

- ❗ Оценивать корректирующий болюс и болюс на еду нужно только после подбора базисной дозы

Корректирующий болюс

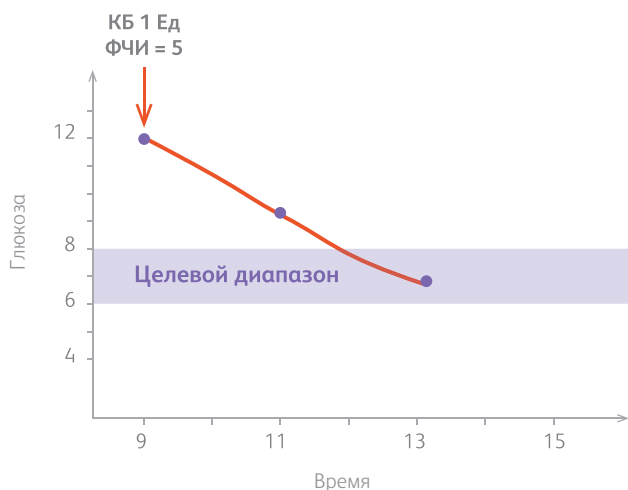
Как вы помните, для расчета корректирующего болюса используется фактор чувствительности к инсулину, который определяет, насколько снизится уровень глюкозы в крови при введении одной единицы инсулина. Например, фактор чувствительности к инсулину, равный 10, говорит о том, что при введении одной единицы инсулина глюкоза крови снизится на 10 ммоль/л. Для оценки эффективности корректирующего болюса глюкозу в крови измеряют перед введением инсулина и через 2 и 4 часа (время основного действия инсулина) после введения. При правильной дозе корректирующего болюса уровень глюкозы крови через 2 часа уменьшается примерно на 50% от ожидаемого снижения, а по окончании основного времени действия инсулина уровни глюкозы должны находиться в целевом диапазоне (уровень глюкозы крови натошак, к которому вы стремитесь).

Проверка корректирующего болюса

- Корректирующий болюс рассчитывается на основании ФЧИ
- Измеряйте глюкозу крови через 2 и 4 часа после КБ
- Проводите оценку КБ при гипергликемии и отсутствии других болюсов и приемов пищи за последние 3–4 часа
- При правильной дозе КБ уровень глюкозы в крови:
 - через 2 часа после введения снижается примерно на 50% от ожидаемого снижения,
 - через 4 часа после введения находится в целевом диапазоне

На графике (пример 1) показано, как примерно должен снижаться уровень глюкозы в крови после введения.

Пример 1. Нормальное снижение ГК после введения КБ

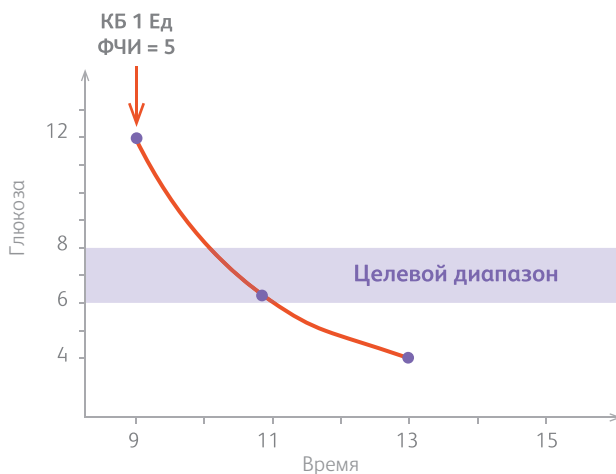


Коррекция ФЧИ		
Через 2 часа после введения КБ уровень ГК не находится в пределах полпути и/или	выше целевого диапазона через 4 часа	уменьшить ФЧИ на 10–20%
	ниже целевого диапазона через 4 часа	увеличить ФЧИ на 10–20%

Предположим (пример 1), в 9:00 у человека уровень глюкозы в крови 12 ммоль/л при целевом диапазоне от 6 до 8 ммоль/л и ФЧИ 5. Он ввел одну единицу инсулина корригирующего болюса (приема пищи не было), и через 2 часа уровень глюкозы в крови снизился до 6,5 ммоль/л, а через 4 часа в 13:00 уровень глюкозы крови оказалась ниже целевого диапазона и составил 4 ммоль/л.

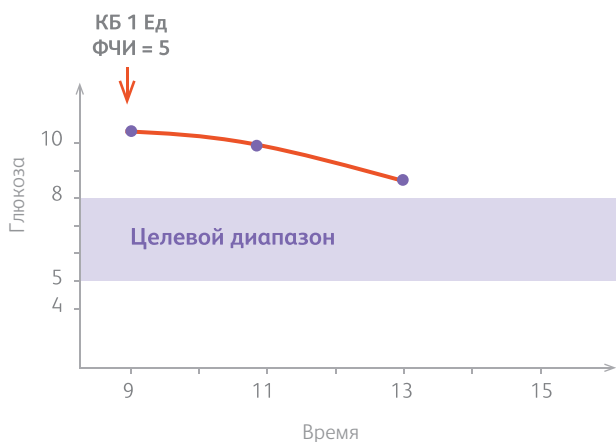
В данном случае низкий уровень глюкозы крови по окончании основного действия корригирующего болюса говорит об избыточном корригирующем болюсе, и вам необходимо в настройках болюсного калькулятора увеличить ФЧИ на 10–20% до 5,5–6, чтобы в следующий раз в такой же ситуации помпа предложила ввести меньше инсулина.

Пример 2. КБ – корригирующий болюс, ФЧИ – фактор чувствительности к инсулину



В другом случае (пример 3) через 4 часа после введения корригирующего болюса глюкоза крови оказалась выше целевого диапазона. В этой ситуации надо уменьшить фактор чувствительности к инсулину для того, чтобы вводилось больше инсулина.

Пример 3. КБ – корригирующий болюс



Болюс на еду

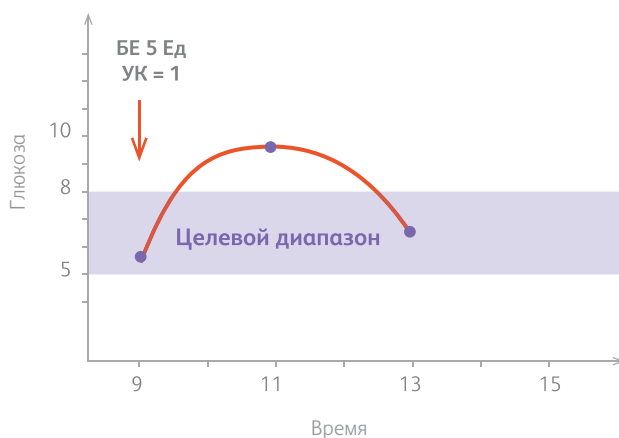
Для расчета болюса на еду используется углеводный коэффициент. Для оценки введенного болюса на еду потребуется измерение глюкозы крови перед едой, через 2 и через 4 часа после еды. При достаточной дозе пищевого болюса показатели глюкозы крови по окончании основного действия инсулина, через 4 часа, должны оказаться в пределах исходного значения до еды. Допускается небольшой подъем уровня глюкозы в крови через 2 часа после введения болюса на еду, это связано с сохраняющимся действием инсулина в это время, так как при показателях глюкозы в крови, равных исходным, произойдет дальнейшее снижение глюкозы в крови, что может привести к гипогликемии.

Проверка болюса на еду

- Болюс на еду рассчитывается на основании УК
- Измеряйте глюкозу крови перед едой, через 2 и 4 часа после еды
- При правильной дозе ПБ показатели глюкозы крови:
 - через 2 часа после еды на 2–3 ммоль/л больше исходного значения,
 - через 4 часа после еды в пределах исходного значения

Пример 4. Нормальное снижение ГК после введения БЕ.

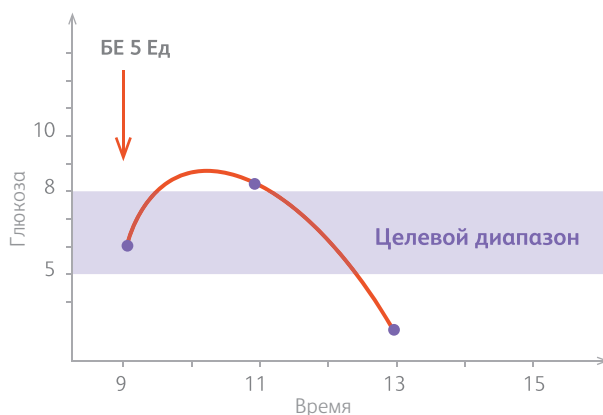
УК – углеводный коэффициент, БЕ – болюс на еду



Коррекция углеводного коэффициента

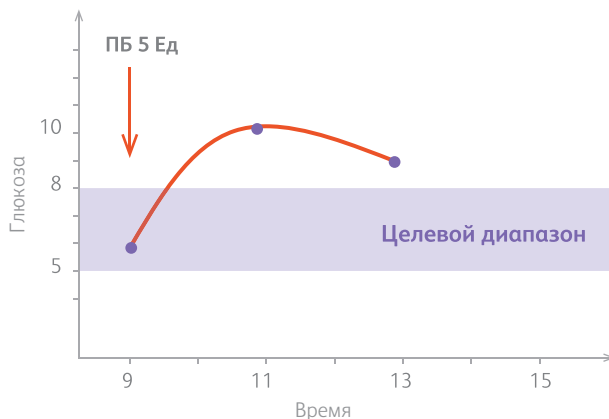
- Если через 2 часа после еды уровень ГК:
 - вырос более чем на 4 ммоль/л по сравнению с уровнем до еды – увеличить УК на 10–20%;
 - снизился более чем на 1–2 ммоль/л по сравнению с уровнем до еды – уменьшить УК на 10–20%

Пример 5. БЕ – болюс на еду



Представим (пример 5), что после введения болюса на еду 5 ЕД в 9:00 через 2 часа глюкоза крови была выше на 2 ммоль/л, а через 4 часа глюкоза крови оказалась заметно ниже значений до еды. В этом случае болюс на еду оказался избыточным. Необходимо уменьшить УК, чтобы болюсный калькулятор рассчитывал меньше инсулина.

Пример 6. БЕ – болюс на еду



В другом случае (пример 6) глюкоза крови через 4 часа после еды оказалась выше исходных значений, что говорит о недостатке болюса на еду. Необходимо увеличить углеводный коэффициент, чтобы доза инсулина, рассчитываемого болюсным калькулятором, была больше.

Когда вы комбинируете корректирующий болюс и болюс на еду (например, при высоком уровне глюкозы крови перед едой), оценить правильность дозы каждого из болюсов очень сложно, поэтому рекомендуется оценивать корректирующий болюс и болюс на еду только при введении этих болюсов отдельно.

! Оценивайте дозировки корректирующего болюса и болюса на еду только в тех случаях, когда они вводились отдельно друг от друга

Что влияет на болюсный инсулин на еду?

Количество инсулина на еду, или «пищевой болюс» у каждого человека зависит от нескольких факторов. В первую очередь, конечно, это количество углеводов, которое принял или собирается принять человек, а также индивидуальное соотношение между углеводами и инсулином – углеводный коэффициент. Углеводный коэффициент, как правило, меняется в течение суток. У большинства людей с диабетом он выше утром и ниже вечером. Это

связано с тем, что в первую половину дня выше уровень контринсулярных гормонов, снижающих эффективность вводимого инсулина.

Еще одним важным фактором, влияющим на болюсный инсулин, является состав пищи. Вы можете спросить: почему, ведь болюс зависит от количества съеденных углеводов? Несмотря на то, что состав пищи напрямую не влияет на количество вводимого инсулина, от него в значительной степени будет зависеть то, как быстро и как длительно пища будет повышать глюкозу в крови.

Влияние основных компонентов еды на глюкозу в крови

Углеводы	Основной источник энергии, наибольшее влияние на уровень глюкозы, быстрый подъем глюкозы
Белки	40% преобразуется в организме в глюкозу, но это занимает 4–6 часов и не приводит к быстрому подъему глюкозы в крови. Белки не замедляют всасывание углеводов и увеличивают чувство сытости
Жиры	Не увеличивают глюкозу в крови, но могут замедлять всасывание углеводов. Могут продлевать время постпрандиальной гипергликемии. Увеличивают чувство сытости

Почему важно учитывать состав пищи? Различные продукты, даже с одинаковым количеством углеводов, могут по-разному повышать глюкозу в крови. Скорость повышения глюкозы в крови после еды во многом зависит от скорости освобождения желудка от пищи, что в свою очередь в значительной степени зависит от состава пищи, а также ряда других факторов. Для достижения лучшего контроля над диабетом необходимо учитывать эти факторы, чтобы добиться оптимальных показателей глюкозы в крови после еды.

Что влияет на скорость повышения глюкозы в крови после еды

Замедляет	Ускоряет
• Клетчатка • Большой размер кусочков пищи • Твердые продукты • Жиры • Слишком низкая температура пищи (4°C) • Слишком высокая температура пищи (50°C) • Гипергликемия • Интенсивная физическая нагрузка	• Жидкость • Маленький размер кусочков пищи • Жидкая пища • Приготовление пищи при высокой температуре (например, на производстве) • Гипогликемия

Здоровая поджелудочная железа выделяет инсулин в зависимости от того, как поступает глюкоза: если глюкоза поступает в кровь медленно, то поджелудочная железа выделяет инсулин постепенно, если углеводы поступают быстро, то поджелудочная железа выделяет сразу большое количество инсулина. При использовании шприц-ручек единственный возможный способ введения инсулина – это ввести всю дозу инсулина сразу либо разделить ее на несколько частей, что может быть неудобно и причиняет дополнительный дискомфорт. При использовании инсулиновой помпы появляется больше возможностей благодаря наличию различных типов болюсного введения и отсутствию необходимости делать уколы.

Виды болюсов

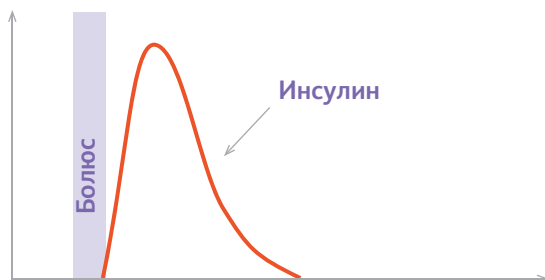
По характеру введения существует несколько типов болюсов (независимо, пищевой это болюс или корректирующий). Основная задача различных типов болюсного введения инсулина – это привести в соответствие состав пищи (по его влиянию на скорость и длительность повышения глюкозы в крови), длительность приема пищи и вводимый инсулин. Практически во всех моделях инсулиновых помп есть три типа болюсного введения: стандартный болюс, продленный болюс, двойной болюс.

Виды болюсов

Стандартный болюс	Продленный болюс (растянутый или квадратной волны)	Двойной болюс (двойной волны)
Отличие		
Однократное введение всей болюсной дозы	Постепенное введение болюсной дозы в течение заданного времени	Комбинированное введение инсулина: часть дозы вводится сразу, часть в течение заданного времени (объем и длительность введения может быть различной)
В каких случаях использовать		
• Пища с большим количеством углеводов • Высокий уровень глюкозы в крови (корректирующий болюс)	• Длительный прием пищи • Пища с большим количеством жиров	• Пища с высоким содержанием жиров и легкоусвояемых углеводов (пицца, жареная картошка) • При высокой гликемии перед длительным приемом пищи

Стандартный болюс

При этом типе болюса весь инсулин вводится с максимально возможной скоростью, которая зависит от того, насколько быстро мотор инсулиновой помпы может ввести инсулин. Большинство родителей детей с диабетом чаще всего используют этот болюс. Этот тип болюса используют, когда необходима максимальная скорость действия инсулина. Например, в случае гипергликемии или в случае приема пищи, после которой ожидается быстрое повышение глюкозы в крови (сок, жидкая пища и др.).



Продленный болюс (растянутый или болюс квадратной волны)

При этом типе болюса инсулин вводится не сразу, а постепенно в течение заданного времени. При использовании этого болюса нужно запрограммировать количество инсулина и продолжительность его введения. Данный тип болюса используется, когда необходимо замедлить и продлить действие инсулина. Например, в случае приема пищи, содержащей большое количество жиров, или при длительном приеме пищи (например, праздничное застолье).



Двойной болюс (болюс двойной волны)

Данный тип болюса представляет собой комбинацию двух предыдущих (отсюда и название «комбинированный»), то есть часть инсулина вводится сразу, а часть вводится постепенно в течение заданного времени. При программировании данного типа болюса необходимо задать общее количество инсулина, количество инсулина, которое необходимо ввести сразу (первая волна), а также продолжительность введения второй волны. Этот тип болюса можно использовать при приеме комбинированной пищи с высоким содержанием жиров и легкоусвояемых углеводов (пицца, жареная картошка).



Количество инсулина на первую и вторую волну, а также продолжительность введения второй волны зависят от характера пищи, уровня глюкозы в крови перед едой и других факторов. Вам потребуется практика, чтобы подобрать оптимальные настройки болюса двойной волны. На первое время не рекомендуется вводить на вторую волну более 50% всей дозы инсулина, а продолжительность ее введения устанавливать больше 2 часов. Со временем вы сможете определить оптимальные для вас или вашего ребенка параметры, которые позволят улучшить показатели глюкозы крови после еды.

А знаете ли вы, что...

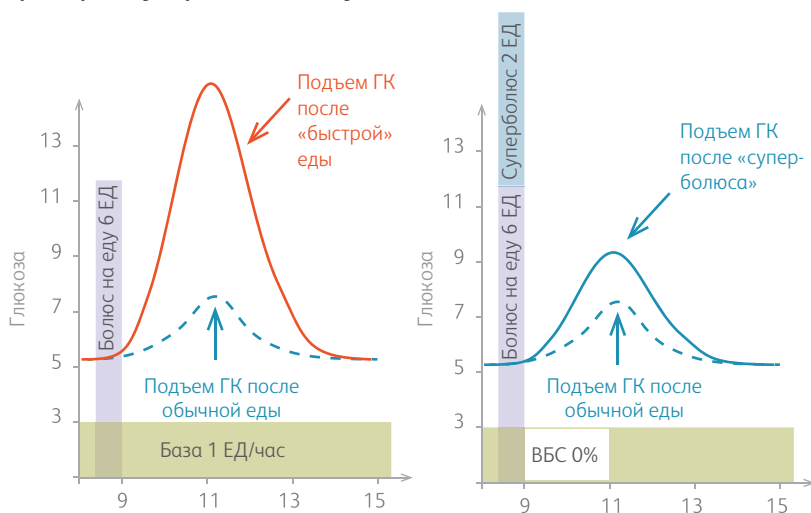
При использовании двойного болюса не следует распределять на растянутую волну более 50%, а продолжительность действия второй волны устанавливать более 2 часов

«Суперболюс»

Суперболюс – это введение части базального инсулина в виде дополнительного болюсного инсулина, при этом подача базального инсулина полностью останавливается или снижается.

Увеличение дозы болюсного инсулина за счет базального может быть полезно, когда требуется более быстрое действие инсулина. Суперболюс может вводиться на еду, например, в случае приема пищи с высоким гликемическим индексом или в случае «быстрой» пищи (см. «Что влияет на болюсный инсулин на еду?»).

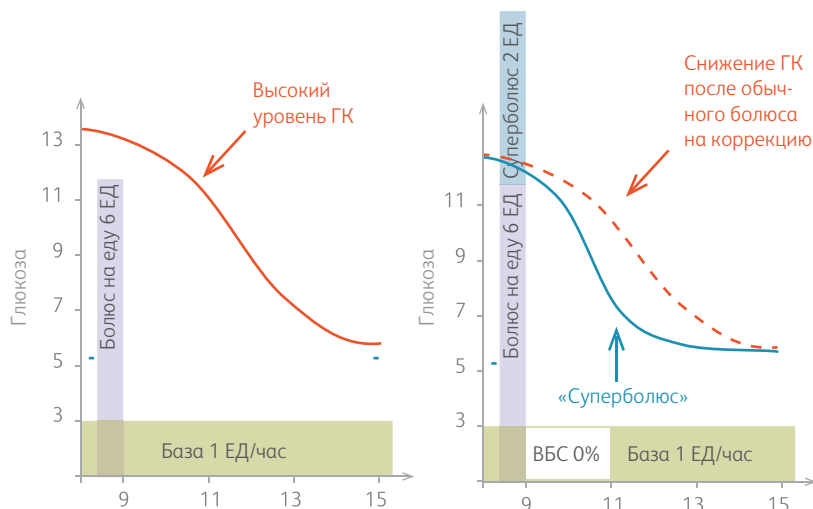
Пример 7. Суперболюс на еду



В примере 7 после приема «быстрой» пищи и стандартного болюса 6 ЕД на еду глюкоза в крови поднимается более 11 ммоль/л. При этом базальная скорость в течение 2 часов после еды составляет 1 ЕД/час. Для того чтобы ввести суперболюс, можно включить ВБС 0% на два часа, и за это время не введется 2 ЕД инсулина. Эти 2 ЕД инсулина надо прибавить к болюсу на еду (6+2 ЕД). Благодаря суперболюсу 8 ЕД подъем глюкозы в крови после еды будет заметно меньше, чем при обычном болюсе.

Также суперболюс можно вводить на коррекцию при высоком уровне глюкозы в крови, для того чтобы как можно быстрее снизить глюкозу в крови до целевых значений.

Пример 8. Суперболюс на коррекцию



В примере 8 для введения суперболюса подача базальной дозы отключается (ВБС 0%) на два часа. Доза не введенного за это время инсулина при скорости 1 ЕД/час составит 2 ЕД. Этот базальный инсулин прибавляется к корректирующему болюсу. Корректирующая доза инсулина на данный уровень глюкозы в крови составляет 4 ЕД, поэтому суперболюс составит 6 ЕД (4+2 ЕД). Введение суперболюса позволит быстрее снизить глюкозу в крови и достигнуть целевых показателей за меньшее время по сравнению со стандартным болюсом.

Помните, что при использовании суперболюса весь введенный инсулин учитывается как активный, несмотря на то, что часть его – это, по сути, базальная доза. Учтите это при введении следующего болюса.

Болюсный калькулятор

Наличие в большинстве моделей помп помощника болюса, или «болюсного калькулятора», может значительно облегчить задачу расчета болюсного инсулина. При использовании помощника болюса расчет инсулина производится на основании углеводного коэффициента и ФЧИ с учетом введенного ранее инсулина (активный инсулин). Для расчета болюсной дозы вам достаточно ввести количество съеденных углеводов и текущие показатели

глюкозы в крови. Расчет дозы инсулина производится на основании формул, о которых говорилось ранее (см. Главу 3). Однако следует заметить, что различные модели помп имеют различный алгоритм расчета дозы, что может отразиться на результате (45). Основные отличия касаются определения целевого значения глюкозы в крови и учета активного инсулина. При расчете корректирующего болюса в некоторых моделях помп за целевой уровень гликемии берется верхняя (при положительном корректирующем болюсе) или нижняя (при отрицательном корректирующем болюсе) граница целевого диапазона, а в других – среднее значение целевого диапазона. Соответственно, в первом случае корректирующий болюс будет меньше по объему, чем во втором. Особенно это будет заметно при широком целевом диапазоне. Обсудите настройки болюсного калькулятора вашей помпы со своим лечащим врачом.

Активный инсулин

После введения болюсной дозы инсулина продолжительность ее действия составит несколько часов, и в течение всего этого времени глюкоза в крови будет снижаться. Поэтому когда вы в следующий раз делаете инсулин, важно учитывать количество инсулина, который еще продолжает действовать. Этот остаточный, еще не подействовавший инсулин, называется активный инсулин, или «болюс на борту». Человеку сложно самостоятельно учитывать «болюс на борту», и использование помощника болюса упростит эту задачу – помпа «умеет» учитывать активный инсулин с помощью специальных алгоритмов и корректировать болюсную дозу, которую вы собираетесь ввести, с учетом него.

Как помпа учитывает активный инсулин? Представим, что вы ввели 6 единиц болюсного инсулина в 9 утра. Сейчас 11 часов, уровень глюкозы в крови 15 ммоль/л, и вы собираетесь ввести дополнительный инсулин для снижения уровня глюкозы. Сначала помпа рассчитает, какое количество инсулина необходимо для достижения нормального уровня глюкозы в крови с учетом фактора чувствительности к инсулину и целевого значения гликемии. Например, целевая гликемия – 7,5 ммоль/л и коэффициент чувствительности – 5 ммоль/л/ЕД. Получается, что для достижения глюкозы 7,5 ммоль/л надо ввести:

$$\text{КБ} = \frac{\text{ГК сейчас} - \text{ГК целевая}}{\text{ФЧИ}} = \frac{15 \text{ ммоль/л} - 7,5 \text{ ммоль/л}}{5} = 1,5 \text{ ЕД}$$

Затем помпа рассчитывает с использованием встроенных формул количество остаточного инсулина, например 1 ЕД. Далее помпа рассчитывает, какое количество инсулина необходимо ввести, вычтя из рекомендованной дозы активный инсулин.

Рекомендованная доза – активный инсулин = 1,5 ЕД – 1 ЕД = 0,5 ЕД.

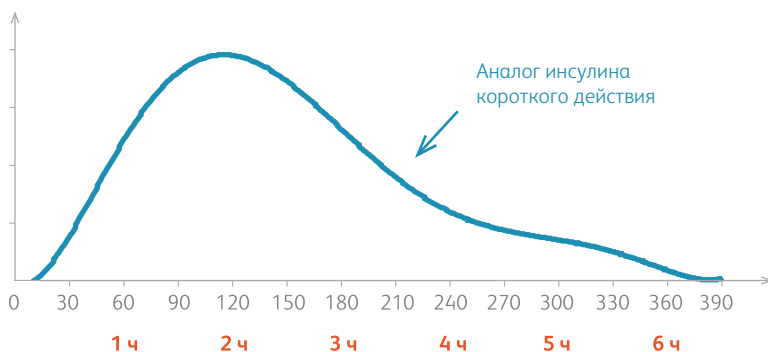
Эту дозу (0,5 ЕД) помпа и предложит ввести. Если количество активного инсулина будет больше, чем рассчитанная рекомендованная доза на коррекцию, то помпа ничего не предложит ввести.

! Большинство помп вычитает активный инсулин только из корректирующего болюса. Если вы собираетесь принять углеводы, то рассчитанная доза инсулина на еду (болюс на еду) останется без изменений независимо от количества «болюса на борту»

Продолжительность действия инсулина

При программировании болюсного калькулятора вы можете установить различные значения продолжительности действия инсулина – активного инсулина – как правило, от 2 до 8 часов. Какую продолжительность следует устанавливать? Давайте попробуем разобраться. Основной принцип – чем большее значение вы будете устанавливать, тем меньше инсулина помпа будет предлагать ввести на каждый следующий болюс.

Продолжительность действия инсулина (ПДИ)



А знаете
ли вы, что...

Продолжительность действия аналогов инсулина короткого действия составляет до 5 часов и более

Продолжительность действия современных аналогов инсулина короткого действия составляет до 5 часов и больше, а человеческих инсулинов до 8 часов. Однако это не означает, что в помпу надо установить значение 5–6 часов. В своей практике мы в большинстве случаев начинаем со значения 4 часа и в дальнейшем используем индивидуальный подход. Для тех, кто стремится к хорошим показателям и меньшим колебаниям глюкозы в крови, для этого достаточно часто измеряет уровень глюкозы в крови и вводит болюс для коррекции показателей глюкозы, оптимальным будет установка времени активного инсулина менее 4 часов. Для людей с частыми эпизодами гипогликемии или в случае недостаточного числа измерений глюкозы в крови время активного инсулина лучше установить более 4 часов, это позволит снизить риск гипогликемии.

Время активного инсулина

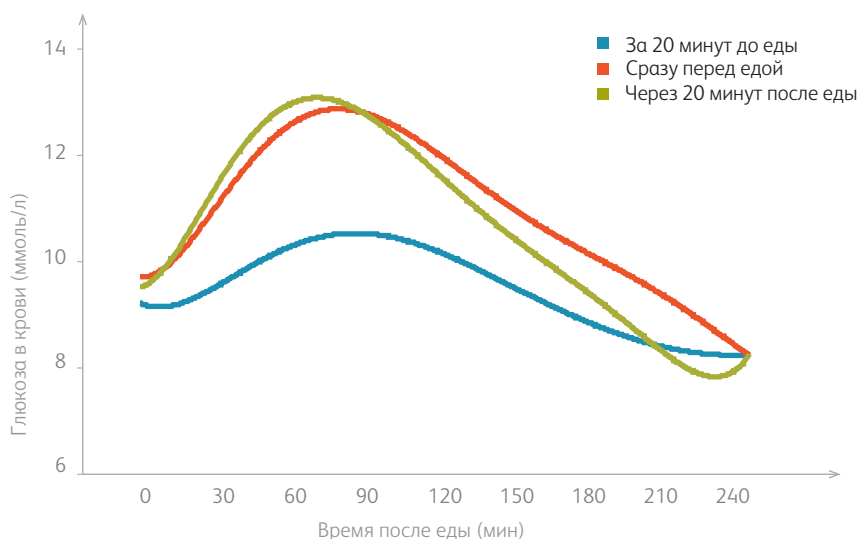
Менее 4 часов	Более 4 часов
Больше инсулина на коррекцию показателей глюкозы	Меньше инсулина на коррекцию показателей глюкозы
Выше риск гипогликемии	Ниже риск гипогликемии
Необходим более частый контроль ГК	Выше HbA1c

Время введения болюса на еду

К сожалению, эффект от введения даже современных аналогов инсулина короткого действия наступает медленнее по сравнению с инсулином здоровой поджелудочной железы, и несмотря на значительное улучшение глюкозы в крови после еды при использовании аналогов инсулина, пик их действия наступает только через 90–

100 минут после введения. В то же время пик всасывания углеводов из кишечника наступает примерно через 60 минут после принятия пищи, хотя это также зависит от состава еды. При этом чем меньше ребенок, тем быстрее пища поступает в кишечник, где происходит основное всасывание углеводов. Поэтому некоторые люди с диабетом, особенно маленькие дети, имеют высокие показатели глюкозы в крови через 1–2 часа после еды, которые постепенно снижаются и через 3–5 часов приходят в норму. Особенно это выражено по утрам, когда уровень контринсулярных гормонов очень высок по сравнению с другим временем.

Введение болюса до еды



Введение болюса за 20 минут до еды может помочь справиться с этой проблемой (46). Не стоит вводить инсулин заранее в случае низких показателей глюкозы в крови. В этом случае инсулин можно ввести после или во время еды. Также в случае низких показателей глюкозы в крови перед едой можно принять дополнительные, «быстрые» углеводы и, убедившись через 10–15 минут в том, что показатели глюкозы в крови стали хорошими, ввести болюс. Если вы не знаете, сколько вы или ваш ребенок сможет съесть углеводов, то заранее можно ввести лишь часть болюсной дозы (например, на 1 XE), то есть разделить весь инсулин на два или более болюсов.

ОБЗОР ГЛАВЫ 7

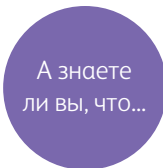
- Корректирующий болюс – инсулин для коррекции глюкозы крови
- Для расчета корректирующего болюса используется фактор чувствительности к инсулину
- Болюс на еду – инсулин для утилизации принятых с пищей углеводов
- Для расчета болюса на еду используется углеводный коэффициент
- Оценивать корректирующий болюс и болюс на еду нужно только после подбора базисной дозы
- Оценка корректирующего болюса:
 - через 2 часа после введения уровень глюкозы в крови снизился примерно на 50% от ожидаемого снижения
 - через 4 часа после введения уровень глюкозы в крови находится в целевом диапазоне
- При правильной дозе показатели глюкозы крови по окончании действия инсулина должны находиться в целевом диапазоне
- Оценка болюса на еду:
 - через 2 часа после еды уровень глюкозы в крови на 2– 4 ммоль/л больше исходного значения,
 - через 4 часа после еды уровень глюкозы в крови в пределах исходного значения
- Оценивайте дозировки корректирующего болюса и болюса на еду только в тех случаях, когда они вводились отдельно друг от друга
- Три вида болюсов используются в зависимости от характера пищи: стандартный, продленный, двойной болюс
- При использовании двойного болюса
 - растянутая волна 30–50% от всей дозы,
 - продолжительность действия второй волны не более 2 часов
- Активный инсулин – инсулин, который еще продолжает действовать после последнего болюса
- Продолжительность действия инсулина определяет, как долго помпа будет учитывать активный инсулин
- При нормальных показателях глюкозы крови желательно вводить инсулин за 10–20 минут до еды

ГЛАВА 8. ПОМПОВАЯ ИНСУЛИНОТЕРАПИЯ И ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

Регулярные занятия спортом у детей и подростков с сахарным диабетом способствуют снижению показателей глюкозы в крови, улучшению гликемического контроля (определяемого по уровню HbA1c), оказывают положительное влияние на сердечно-сосудистую систему (стабилизации показателей артериального давления, пульса, липидного профиля и др.), а также способствуют профилактике сердечно-сосудистых заболеваний. Немаловажным фактором является психологическая адаптация и общение ребенка с сахарным диабетом в среде своих сверстников при посещении спортивных занятий.

Среди некоторых людей с диабетом существует ошибочное мнение, что ношение помпы несовместимо с занятиями спортом. Занятия спортом являются одной из причин перехода на помпу, так как при ее использовании появляется возможность лучше контролировать свой диабет при физических нагрузках.

Диабет не должен ограничивать возможности людей заниматься спортом. Подтверждением этого являются известные профессиональные спортсмены с диабетом, такие как пятикратный олимпийский чемпион гребец Стивен Редгрейв, олимпийский чемпион пловец Гарри Холл и др. Некоторые из них используют инсулиновую помпу, например бейсболист Джейсон Джонсон – питчер команды «Los Angeles Dodgers», первый игрок Главной бейсбольной лиги, получивший разрешение носить помпу во время матча.



А знаете
ли вы, что...

Глюкоза
в крови может
снижаться
не только
во время,
но и после
физических
нагрузок

Спорт и диабет

Преимущества	Недостатки
• Хорошее самочувствие • Снижение веса • Снижение глюкозы крови • Снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний • Важная часть жизни ребенка • Общение со сверстниками	• Гипогликемия • Гипергликемия • Кетоны

Физиология физических нагрузок

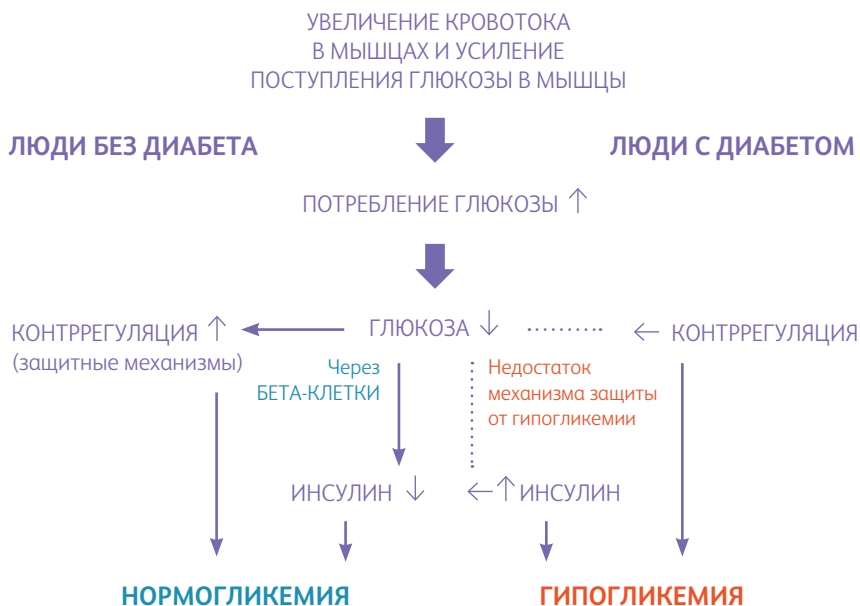
На уровень глюкозы крови во время спортивных занятий у людей с диабетом влияет несколько факторов:

- вид, продолжительность и интенсивность физических упражнений;
- физическое состояние организма, включая степень компенсации диабета и уровень тренированности;
- время суток;
- текущий показатель глюкозы в крови;
- вид и количество съеденных углеводов;
- количество активного (действующего) инсулина.

Гипогликемия

Основная, хотя и не единственная, проблема при занятии спортом – гипогликемия (47). Причиной гипогликемии во время спортивных занятий является активное поступление глюкозы из крови в мышцы, так как глюкоза является основным источником энергии для работы мышц.

Почему происходит снижение глюкозы во время спортивных занятий?



Гипогликемия может случиться не только во время спортивных занятий, но и спустя какое-то время после, это так называемая отсроченная гипогликемия. У подростков с диабетом заметное падение глюкозы в крови происходит через 7–11 часов после физических нагрузок (48). Ночная гипогликемия после спортивных занятий – достаточно частое явление (49). Ночные гипогликемии чаще встречались, если гликемия перед сном составляет менее 7,2 ммоль/л (49). Отсроченная гипогликемия происходит по нескольким причинам. Первая причина заключается в том, что запасы глюкозы в мышцах и печени после нагрузки опустошены (так как глюкоза была израсходована на работу мышц) и они должны восстановиться вновь, для чего из крови усиленно захватывается глюкоза. Вторая причина – это повышение чувствительности к инсулину. У людей, которые занимаются спортом, инсулин работает эффективней, то есть им требуется меньше инсулина для поддержания целевого уровня глюкозы крови. Поэтому обычные дозы инсулина могут вызывать у них гипогликемию. У детей, которые испытывают гипогликемию в

ночь после интенсивной физической нагрузки, снижение базальной скорости на 20% в период с 21 до 3 часов ночи может быть очень полезным для предотвращения отсроченной ночной гипогликемии (50).

Гипергликемия и кетоны

Некоторые люди, напротив, сталкиваются с проблемой гипергликемии во время или после спорта. Это может произойти из-за недостатка инсулина в организме, избыточного приема углеводов для предотвращения гипогликемии. Кроме того, некоторые виды спорта, наоборот, повышают глюкозу крови. Это так называемые анаэробные физические нагрузки, к ним в основном относятся высокоинтенсивные виды спорта, такие как тяжелая атлетика, спринты и заплывы на короткие дистанции и др. Повышение ГК при таких нагрузках связано с выбросом контринсулярных гормонов, таких как адреналин и кортизол, что приводит к ухудшению действия инсулина (относительный дефицит инсулина). Недостаток инсулина в организме может привести не только к повышению глюкозы крови, но и к появлению кетонов. Во время физических нагрузок, особенно продолжительных, происходит «сжигание жиров», что также приводит к образованию кетонов.

От чего зависит уровень глюкозы в крови во время физических нагрузок?

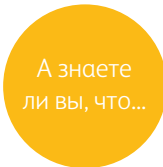
Гипогликемия	Нормальная глюкоза	Гипергликемия
• Много инсулина из-за недавно введенной или избыточной дозы инсулина • Продолжительная нагрузка более 30–60 минут без дополнительного приема углеводов • Интенсивные аэробные нагрузки (бег трусцой, плавание на большие дистанции и др.) • Отсутствие физической подготовки, требующее большего расхода энергии по сравнению с тренированными людьми	• Правильная коррекция инсулинотерапии • Прием количества углеводов в соответствии с нагрузкой	• Недостаток инсулина в организме • Эмоциональное состояние с повышением контринсулярных гормонов • Кратковременная или промежуточная физическая активность с выбросом адреналина (тяжелая атлетика, спринт и т.д.) • Избыточный прием углеводов

Использование помпы во время спорта

Основное преимущество использования помповой терапии по сравнению с шприц-ручками при физических нагрузках – это снижение количества эпизодов гипогликемий. Возможность снижения уровня инсулина при физических нагрузках очень проста при использовании помповой инсулинотерапии (с помощью отключения помпы или включения временной базальной скорости) и предоставляет значительные преимущества для снижения риска гипогликемий (51).

Человек с помпой, занимаясь спортом, имеет больше возможностей – он может отключить помпу или использовать временную базальную скорость (или другой базальный профиль, если занимается в одно и то же время). Выбор в основном зависит от продолжительности и интенсивности нагрузки. Скорее всего, вам потребуется снижение скорости подачи инсулина за некоторое время до физических нагрузок. Это связано с пиком действия аналога инсулина короткого действия, который наступает примерно через 90–100 минут после его введения.

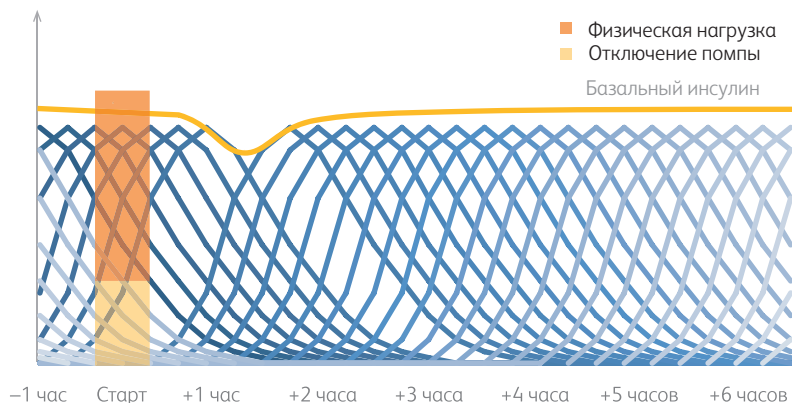
В зависимости от продолжительности физической нагрузки и времени отключения помпы или активации временной базальной скорости действие инсулина будет снижаться в разное время по отношению к физической нагрузке.



А знаете ли вы, что...

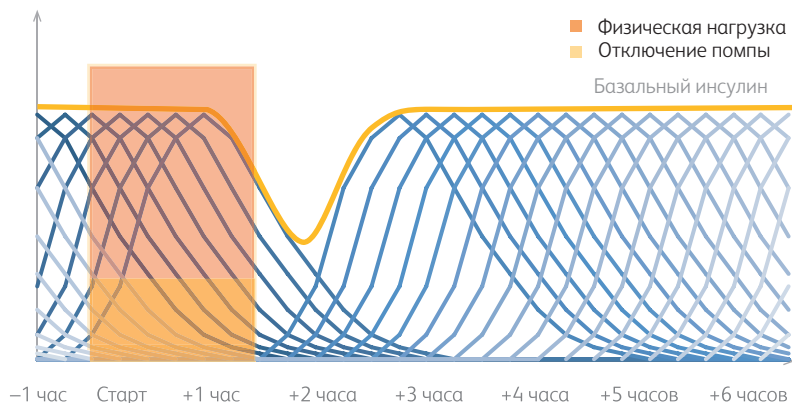
Во время занятий спортом глюкоза в крови может не только понижаться (гипогликемия), но и повышаться (гипергликемия)

Физическая нагрузка и одновременное отсоединение помпы на 30 минут



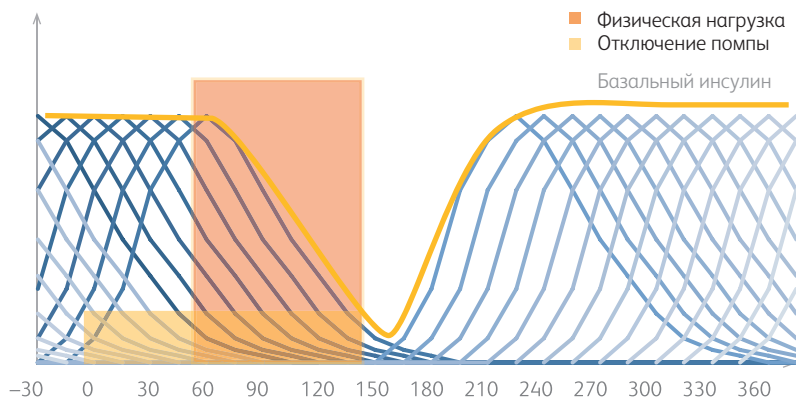
Отключение помпы во время кратковременных нагрузок имеет минимальный эффект: никакого влияния во время нагрузки и незначительное влияние на инсулин после нагрузки. При этом риск гипогликемии во время физической нагрузки остается неизменным и лишь несколько снижается после упражнений.

Физическая нагрузка и одновременное отсоединение помпы на 90 минут



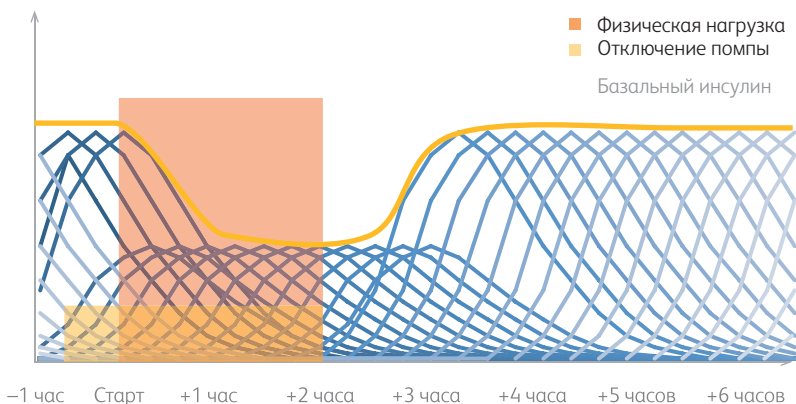
Отключение помпы сразу перед началом нагрузки на 90 минут имеет небольшое влияние на уровень инсулина в начале и может привести к дефициту инсулина после упражнений.

Физическая нагрузка 90 минут и отсоединение помпы за 60 минут до нее



Отключение помпы заранее перед нагрузкой приводит к заметному снижению инсулина во время и после упражнений, что снижает риск развития гипогликемии в это время.

Физическая нагрузка 120 минут и временная базальная скорость 50%, активированная за час до начала упражнений



При таком подходе отмечается частичное снижение базального инсулина как во время, так и сразу после упражнений, что снижает риск гипогликемии.

Способы снижения риска гипогликемии

Для снижения риска гипогликемии возможно использовать несколько способов.

Перед занятиями спортом

Если перед занятиями спортом есть прием пищи, то можно снизить болюсную дозу на него на 50% или принять дополнительные углеводы без введения инсулина на них (например, принять 6 ХЕ, а сделать инсулин на 3 ХЕ). Также можно принять дополнительные углеводы непосредственно перед физической нагрузкой без введения инсулина на них. При использовании помпы вы можете включить ВБС или отключить помпу совсем.

Во время спортивных занятий

Если вы не снижаете дозу инсулина перед занятиями спортом, то для профилактики гипогликемии можно принять дополнительные углеводы из расчета 1 грамм углеводов на 1 килограмм веса на каждый час физических нагрузок.

После спортивных занятий

Для снижения риска гипогликемии после спортивных занятий можно принять дополнительные углеводы или снизить болюсную дозу на 50% на следующий прием пищи. Например, если вы занимаетесь спортом в 16 часов, а в 18 часов у вас ужин, на который вы обычно делаете 6 ЕД инсулина, то в день, когда вы занимаетесь спортом, дозу нужно снизить на 3 ЕД, то есть сделать всего 3 ЕД. На ночь в этот день можно включить ВБС на 80% для снижения риска ночной гипогликемии.

Способы предотвращения гипогликемии при физических нагрузках

	Перед физическими нагрузками	Во время физических нагрузок	После физических нагрузок
Болюсная доза	Снижение болюса на 50%	-	Снижение болюса на 50%
Базисная доза	ВБС или отключение помпы	ВБС или отключение помпы	ВБС после физических нагрузок и в ночное время
Дополнительные углеводы	1–2 ХЕ	0,5 грамма углеводов на 1 килограмм веса на каждый час спорта	1–2 ХЕ

Какой способ выбрать?

Реакция организма на физические нагрузки у всех людей разная, что зависит от многих факторов (вид, продолжительность, интенсивность, физическая подготовка, компенсация диабета, регулярность физических нагрузок и др.). Нельзя точно сказать, какой вариант подойдет вам лучше. Выберите для себя наиболее оптимальный подход в зависимости от того, когда у вас чаще возникает гипогликемия. Не стоит использовать все способы одновременно, так как это может значительно повысить риск гипергликемии и кетоацидоза. Начните со снижения базальной скорости (ВБС или отключение помпы), если этот способ будет плохо работать, переходите к следующему или комбинируйте два способа. В дальнейшем вы найдете способ, который будет у вас лучше всего работать.

Действия в зависимости от глюкозы крови

Нормальная глюкоза крови

Если глюкоза крови перед занятиями спортом находится в пределах целевых значений, действуйте в соответствии со своей стандартной схемой:

- 1) снижение болюса перед едой перед занятиями спортом
и/или
- 2) дополнительные углеводы перед занятиями спортом
и/или
- 3) отключение помпы
и/или
- 4) включение ВБС

Гипергликемия

При высоком уровне глюкозы крови во время спортивных занятий возникает риск появления кетонов и проведение физических нагрузок при гипергликемии не рекомендуется. Если уровень глюкозы крови перед или во время спортивных занятий у вас более 14 ммоль/л, вам следует проверить уровень кетонов и при наличии кетонов от физических нагрузок рекомендуется воздержаться до их полного исчезновения. При отсутствии кетонов и гипергликемии 14–17 ммоль/л, если вы решили все-таки продолжить занятия спортом, вам следует быть очень осторожным. Вам потребуется ввести корректирующий болюс (не более 25%–50% от обычного количества) и

контролировать глюкозу крови каждые 30–60 минут. Не забывайте о приеме дополнительной жидкости.

В случае гипергликемии после спортивных занятий также введите корректирующий болюс, но не более 50% от обычного.

Гипогликемия

В случае низкого уровня глюкозы крови перед или во время спортивных занятий необходимо принять дополнительных 10–20 грамм быстроусвояемых углеводов (сок, сахар, гели и др.) и через 10–15 минут перепроверить уровень глюкозы крови. При сохранении низких показателей необходимо принять еще дополнительное количество углеводов с последующим контролем ГК через 10–15 минут. Нельзя начинать или продолжать физические нагрузки до нормализации уровня глюкозы крови.

Отключение помпы или ВБС?

Выбор способа снижения риска гипогликемии зависит в основном от вида спорта, продолжительности и интенсивности занятий. Люди, которые занимаются водными видами спорта или единоборствами, будут вынуждены в любом случае снять помпу, так как возникает риск повреждения помпы и выхода ее из строя. Включение ВБС сохраняет подачу небольших доз инсулина, которые позволят предупредить развитие, с одной стороны, гипогликемии, с другой – недостатка инсулина при длительных нагрузках. Включение ВБС 0% на время спорта с подключенной помпой защитит от того, что вы забудете подключить помпу после окончания спортивных занятий.

Какую ВБС выбрать?

Выбор ВБС зависит от интенсивности и продолжительности физической нагрузки:

- нагрузка низкой интенсивности – ВБС 75%,
- средней интенсивности – ВБС 50–75%,
- высокой интенсивности – ВБС 0–50%.

Первое время проверяйте правильность выбранного способа, достаточно часто контролируя содержание глюкозы в крови, и при необходимости вносите коррекцию.

ОБЗОР ГЛАВЫ 8

- Основные рекомендации при проведении физических нагрузок
- Принять во внимание: последний прием пищи (ХЕ), последний болюс, время суток, место установки инфузионного набора, продолжительность и интенсивность физической нагрузки
- Контроль гликемии: перед, после, каждые 30–60 минут во время нагрузки + ночное время (при подборе дозы)
- Прием дополнительной жидкости (риск обезвоживания)
- Снижение болюсной дозы перед и после физических нагрузок на 50%
- Отключение или снижение подачи базального инсулина на 0–100% за 30–60 минут до спорта в зависимости от продолжительности и интенсивности физической нагрузки
- Отключение помпы – нагрузка продолжительностью не более 90 минут, водные виды спорта, возможность повреждения помпы (карате и т.д.)
- Временная базальная скорость – нагрузка более 90 минут или неинтенсивная нагрузка (бег, бег трусцой и т.д.)
- % ВБС зависит от интенсивности физической нагрузки: нагрузка низкой интенсивности – ВБС 75%, средней интенсивности – ВБС 50–75%, высокой интенсивности – ВБС 0–50%
- Если доза инсулина не корректируется на время физических нагрузок: дополнительно 1 грамм углеводов на 1 килограмм веса на 1 час нагрузки
- Снижение базальной скорости в ночное время на 20% в период с 21 до 3 ч (или на всю ночь)

ГЛАВА 9. ОСЛОЖНЕНИЯ

Кетоацидоз

Важным осложнением помповой инсулинотерапии является высокий риск развития кетоацидоза в случае нарушения подачи инсулина. Это связано с тем, что помпа подает небольшие количества инсулина в базальном режиме, а также нет продленного инсулина. В результате этого в подкожно-жировой клетчатке имеется лишь небольшой запас (депо) инсулина. Чаще всего это происходит из-за недостаточно частого измерения глюкозы в крови или из-за длительного использования инфузионной системы. Регулярное измерение глюкозы в крови позволит раньше обнаружить повышение ее уровня, и у вас будет время, чтобы предотвратить появление кетонов. При длительном использовании инфузионной системы инсулин, находящийся в ней, может терять свои свойства, что приводит к нарушению его подачи (закупорке) по трубочке или канюле под кожу. Также длительное использование инфузионной системы может привести к развитию воспаления в месте установки канюли, это нарушает всасывание инсулина из этого места и ухудшает его действие.

Причины необъяснимого повышения глюкозы в крови и появления кетонов

Инфузионный набор	Канюля	Другое
• инфузионный набор пустой (забыли наполнить) • инфузионный набор закупорен (кристаллизация инсулина) • в инфузионном наборе большой воздушный пузырь • инфузионный набор негерметичен (например, в зоне соединения катетера и канюли или катетера и иглы)	• канюля изогнута (тефлоновая канюля) • канюля установлена в гипертрофированной области • воспаление в месте прокола инфузионного набора вследствие: – недостаточной дезинфекции/гигиены, – слишком длительного срока установки канюли, – гиперчувствительности к канюле, пластырю или инсулину • канюля вышла из кожи: – недостаточно хорошо закреплена, – отклеился пластырь (из-за потоотделения, попадания влаги)	• общие причины гипергликемии (пропущен болюс, гипогликемия после гипогликемии и др.) • неисправность инсулиновой помпы: – отказ/выход из строя, – батарея, – другие технические проблемы

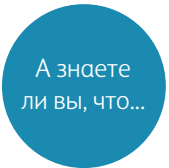
Как быстро могут появиться кетоны при нарушении подачи инсулина?

Поскольку аналоги инсулина имеют меньшую продолжительность действия по сравнению с человеческим инсулином короткого действия, проблемы с подачей инсулина приводят к появлению кетонов в крови быстрее при использовании аналогов инсулина. При использовании аналогов инсулина короткого действия повышение кетонов начинается раньше примерно на 1,5–2 часа (52).

После нарушения подачи инсулина уровень кетонов нарастает достаточно быстро. Отключение помпы на 5 часов приводит к заметному повышению кетонов уже через 2 часа, а через 5 часов их уровень практически достигает показателей, соответствующих кетоацидозу (53) (см. график).

Повышение уровня кетонов (бетагидроксibuтират) в крови после отключения помпы на 5 часов





А знаете
ли вы, что...

Измерение кетонов в крови позволяет раньше определить проблемы с подачей инсулина и принять меры для профилактики кетоацидоза

Признаки кетоацидоза

Знание признаков кетоацидоза позволит распознать его раньше, что предотвратит ухудшение состояния и позволит, при необходимости, раньше начать лечение. При появлении у человека кетонов он может чувствовать тошноту, слабость, недомогание или боли в животе. Если у вас или вашего ребенка есть эти признаки, необходимо срочно измерить кетоны в крови или моче.

Определение кетонов

При использовании инсулиновой помпы определение кетонов помогает выявить недостаток инсулина в крови, а также выбрать дальнейшие действия. Многие до сих пор используют тест-полоски для определения кетонов в моче. Однако сейчас можно купить глюкометры, измеряющие кетоны в крови. Они измеряют другой тип кетонов – бетагидроксibuтират, а когда вы измеряете кетоны в моче, вы измеряете ацетоацетат.

Кетоны лучше измерять в крови, так как в моче их уровень изменяется позже и они могут появиться, когда уровень кетонов в крови уже достаточно высокий. Время, через которое можно выявить кетоз, при определении кетонов в моче заметно больше, чем при определении кетонов в крови (54). Когда вы видите кетоны в моче, нельзя точно сказать, когда они образовались. Кетоны в моче могут обнаруживаться даже больше чем через 24 часа после эпизода кетоацидоза (55). Определение кетонов в крови у людей, использующих инсулиновую помпу, может быть особенно полезно, так как позволит раньше выявить проблемы с введением инсулина, предотвратить развитие кетоацидоза или начать лечение.

Как оценивать полученные результаты?

Кетоны в крови	Кетоны в моче	Глюкоза в крови		
		менее 5,5 ммоль/л	5,5–10 ммоль/л	10–14 ммоль/л
<0,6 ммоль/л	Отрицательные или следы	Инсулин не вводить	Нормальный уровень, никаких действий не требуется	Увеличить болюсную дозу на прием пищи. Ввести корректирующий болюс (при глюкозе в крови более 15 ммоль/л)
		Проверить кетоны через 2 часа		
0,6–1,4 ммоль/л	Мало или умеренно	«Голодные» кетоны. Требуется дополнительный прием углеводов и жидкости	«Голодные» кетоны. Требуется дополнительный прием углеводов и жидкости. Введите болюс на углеводы	Требуется дополнительный прием углеводов (при глюкозе в крови до 15 ммоль/л) и жидкости. Ввести обычную дозу болюса на углеводы и корректирующий болюс
		Проверить кетоны через 2 часа		
1,5–3 ммоль/л	Умеренно или много	Высокий уровень «голодных» кетонов. Проверьте глюкометр. Перепроверьте глюкозу в крови и кетоны. Требуется дополнительный прием углеводов и жидкости	Высокий уровень «голодных» кетонов. Требуется дополнительный прием углеводов и жидкости. Введите болюс на углеводы	Требуется дополнительный прием углеводов (при гликемии менее 15 ммоль/л) и жидкости. Введите корректирующий болюс
		Риск развития кетоацидоза! Может потребоваться в/в введение глюкозы, если ребенок не ест. Проверять глюкозу крови и кетоны каждый час. Необходима консультация с детским эндокринологом. Может потребоваться вызов скорой медицинской помощи		
>3,0 ммоль/л	Много	Серьезный риск развития кетоацидоза! Необходимо срочно вызвать скорую медицинскую помощь		

Что делать при необъяснимом повышении глюкозы в крови?



Повышение уровня вашей глюкозы в крови больше 15 ммоль/л и появление кетонов в крови (>0,5 ммоль/л) или моче (++) или (+++) говорит о недостатке инсулина в организме. Это может произойти из-за нарушения подачи инсулина помпой или повышения потребности в инсулине, например из-за болезни или стресса. В таком случае необходимо ввести корректирующий болюс инсулина шприц-ручкой. Не рекомендуется использовать помпу, так как нельзя быть полностью уверенным в том, что она исправна. После этого следует тщательно проверить помпу, инфузионный набор и канюлю. Отсоедините трубку инфузионной системы от канюли и «введите» (помпа должна быть отсоединена от тела!) несколько ЕД инсулина стандартным болюсом. Инсулин должен сразу появиться из трубочки. Если инсулин не подается или подается медленно, это означает полную или частичную закупорку трубочки. Замените полностью инфузионный набор (канюлю и трубочку). Проверьте признаки воспаления или подтекания инсулина в месте установки канюли. У некоторых канюль есть специальные «окошки», в которые видна часть иголки, посмотрите, нет ли в ней крови. Если инсулин по трубочке подается хорошо, замените только канюлю. При появлении кетонов пейте больше жидкости, вводите дополнительный инсулин и, при необходимости, обратитесь к врачу. Если глюкоза в крови менее 10 ммоль/л и при этом есть кетоны, необходимо пить жидкость, содержащую глюкозу, и вводить дополнительный инсулин.

Профилактика появления кетонов при длительном отключении помпы

В случае риска появления кетонов (например, необходимость длительного отключения помпы при физических нагрузках или во время отдыха на море) можно сделать дополнительную инъекцию продленного инсулина. Будет достаточно ввести инсулин продленного действия, примерно 30% от суточной базальной дозы (56).

ОБЗОР ГЛАВЫ 9

- При использовании инсулиновой помпы риск развития кетоацидоза может быть выше, что связано с небольшим запасом инсулина в организме
- Симптомами появления кетонов являются: тошнота, боль в животе, недомогание, слабость
- Для предотвращения появления кетонов необходимо регулярно измерять глюкозу в крови и при высокой глюкозе в крови (> 15 ммоль/л) измерять кетоны
- Появление кетонов может быть связано с нарушением подачи инсулина из-за проблем с катетером, инфузионным набором или самой инсулиновой помпой
- Определение кетонов в крови, а не в моче, позволит раньше выявить проблемы с введением инсулина, предотвратить развитие кетоацидоза или начать лечение
- В случае необъяснимого повышения глюкозы крови необходим тщательный контроль глюкозы крови, кетонов и, при необходимости, замена инфузионной системы

ГЛАВА 10. РАЗЛИЧНЫЕ СИТУАЦИИ, С КОТОРЫМИ МОЖНО СТОЛКНУТЬСЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОМПЫ

Воздушные пузыри

Пузыри воздуха могут образовываться при изменении атмосферного давления (например, при путешествии на самолете или подъеме в горы), а также при изменении температуры инсулина (57). Чаще всего пузыри воздуха образуются сразу после заполнения резервуара. Если вы наберете в резервуар инсулин, взятый сразу из холодильника, то спустя некоторое время (после того как инсулин нагреется до комнатной температуры) в резервуаре образуются пузыри воздуха. Для того чтобы этого не происходило, прежде чем набирать инсулин в резервуар, необходимо подождать некоторое время (20–30 минут) до тех пор, пока инсулин не нагреется до комнатной температуры. Также образованию пузырей может способствовать слишком быстрое перекачивание инсулина из пенфила/флакона в резервуар помпы.

Для удаления воздушных пузырей сначала остановите помпу и отсоедините ее от тела. Установите инсулиновую помпу в вертикальное положение. Запустите программу заполнения инфузионного набора или используйте фиксированную заправку. Если воздушный пузырь находится в резервуаре, то постучите пальцем по нему, чтобы он сместился к инфузионному набору. После окончания еще раз проверьте инфузионный набор и картридж на наличие воздушных пузырьков.

Ношение инсулиновой помпы

Ношение помпы может вызвать определенные сложности, особенно у маленьких детей. Помимо использования чехлов и ремней, которые предлагаются к помпе, можно приобрести или самим изготовить дополнительные средства для ношения помпы. Например, для ношения помпы можно использовать дополнительный карман на одежде, так, чтобы помпа располагалась на спине. Этот способ подойдет для маленьких детей, так как в этом случае они не смогут

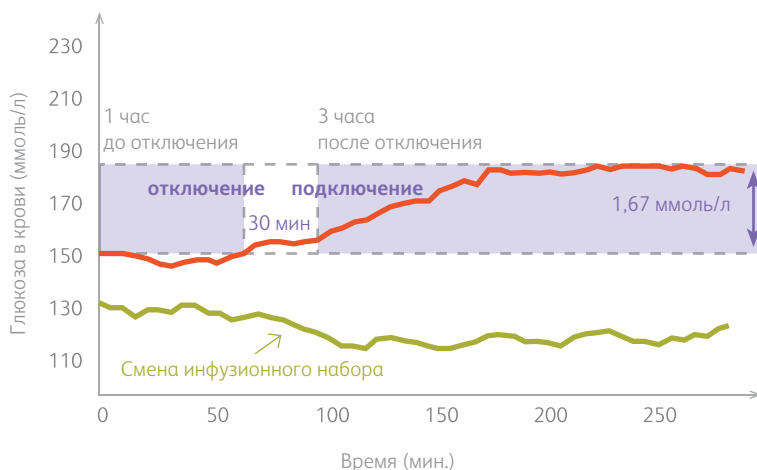
дотянуться до помпы. Также карманы на одежде могут располагаться и на других местах. Кроме того, в продаже имеется много вариантов различных чехлов и ремней, которые позволяют носить помпу на различных частях тела, например, на плече или лодыжке. Выберите себе наиболее оптимальный вариант, чтобы ношение помпы не доставляло вам и вашему ребенку неудобство.

На какое время можно отключить помпу?

Кратковременное отключение помпы

При отключении инсулиновой помпы выяснилось, что первые изменения обмена веществ наступают уже через один час после прекращения подачи инсулина и полностью проявляют себя через 3 часа (58). Даже кратковременное отключение помпы на 30 минут приводит к повышению глюкозы крови (59). Кетоны в крови достигают повышенного уровня (более 0,5 ммоль/л) примерно через 2 часа после отключения помпы, а через 5 часов их уровень уже приближается к уровню, при котором возникает риск кетоацидоза (см. Главу 9). Поэтому обычно не рекомендуется отключать помпу более чем на 2 часа. Однако при этом надо принимать во внимание текущее состояние организма, наличие кетонов до отключения помпы и уровень глюкозы крови. Не стоит отключать помпу на фоне голодания или гипергликемии.

Как влияет отключение помпы на глюкозу крови



Если вам необходимо частое отключение помпы в течение дня, например во время отдыха на море, то для предупреждения гипергликемии и появления кетонов можно ввести несколько единиц продленного инсулина. Не забывайте каждые 2 часа измерять глюкозу крови и вводить болюсный инсулин при подключении помпы.

При подключении помпы сделайте поправку базальной дозы с учетом сделанного продленного инсулина. Вам может потребоваться болюс, равный пропущенному базальному инсулину, с учетом введенного продленного инсулина. Например, вы сделали 4 единицы продленного инсулина и отключили помпу на 3 часа, базальная скорость в это время 0,5 ЕД/час. Всего за это время не ввелось $0,5 \text{ ЕД} \times 3 \text{ часа} = 1,5$ единицы базального инсулина, при этом ранее вы сделали 4 единицы продленного инсулина, это примерно $4 \text{ ЕД}/24 \text{ часа} \times 3 \text{ часа} = 0,5$ (всего за сутки 4 ЕД, значит, за один час $4/24$ единицы) единиц продленного инсулина отработало за 3 часа. Таким образом, вам потребуется ввести только $1,5 \text{ ЕД} - 0,5 \text{ ЕД} = 1$ единицу инсулина.

Длительное отключение помпы

Если вы решили снять инсулиновую помпу на длительное время или полностью прекратить ее использование, вам придется перейти на терапию шприц-ручками. Чтобы определить дозу продленного инсулина, вы можете взять суточную дозу базального инсулина на помпе и увеличить ее на 10–20%. Дозы болюсного инсулина будут такими же, как и на помпе.



Советы по отключению помпы:

- не рекомендуется отключать помпу на длительное время (более чем на 2 часа);
 - измеряйте глюкозу крови каждые 2 часа.
- После подключения помпы может потребоваться болюс, равный пропущенному базальному инсулину

Отдых на море

Во время отдыха на море нет необходимости переходить полностью на уколы шприц-ручками. Вы можете использовать описанные способы при отключении помпы. Вы можете отключать помпу только во время

пробывания на пляже, однако потребуется лишь периодически ее под-ключать для введения болюсов на еду, коррекцию и при необходимости – на пропущенный базальный инсулин. Не забывайте регулярно изме-рять глюкозу крови и при необходимости кетоны в крови. Не забывайте, что не допускается подвергать инсулин воздействию повышенных тем-ператур (инсулин необходимо хранить в соответствии с инструкцией к инсулину).

Что, если ребенка с помпой необходимо отдать в детское дошкольное учреждение?

Необходимость более тщательного гликемического контроля требует внимания к ребенку даже во время сна и ночью, что связано с риском раз-вития гипогликемии, особенно у маленьких детей. Основная нагрузка по контролю за диабетом у маленьких детей обычно ложится на одного из ро-дителей, как правило, на матерей, которым приходится решать все задачи, связанные с диабетом. Найти няню или сиделку или отдать маленького ре-бенка в детское учреждение достаточно сложно, что связано как с матери-альными аспектами, так и с необходимостью наличия специальных навыков у няни, сиделки или воспитателя. Людям, которые будут находиться с ребен-ком, необходимо пройти обучение по работе с инсулиновой помпой, а также потребуется обеспечить постоянную связь с вами.

Инсулиновая помпа и вода

Помпа защищена только от временных контактов с водой, таких как дождь, снег, брызги воды. При длительном контакте с водой (плавание, душ, баня, сауна и др.) необходимо отсоединить инфузионный набор и снять инсулиновую помпу. После подключения помпы, возможно, потре-буется введение болюса, соответствующего невведенному базальному инсулину.

ОБЗОР ГЛАВЫ 10

- Чтобы пузыри воздуха не образовывались:
 - при заполнении резервуара используйте инсулин комнатной температуры,
 - перекачивайте инсулин медленно,
 - носите помпу разъемом вниз
- Не рекомендуется отключать помпу на длительное время (более чем на 2 часа)
- При отключении помпы чаще измеряйте глюкозу крови (каждые 2 часа)
- После подключения помпы может потребоваться болюс, равный пропущенному базальному инсулину
- В случае нахождения ребенка в детском саду, школе или с няней необходимо обучение персонала (няни, преподаватели, воспитатели) основным навыкам диабета, работы с помпой и постоянный контакт с родителем
- Перед контактом с водой помпу необходимо снимать

ГЛАВА 11. ПУТЕШЕСТВИЯ

Путешествия людей с диабетом, а тем более с инсулиновой помпой, требуют внимательного отношения к заболеванию и тщательного планирования. При этом путешествие с инсулиновой помпой предоставляет вам большое количество преимуществ. С помпой вам будет легче регулировать дозу инсулина, что позволит иметь хорошие показатели глюкозы крови. Вы можете изменять подачу инсулина в зависимости от уровня своей физической активности, а также вводить небольшие болюсы на «перекусы» для поддержания оптимальных показателей глюкозы крови.

Перед путешествием

Заранее перед поездкой проконсультируйтесь со своим лечащим врачом относительно вашего текущего состояния, показателей глюкозы в крови, гликированного гемоглобина, базальной и болюсной дозы. Соберите набор необходимых предметов для диабета.

Что необходимо взять с собой в путешествие:

- Тест-полоски для определения глюкозы крови в достаточном количестве. Возьмите большее количество тест-полосок, чем вам бы потребовалось на такое же время в обычных условиях. Во время путешествия или отдыха вам потребуется измерять глюкозу крови заметно чаще, чем обычно. Не зная свой уровень глюкозы крови, вы не сможете сделать адекватную дозу инсулина.
- Тест-полоски для определения кетонов. Во время путешествия у вас должна быть возможность измерить кетоны в крови или моче.
- Глюкометр и батарейки к нему. Возьмите с собой два глюкометра, чтобы в случае, если один выйдет из строя, у вас была возможность измерить глюкозу крови.
- Расходные материалы для помпы (инфузионные системы, резервуары, батарейки). Возьмите в два раза больше расходных материалов, чем требуется на то время, на которое вы едете

в путешествие. Например, если вы едете на 12 дней, возьмите с собой восемь инфузионных наборов и резервуаров. Резервуаров можно взять меньше, так как с ними реже возникают проблемы. Двойной запас расходных материалов необходим на случай непредвиденных обстоятельств (загибы катетера, отклеивание канюли и др.).

- Инсулин и шприц-ручки. Возьмите инсулин с запасом, на случай, если часть вашего инсулина испортится, потеряется и т.д. Шприц-ручки необходимы на случай возникновения проблем с инфузионной системой или выхода из строя помпы. Необходимо взять с собой инсулин продленного действия.
- Адгезивные материалы. Если вы используете какие-либо адгезивные материалы для фиксации инфузионной системы, вам необходимо взять их с собой в дорогу.
- Набор на случай гипогликемии. Вам необходимо иметь на все время путешествия средства для борьбы с гипогликемией: таблетки глюкозы, сок, сахар, гели с глюкозой. Также необходимо взять с собой Глюкагон с достаточным сроком действия.
- Дневники самоконтроля, записанные настройки помпы.
- Рецепты на препараты, справка от врача.
- Аптечка первой помощи.

! Разделите все ваши средства для диабета на два хранилища, одно из которых должно быть всегда при вас (ручная кладь). В случае утраты или повреждения одного из запасов у вас будут все необходимые средства для диабета. Помните, что инсулин нельзя сдавать в багаж из-за низких температур в багажном отделении

Примерно за 12 часов до выхода из дома (до вылета самолета) поменяйте инфузионную систему, резервуар и батарейки в помпе. Это обезопасит вас от возможных проблем в дороге. В резервуар нужно набрать лишь минимально необходимое количество инсулина, это снизит риск возникновения воздушных пузырей в самолете (см. далее).

Во время путешествия

В аэропорту

Приезжайте в аэропорт заранее. Пусть у вас будет достаточное количество времени на случай возникновения непредвиденных обстоятельств. Например, на случай дополнительных проверок службой безопасности. Возьмите с собой в самолет (в ручной клади) достаточное количество тест-полосок, инсулина, расходные материалы для помпы, средства от гипогликемии и др. Положите весь инсулин в ручную кладь, так как в грузовом отсеке самолета может быть нарушен температурный режим хранения инсулина.

Держите при себе медицинскую справку от врача.

При прохождении зоны досмотра не помещайте помпу в устройства, излучающие рентгеновское излучение, так как это может повредить ее. Работники службы безопасности аэропорта должны будут провести ручной досмотр с использованием металлодетекторов.

- ! Помпа не должна подвергаться рентгеновскому излучению.
- С помпой можно проходить только через металлодетектор

В самолете

Разница давления в самолете оказывает влияние на работу инсулиновой помпы. Во время взлета у людей с помпой часто бывает гипо-, а при посадке гипергликемия. Это связано с изменением давления в кабине самолета. Как вы, вероятно, знаете, в любой жидкости, в том числе в растворе инсулина, находится небольшое количество растворенного воздуха. При взлете самолета происходит снижение давления в кабине, и из-за этого воздух, растворенный в инсулине, начинает выходить из жидкости и образовывать пузырьки. Если в резервуаре или инфузионной системе уже были пузыри воздуха, в результате снижения давления они начинают увеличиваться. То есть в результате снижения давления в кабине самолета образуются новые и увеличиваются старые пузырьки. Пузырьки воздуха, в свою очередь, расширяясь, начинают выталкивать инсулин, что приводит к избыточному поступлению инсулина по инфузионной системе под кожу. Это может привести к гипогликемии. При посадке происходит повышение давления в самолете, пузырьки уменьшаются или даже исчезают, уменьшая объем в резервуаре и инфузионной системе. Из-за этого часть инсулина не поступает в канюлю, что может привести к гипергликемии.

А знаете
ли вы, что...

Разница
давления в
самолете может
приводить к
образованию
пузырей

Чтобы избежать этого, нужно следовать следующим правилам:

- иметь в резервуаре минимально необходимое количество инсулина,
- проверить резервуар и инфузионную систему на наличие пузырей и при наличии удалить их,
- отключить и отсоединить помпу сразу перед взлетом,
- примерно через 30 минут после взлета (самолет наберет высоту) удалить пузыри из резервуара и инфузионной системы,
- подключить и использовать помпу,
- после приземления отсоединить помпу и заполнить систему,
- подключить и использовать помпу.

Также в самолете придерживайтесь общих правил:

- измеряйте глюкозу каждые 2 часа,
- пейте больше воды,
- принимайте пищу вместе с остальными,
- старайтесь спать при выключении освещения.

Разница давления в самолете может приводить к образованию пузырей

Разница во времени

Одна из проблем, которая может возникнуть во время путешествий, это преодоление нескольких часовых поясов. Вам потребуется приспособиться не только спать по новому времени.

Секреция гормонов и работа печени также зависит от «внутренних часов». Например, в утренние часы выделяется больше гормона кортизола, который оказывает контринсулярное действие, что приводит к плохой чувствительности к инсулину в это время, а в ночное время печень вырабатывает больше глюкозы, чем днем. При пересечении часовых поясов новое время суток начина-

ет не совпадать с профилем секреции гормонов и, следовательно, с вашим базальным профилем.

Небольшая разница во времени (до 4 часов)

В случае небольшой разницы во времени, до 4 часов, вы можете перевести часы помпы сразу по прилету на новое место.

Значительная разница во времени (более 4 часов)

В случае значительной разницы во времени обычно людям требуется время, чтобы адаптироваться к новым условиям. Если сразу по прилету на новое место перевести часы на новое время, возможно возникновение значительного несоответствия между вводимым инсулином и потребностью в нем. Для того чтобы за время адаптации к новому времени не было значительных колебаний глюкозы в крови, можно придерживаться следующих правил:

- установить базальную скорость на все сутки на минимальное часовое значение за сутки,
- чаще измерять глюкозу в крови,
- корректировать повышения глюкозы крови введением корригирующих болюсов,
- после адаптации к новому времени (обычно через 3–4 дня) перевести часы помпы на местное время.

ОБЗОР ГЛАВЫ 11

- Проконсультируйтесь с лечащим врачом перед путешествием
- Возьмите с собой все необходимые средства для диабета с двойным запасом
- Разделите весь запас на два хранилища
- Приезжайте в аэропорт заранее
- Помпа не должна подвергаться рентгеновскому излучению
С помпой можно проходить через металлодетектор
- При путешествии на самолете:
 - в резервуаре должно быть минимально необходимое количество инсулина,
 - следите, чтобы не было пузырей в резервуаре и инфузионной системе

ГЛАВА 12. БУДУЩЕЕ ПОМПОВОЙ ТЕРАПИИ

Искусственная поджелудочная железа – замкнутый контур

За последние годы отмечается значительный прогресс в развитии помп-вой инсулинотерапии и систем длительного мониторингирования глюкозы. Основной целью дальнейшего развития этих технологий является создание системы, которая будет автоматически, без вмешательства человека, вводить инсулин в зависимости от уровня глюкозы крови. Эта система называется «искусственная поджелудочная железа», или замкнутый контур регуляции глюкозы.

Основными компонентами искусственной поджелудочной железы являются: сенсор с трансмиттером, блок управления и инсулиновая помпа. Сенсор измеряет уровень глюкозы крови и через трансмиттер (передатчик) передает сигнал на блок управления, который может представлять собой устройство на основе обычного смартфона. В блоке управления происходит анализ уровня глюкозы крови, сопоставление с предыдущими значениями, а также с введенным инсулином и другими факторами, и на основании этих данных регулируется подача инсулина помпой.

Схема работы искусственной поджелудочной железы



Сейчас существует несколько перспективных разработок искусственной поджелудочной железы, над которыми работают ученые в различных исследовательских центрах всего мира. Эти разработки отличаются устройством замкнутого контура. Например, могут использоваться не один, а два сенсо-

ра, что значительно повышает качество измерения глюкозы крови. Также могут использоваться два гормона, например инсулин и глюкагон, что позволяет снизить риск гипогликемии. Однако в этом случае придется использовать две инсулиновые помпы, по одной для каждого гормона.

Развитие искусственной поджелудочной железы происходит поэтапно. На первом этапе уже создана инсулиновая помпа с функцией автоматического прекращения подачи инсулина в ответ на гипогликемию (60, 61). На втором этапе будет создана система предсказания развития гипогликемии, которая сумеет распознать и предупредить потенциальную гипогликемию. На третьем этапе создается система замкнутого контура в ночное время, то есть замкнутый контур регуляции глюкозы ночью. На четвертом этапе будет создана полностью автоматическая система регуляции уровня глюкозы в крови – искусственная поджелудочная железа.

Новые инсулины

По сравнению с инсулином поджелудочной железы, эффект от введения современных аналогов инсулина короткого действия наступает медленнее. Поэтому после приема пищи могут отмечаться подъемы (пики) глюкозы крови, особенно у маленьких детей. Чтобы решить эту проблему, ученые разрабатывают новый вид короткого инсулина – сверхбыстрый инсулин. По скорости наступления эффекта и продолжительности действия этот инсулин похож на инсулин поджелудочной железы. Достигается это благодаря добавлению в обычный человеческий инсулин специальных компонентов (гиалуроновая кислота и др.), которые изменяют структуру инсулина. Также сейчас разрабатывается новый ингаляционный инсулин. В случае успешных клинических испытаний он может быть использован как дополнение к помповой терапии, например для быстрого снижения глюкозы крови при гипергликемии.

Инфузионные системы

В настоящее время проходит клинические испытания инфузионная система, в которой в области канюли имеется небольшой нагревательный элемент. При подаче инсулина этот элемент кратковременно включается, что вызывает повышение скорости всасывания инсулина. Благодаря этому инсулин действует быстрее, в результате чего удастся уменьшить подъемы глюкозы крови после приема пищи.

Заключительное слово

Как вы видите, помповая инсулинотерапия уже стала достаточно распространенным и эффективным методом лечения сахарного диабета с большими возможностями. Используя помпу, вы получаете большое количество преимуществ по сравнению с шприц-ручками. Это и улучшение показателей глюкозы в крови, качества жизни, уменьшение количества уколов и эпизодов гипогликемии, удобство использования и др. Благодаря широким возможностям инсулиновых помп вы можете добиться заметно лучшего результата по сравнению со шприц-ручками. Однако добиться хорошего результата вы сможете, только полноценно и правильно используя эти возможности. Для этого вам потребуется как можно больше знаний о помповой инсулинотерапии. Вы должны овладеть всеми навыками использования помпы в различных ситуациях. С помпой вам потребуется тщательный и регулярный самоконтроль. В итоге ваши хорошие знания по диабету и помповой инсулинотерапии в сочетании с самоконтролем будут способствовать достижению хороших результатов.

Словарь

Адреналин – гормон стресса, вырабатывающийся в надпочечниках и повышающий глюкозу в крови

Аналоги инсулина – современные типы инсулина с измененной структурой молекулы инсулина, чтобы инсулин действовал быстрее (Апидра, НовоРapid, Хумалог) или медленнее (Левемир, Лантус)

Аналог инсулина короткого действия – быстродействующие аналоги человеческого инсулина (Апидра, НовоРapid, Хумалог).

Базальный профиль – почасовая скорость подачи базального инсулина за сутки

Базальная скорость – инсулин, подающийся постоянно в автоматическом режиме в соответствии с настройками для поддержания глюкозы в крови натошак

Болюс на еду – инсулин для усвоения принятых углеводов

Болюсный инсулин – инсулин, вводимый на еду или при гипергликемии

Временная базальная скорость – это изменение скорости подачи базального инсулина на определенное, заданное время

Гипергликемия – высокий уровень глюкозы в крови, обычно более 13–15 ммоль/л

Гипогликемия – низкий уровень глюкозы в крови, обычно менее 4 ммоль/л

Гликемический контроль – показатели глюкозы в крови за период времени

Гликированный гемоглобин (HbA1c) – показатель, по которому можно определить средний уровень глюкозы в крови за последние 2–3 месяца

Гликоген – запас глюкозы в печени

Гликолиз – освобождение глюкозы из печени за счет гликогена

Глюконеогенез – образование глюкозы в печени за счет белков или жиров

Глюкагон – гормон, вырабатывающийся в поджелудочной железе и повышающий уровень глюкозы

Длительное мониторирование глюкозы (CGM) – метод получения данных об уровне глюкозы за каждые 5 минут в течение нескольких дней с использованием специального, имплантированного под кожу сенсора

Инфузионная система – устройство, предназначенное для подачи инсулина под кожу. Состоит из катетера, который устанавливается под кожу, и трубки, по которой инсулин поступает из резервуара в канюлю

Калькулятор болюса – программа, встроенная в помпу и рассчитывающая дозу инсулина в соответствии с запрограммированными настройками

Канюля – игла, изготовленная из пластика (тефлона) или стали, которая устанавливается под кожу и по которой инсулин из помпы поступает в тело

Катетер – см. канюля

Качество жизни – самочувствие человека и удовлетворенность его своей жизнью

Кетоацидоз – повышение уровня кетонов в крови, которое может привести к значительному ухудшению состояния и диабетической коме

Кетоны (кетоновые тела) – при недостатке инсулина глюкоза перестает поступать в клетки, из-за чего жиры начинают расщепляться до жирных кислот, которые в печени превращаются в кетоны

Клетчатка – углевод, который состоит из молекул глюкозы, но не может расщепляться в кишечнике

Контринсулярные гормоны – гормоны, снижающие эффективность действия инсулина, что приводит к повышению глюкозы в крови. Основными контринсулярными гормонами являются: глюкагон, кортизол, адреналин, гормон роста

Корректирующий болюс – инсулин, необходимый для достижения целевого уровня глюкозы крови

Кортизол – гормон стресса, вырабатываемый в надпочечниках и повышающий глюкозу в крови

Липодистрофия (липогипертрофия) – осложнение инсулинотерапии в виде уплотнения подкожно-жировой клетчатки в месте инъекции (укола)

Надпочечники – маленькие органы, расположенные над почками и вырабатывающие гормоны, в том числе адреналин и глюкагон

Окклюзия катетера – нарушение подачи инсулина через канюлю или инфузионный набор

Отсроченная гипогликемия – гипогликемия, которая случается через несколько часов или в ночь после спорта

Поджелудочная железа – орган в брюшной полости, вырабатывающий ферменты для пищеварения (выделяются в кишечник) и различные гормоны, в том числе инсулин и глюкагон (выделяются в кровь)

Помощник болюса – см. «Калькулятор болюса»

Продолжительная подкожная инфузия инсулина – метод введения инсулина с помощью инсулиновой помпы

Режим множественных инъекций – введение инсулина короткого или аналога инсулина короткого действия на еду и инсулина продленного действия на ночь или два раза в день

Резервуар – емкость с инсулином, которая устанавливается в помпу

Сертер – устройство для введения катетера инфузионной системы или системы длительного мониторинга глюкозы

Сигнал «Нет подачи» – один из самых важных сигналов помпы, сообщающий о том, что инсулин не поступает в организм

Суточная доза инсулина – общее количество инсулина, вводимое за сутки. На шприц-ручках/шприцах учитывается короткий и длинный инсулин, на помпе учитывается базальный и болюсный инсулин

Традиционная инсулинотерапия – введение инсулина с использованием шприцев или шприц-ручек

Углеводный коэффициент – количество инсулина, покрывающее 1 ХЕ (если вы считаете углеводы в ХЕ), или количество граммов углеводов на 1 ЕД инсулина (если вы считаете углеводы в граммах)

Фактор чувствительности к инсулину – показатель того, насколько сахар в крови снижается при введении 1 ЕД инсулина

Феномен «утренней зари» – повышение уровня глюкозы в крови в ранние утренние часы в связи с высоким уровнем контринсулярных гормонов в это время

Фиксированная заправка – заполнение инсулином мягкой тefлоновой канюли после ее установки под кожу

Целевой уровень глюкозы крови – индивидуальное значение глюкозы крови, к которому будет стремиться помпа с помощью корректирующего болюса

Шаг подачи инсулина помпой – минимальная доза инсулина, которую может ввести помпа

Предметный указатель

Базальный инсулин

базальный профиль	14
временная базальная скорость	55, 57, 58, 85, 89, 82
коррекция	34, 48, 52, 53
настройка	27, 28
определение	13, 47
оценка	47
расчет	29

Болезнь 56, 57

Болюс на еду

время введения	76
гипогликемия	66
двойная волна (комбинированный болюс)	71
квадратная волна (растянутый болюс)	70
стандартный болюс	70
углеводный коэффициент	30, 32, 65
углеводы	68
фактор чувствительности к инсулину	31, 32, 62
физические нагрузки	86

Болюсный инсулин

время введения	76
двойной волны (комбинированный)	71
квадратной волны (растянутый)	63, 66
коррекция	30, 63
на еду	31, 60, 61
на коррекцию	60, 61
обзор	14, 15
оценка	62, 65
расчет	30–34
стандартный болюс	70
суперболюс	72, 73

Болюсный калькулятор (помощник болюса)	9, 66, 73
Гипергликемия	22, 68, 80, 82, 87, 103
Гипогликемия	20, 47, 58, 68, 80–82, 87, 88
Глюкагон	6, 102, 107
Глюкоза крови	
коррекция	31
при физических нагрузках	80–82
целевой уровень	30–33, 74
Двойная волна (комбинированный болюс)	71
Диабетический кетоацидоз	8, 21, 22, 23, 26, 40, 42, 90
Жир	68
Инсулин на борту	74
Инсулин	
активный	74
базальный	14–16
болюсный	15
расчет дозы	27
чувствительность	31
Инсулиновые помпы	
виды	10
выбор	10
выбор кандидатов	25
инфузионные наборы	35
история	6
недостатки	22–24
неисправность	22
отсоединение	41, 84, 86–88, 91, 97, 98

преимущества	21,22
работа	11
расчет дозы	28–34
спорт	78
устройство	11

Инфузионные наборы

боль	43
виды	35
длительность использования	35, 43
замена	40, 41
канюля	11, 35, 40, 41, 90
компоненты	11
металлическая (жесткая) канюля	35, 42
отсоединение	37
пузыри воздуха	37, 96
тефлоновая (мягкая) канюля	23, 35, 41
установка	41
физические нагрузки	35
фиксированная заправка	41, 42, 96

Искусственная поджелудочная железа 106

Катетер или канюля	11
длительность использования	35, 43
жесткая	35
загиб	35, 90
закупорка	24, 90
инфицирование	23, 90
мягкая	35
фиксированная заправка	41, 42, 96

Квадратный болюс 70

Кетоны

гипергликемия	94
жидкость	93

кетацидоз	90
лечение	93, 94
определение	101
путешествия	
Клетчатка	68
Непрерывное мониторирование гликемии	10, 11, 106
Отключение помпы	41, 84, 86–88, 91, 97, 98
Питание	
белки	68
болюсы	69
жиры	68
скорость поступления углеводов в кровь	68
углеводы	68
Поджелудочная железа	6, 12, 15, 17, 69
Путешествия	
аэропорт	103
воздушные пузыри	96, 103
рентгеновское излучение	103
часовые пояса	104
Растянутый болюс	70
Резервуар	10
Сенсор глюкозы	10, 11, 106
Спорт	79
Углеводный коэффициент	30, 32, 65
Углеводы	68

Фактор чувствительности к инсулину	31, 32, 62
Феномен «утренней зари»	16, 26, 28
Физические нагрузки	
гипергликемия	82, 87
гипогликемия	80, 88
инфузионные наборы	35
коррекция дозы	83, 86
отключение помпы	83, 88
пищевой болюс	86
снижение базальной дозы	84, 86–88
углеводы	86
уровень глюкозы	87, 88
Целевой уровень гликированного гемоглобина	32
Целевой уровень глюкозы	32
Шприц-ручки	8, 11, 16, 17, 19, 21, 69, 83, 94, 98, 102

Список литературы

1. Phillip M., Battelino T., Rodriguez H., Danne T., Kaufman F. Use of Insulin Pump Therapy in the Pediatric Age-Group: Consensus statement from the European Society for Paediatric Endocrinology, the Lawson Wilkins Pediatric Endocrine Society, and the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes, endorsed by the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes Care*. 2007; 30(6):1653-1662.
2. Емельянов А.О., Кураева Т.Л., Лаптев Д.Н., Петеркова В.А. Проспективное наблюдение эффективности и безопасности помповой инсулинотерапии у детей и подростков. *Сахарный диабет*. 2010. № 3. С. 143–146.
3. Дедов И.И., Петеркова В.А., Кураева Т.Л., Емельянов А.О., Андрианова Е.А., Лаптев Д.Н. Помповая инсулинотерапия сахарного диабета у детей и подростков. Российский консенсус детских эндокринологов. *Проблемы эндокринологии*. 2012. Т. 2. № 2. С. 5.
4. Malnson, Donald. Dean Kamen aims to clean water, generate electricity with Slingshot machine. *Engadget*, April 23, 2008. Accessed October 20, 2009.
5. Pickup, Insulin Pump Therapy and CGM, 2009, Oxford Diabetes Library & Medtronic Data On File, 2009.
6. Филиппов Ю.И., Ибрагимова Л.И., Пекарева Е.В. Расчет доз инсулина с помощью инсулиновой помпы: оптимизация настроек «калькуляторов болюсов». *Сахарный диабет*. 2012; (3):74–80.
7. Hoogma R.P., Schumicki D. Safety of insulin glulisine when given by continuous subcutaneous infusion using an external pump in patients with type 1 diabetes. // *Horm Metab Res*. – 2006. – v.38(6) . – P.429–433.

8. van Bon A.C., Bode B.W., Sert-Langeron C., DeVries J.H., Charpentier G. Insulin glulisine compared to insulin aspart and to insulin lispro administered by continuous subcutaneous insulin infusion in patients with type 1 diabetes: a randomized controlled trial. *Diabetes Technol Ther.* 2011 Jun;13(6):607-14.).
9. Pańkowska E, Błazik M, Dziechciarz P, Szypowska A, Szajewska H. Continuous subcutaneous insulin infusion vs. multiple daily injections in children with type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis of randomized control trials. *Pediatr Diabetes.* 2009 Feb;10(1):52-8.
10. Scrimgeour L, Cobry E, McFann K, Burdick P, Weimer C, Slover R, Chase HP. Improved glycemic control after long-term insulin pump use in pediatric patients with type 1 diabetes. *Diabetes Technol Ther.* 2007 Oct;9(5):421-8.
11. Levy-Shraga Y, Lerner-Geva L, Modan-Moses D, Graph-Barel C, Mazor-Aronovitch K, Boyko V, Pinhas-Hamiel O. Benefits of Continuous Subcutaneous Insulin Infusion (CSII) Therapy in Preschool Children. *Exp Clin Endocrinol Diabetes.* 2013 Jan 17.).
12. Scrimgeour L, Cobry E, McFann K, Burdick P, Weimer C, Slover R, Chase HP. Improved glycemic control after long-term insulin pump use in pediatric patients with type 1 diabetes. *Diabetes Technol Ther.* 2007 Oct;9(5):421-8.
13. Levy-Shraga Y, Lerner-Geva L, Modan-Moses D, Graph-Barel C, Mazor-Aronovitch K, Boyko V, Pinhas-Hamiel O. Benefits of Continuous Subcutaneous Insulin Infusion (CSII) Therapy in Preschool Children. *Exp Clin Endocrinol Diabetes.* 2013 Jan 17.
14. Лаптев Д.Н. Ночная гипогликемия у детей и подростков. Частота, осложнения и профилактика. // «Эффективная фармакотерапия. Эндокринология». 2012. № 1. С. 30–33.

15. Лаптев Д.Н., Шмушкович И.А. Аритмогенный эффект гипогликемии. // Сахарный диабет. 2012;(1):25–30.
16. Scrimgeour L, Cobry E, McFann K, Burdick P, Weimer C, Slover R, Chase HP Diabetes Technol Ther. Improved glycemic control after long-term insulin pump use in pediatric patients with type 1 diabetes. 2007 Oct;9(5):421-8.
17. Rudolph DS, et al. Assessment of therapy with continuous subcutaneous insulin infusion in an academic diabetes clinic. Endocr Pract. 2002;8(6):401-405. Boland EA, et al. Continuous subcutaneous insulin infusion. A new way to lower risk of severe hypoglycemia, improve metabolic control, and enhance coping in adolescents with type 1 diabetes. Diabetes Care. 1999;22(11):1779-1784.
18. Bode BW, et al. Reduction in severe hypoglycemia with long-term continuous subcutaneous insulin infusion in type I diabetes. Diabetes Care. 1996;19(4):324-327.).
19. Lauritzen T, Pramming S, Deckert T, Binder C. Pharmacokinetics of continuous subcutaneous insulin infusion. Diabetologia. 1983 May;24(5):326-9.
20. Oipari-Arrigan L, Fredericks EM, Burkhart N, Dale L, Hodge M, Foster C. Continuous subcutaneous insulin infusion benefits quality of life in preschool-age children with type 1 diabetes mellitus. Pediatr Diabetes. 2007 Dec;8(6):377-83.).
21. Scrimgeour L, Cobry E, McFann K, Burdick P, Weimer C, Slover R, Chase HP. Improved glycemic control after long-term insulin pump use in pediatric patients with type 1 diabetes. Diabetes Technol Ther. 2007 Oct;9(5):421-8.).
22. Szypowska A, Lipka M, Błazik M, Groele L, Pańkowska E. Insulin requirement in preschoolers treated with insulin pumps at the onset of type 1 diabetes mellitus. Acta Paediatr. 2009 Mar;98(3):527-30.

23. Lenhard MJ: Patient selection criteria for continuous subcutaneous insulin infusion (CSII). Infusystems USA 2006; 3(1):1–4.
24. Hofer SE, Heidtmann B, Raile K, Fröhlich-Reiterer E, Lilienthal E, Berghaeuser MA, Holl RW; DPV-Science-Initiative and the German working group for insulin pump treatment in pediatric patients. Discontinuation of insulin pump treatment in children, adolescents, and young adults. A multicenter analysis based on the DPV database in Germany and Austria. *Pediatr Diabetes*. 2010 Mar;11(2):116-21. doi: 10.1111/j.1399-5448.2009.00546.x.
25. Litton J, Rice A, Friedman N, Oden J, Lee MM, Freemark M: Insulin pump therapy in toddlers and preschool children with type 1 diabetes mellitus. *J Pediatr* 141: 490–495, 2002.
26. Ahern JA, Boland EA, Doane R, Ahern JJ, Rose P, Vincent M, Tamborlane WV: Insulin pump therapy in pediatrics: a therapeutic alternative to safely lower HbA1c levels across all age groups. *Pediatr Diabetes* 3:10–15, 2002.
27. Conrad SC, McGrath MT, Gitelman SE: Transition from multiple daily injections to continuous subcutaneous insulin infusion in type 1 diabetes mellitus. *J Pediatr* 140:235–240, 2002.
28. Bachran R, Beyer P, Klinkert C, Heidtmann B, Rosenbauer J, Holl RW; German/Austrian DPV Initiative; German Pediatric CSII Working Group; BMBF Competence Network Diabetes. Basal rates and circadian profiles in continuous subcutaneous insulin infusion (CSII) differ for preschool children, prepubertal children, adolescents and young adults. *Pediatr Diabetes*. 2012 Feb;13(1):1-5.
29. Szypowska A, Lipka M, Błazik M, Groele L, Pańkowska E. Insulin requirement in preschoolers treated with insulin pumps at the onset of type 1 diabetes mellitus. *Acta Paediatr*. 2009 Mar;98(3): 527-30.

30. Лаптев Д.Н., Филиппов Ю.И., Емельянов А.О., Кураева Т.Л. Оптимизация настроек инсулиновых помп у детей и подростков с сахарным диабетом 1 типа с учетом возрастных особенностей. Сахарный диабет. 2013;(3):109-115.
31. Kuroda A, Kaneto H, Yasuda T, Matsuhisa M, Miyashita K, Fujiki N, Fujisawa K, Yamamoto T, Takahara M, Sakamoto F, Matsuoka TA, Shimomura I. Basal insulin requirement is ~30% of the total daily insulin dose in type 1 diabetic patients who use the insulin pump. Diabetes Care May 2011 vol. 34 no. 5 1089-1090.
32. Bachran R, Beyer P, Klinkert C, Heidtmann B, Rosenbauer J, Holl RW; German/Austrian DPV Initiative; German Pediatric CSII Working Group; BMBF Competence Network Diabetes. Basal rates and circadian profiles in continuous subcutaneous insulin infusion (CSII) differ for preschool children, prepubertal children, adolescents and young adults. Pediatr Diabetes. 2012 Feb;13(1):1-5.
33. (Dunger DB, Matthews DR, Edge JA, Jones J, Preece MA. Evidence for temporal coupling of growth hormone, prolactin, LH and FSH pulsatility overnight during normal puberty. J Endocrinol 1991; 130: 141–149.
34. Conrad SC, McGrath MT, Gitelman SE. Transition from multiple daily injections to continuous subcutaneous insulin infusion in type 1 diabetes mellitus. J Pediatr. 2002 Feb;140(2):235-40.
35. Hildebrandt P. Skinfold thickness, local subcutaneous blood flow and insulin absorption in diabetic patients. Acta Physiol Scand Suppl. 1991;603:41-5.).
36. Zisser H. Quantifying the impact of a short-interval interruption of insulin-pump infusion sets on glycemic excursions. Diabetes Care. 2008 Feb;31(2):238-9.
37. Nowakowska M, Jarosz-Chobot P, Polańska J, Machnica L. Bacterial strains colonizing subcutaneous catheters of personal insulin pumps. Pol J Microbiol. 2007;56(4):239–243.

38. Scheiner G, Boyer BA: Characteristics of basal insulin requirements by age and gender in Type-1 diabetes patients using insulin pump therapy. *Diabetes Res Clin Pract* 2005; 69:14–21.
39. (Adamsson U, Lins PE. Clinical views on insulin resistance in type-1 diabetes. In: Agardh CD, Berne C, Östman J, editors. *Diabetes*. Stockholm: Almqvist & Wiksell; 1992. pp. 142–150.
40. (Rosenbloom A.L., Giordano B.P. Chronic overtreatment with insulin in children and adolescents. *Am J Dis Child*. 1977 Aug;131(8):881-5.
41. Swan KL, Weinzimer SA, Dziura JD, Steil GM, Voskanyan GR, Steffen AT, Martin ML, Tamborlane WV.: Effect of puberty on the pharmacodynamic and pharmacokinetic properties of insulin pump therapy in youth with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2008; 31: 44– 46.
42. Lutz Heinemann, Leszek Nosek, Christoph Kapitza, Matthias-Axel Schweitzer, Lars Krinkel. Changes in Basal Insulin Infusion Rates With Subcutaneous Insulin Infusion: Time until a change in metabolic effect is induced in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care*. 2009 August; 32(8): 1437–1439.).
43. (Wilkinson J, Chase HP, McFann K: Factors affecting improved glycemic control in youth using insulin pumps [abstract 1788-P]. *Diabetes* 2009;58(Suppl 1):A459.).
44. Danne T, Battelino T, Jarosz-Chobot P, Kordonouri O, Pankowska E, Ludvigsson J, Schober E, Kaprio E, Saukkonen T, Nicolino M, Tubiana-Rufi N, Klinkert C, Haberland H, Vazeou A, Madacsy L, Zangen D, Cherubini V, Rabbone I, Toni S, de Beaufort C, Bakker-van Waarde W, van den Berg N, Volkov I, Barrio R, Hanas R, Zumsteg U, Kuhlmann B, Aebi C, Schumacher U, Gschwend S, Hindmarsh P, Torres M, Shehadeh N, Phillip M; PedPump Study Group. Establishing glycaemic control with continuous subcutaneous insulin infusion in children and adolescents with type 1 diabetes: experience of the PedPump Study in 17 countries. *Diabetologia*. 2008 Sep;51(9):1594-601. Epub 2008 Jul 1.

45. Zisser H, Robinson L, Bevier W, Dassau E, Ellingsen C, Doyle FJ, Jovanovic L: Bolus calculator: a review of four “smart” insulin pumps. *Diabetes Technol Ther* 2008;10:441–444.
46. Cobry E, Messer L, VanderWel B, Chase HP: Timing of meal insulin boluses to achieve optimal postprandial glycemic control. *Diabetes Technol Ther* 2010;12:173–177.
47. The Diabetes Research in Children Network (DirecNet) Study Group: Impact of exercise on overnight glycemic control in children with type 1 diabetes mellitus. *J Pediatr* 2005;147:528–534.
48. MCMAHON SK, FERREIRA LD, RATNAM N, DAVEY RJ, YOUNGS LM, DAVIS EA, et al. Glucose requirements to maintain euglycemia after moderate-intensity afternoon exercise in adolescents with type 1 diabetes are increased in a biphasic manner. *J Clin Endocrinol Metab* 2007; 92:963–8.
49. The Diabetes Research in Children Network (DirecNet) Study Group: Impact of exercise on overnight glycemic control in children with type 1 diabetes mellitus. *J Pediatr* 2005;147:528–534.
50. Taplin CE, Cobry E, Messer L, VanderWel B, McFann K, Chase HP, Fiallo-Scharer R: Prevention of post-exercise nocturnal hypoglycemia [abstract 2119-PO]. *Diabetes* 2009; 58(Suppl 1):A546.
51. The Diabetes Research in Children Network (DirecNet) Study Group: Prevention of hypoglycemia during exercise in children with type 1 diabetes by suspending basal insulin. *Diabetes Care* 2006;29:2200–2204.
52. Reichel A, Rietzsch H, Köhler HJ, Pfützner A, Gudat U, Schulze J. Cessation of insulin infusion at night-time during CSII-therapy: comparison of regular human insulin and insulin lispro. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 1998;106(3):168-72.

53. Guerci B, Meyer I, Salle A, et al. Comparison of metabolic deterioration between insulin analogs and regular insulin after a 5-hour interruption of CSII in type 1 patients. *J Clin Endocrinol Metab.* 1999;84:2673-2678., Attia N, Jones TW, Holcombe J, Tamborlane WV. Comparison of regular human insulin and insulin lispro after interruption of continuous subcutaneous insulin infusion and treatment of acutely decompensated IDDM. *Diabetes Care.* 1998;21:817-821.
54. GUERCI B, BENICHO M, FLORIOT M, BOHME P, FOUGNOT S, FRANCK P, et al. Accuracy of an electrochemical sensor for measuring capillary blood ketones by fingerstick samples during metabolic deterioration after continuous subcutaneous insulin infusion interruption in type 1 diabetic patients. *DiabetesCare.* 2003; 26: 1137–41.
55. UMPIERREZ GE, WATTS NB, PHILLIPS LS. Clinical utility of beta-hydroxybutyrate determined by reflectance meter in the management of diabetic ketoacidosis. *Diabetes Care.* 1995; 18: 137–8.).
56. Alemzadeh R, Parton EA, Holzum MK. Feasibility of continuous subcutaneous insulin infusion and daily supplemental insulin glargine injection in children with type 1 diabetes. *Diabetes Technol Ther.* 2009 Aug;11(8):481-6.
57. P. Lopez, B.R. King, G. Chockalingham, P. Goss. Changes in temperature and pressure but not vibration cause bubble formation in insulin pump cartridges and tubing. *Diabetes Technology & Therapeutics.* V.15, Suppl.1, A-12. DOI: 10.1089/dia.2012.1221.
58. Reichel A, Rietzsch H, Köhler HJ, Pfützner A, Gudat U, Schulze J.: Cessation of insulin infusion at night-time during CSII-therapy: comparison of regular human insulin and insulin lispro. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 1998; 106: 168–172.
59. Zisser H. Quantifying the impact of a short-interval interruption of insulin-pump infusion sets on glycemic excursions. *Diabetes Care* 2008; 31: 238– 239.

60. Buckingham B, Cobry E, Clinton P, Gage V, Caswell K, Kunselman E, Cameron F, Chase HP: Preventing hypoglycemia using predictive alarm algorithms and insulin pump suspension. *Diabetes Technol Ther* 2009; 11: 93–97.
61. Лаптев Д.Н. Помповая инсулиноterapia с функцией автоматического прекращения подачи инсулина в ответ на гипогликемию. // *Проблемы эндокринологии*. 2012. №3(58). С.70–74.

