РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНТРОЛЮ САХАРНОГО ДИАБЕТА ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Методическое руководство

Разработано МЗ РФ, РАЭ, ФГБУ «НМИЦЭ»

2022

Автор: Лаптев Дмитрий Никитич, д.м.н., профессор РАН, заведующий детским отделением сахарного диабета, профессор кафедры детской эндокринологии-диабетологии ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России.

Аэробная физическая нагрузка – активность, при которой крупные мышцы тела ритмично сокращаются в течение длительного периода времени. Примеры: ходьба, бег, плавание и езда на велосипеде.

Анаэробная физическая нагрузка – непродолжительная (интервальная) физическая активность высокой интенсивности. Примеры: спринт, йога, силовые упражнения.

ФИЗИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ. ХАРАКТЕРИСТИКА И РЕКОМЕНДАЦИИ

Виды физической активности в зависимости от интенсивности

Вид физической активности	Примеры
Легкая физическая активность	Медленная ходьба, купание или другие случайные действия, которые не приводят к существенному увеличению частоты сердечных сокращений или дыхания.
Умеренная (средняя) физическая активность	Очень быстрая ходьба (5- 6 км в час) Уборка по дому (мытье окон/полов, уборка пылесосом) Езда на велосипеде с небольшой скоростью (15-20 км в час) Бадминтон Теннис
Высокая физическая активность	Пеший туризм Бег со скоростью 8-10 км в час Гребля Переноска тяжелых грузов Быстрая езда на велосипеде (20-25 км в час) Игра в баскетбол Футбол

В течение суток детям грудного возраста (младше одного года) рекомендуется:

- Заниматься разнообразными видами физической активности несколько раз в день, в частности играя на полу во взаимодействии со взрослым; чем больше, тем лучше. Если ребенок еще не может самостоятельно передвигаться, ему рекомендуется проводить не менее 30 минут в день в положении лежа на животе (в различное время суток в периоды бодрствования);
- Не оставаться в условиях ограниченной подвижности более одного часа подряд (например, в люльках /колясках, детских креслах или переносках и эрго рюкзаках).
- Проводить время перед экраном не рекомендуется.

- В периоды ограниченной подвижности ребенку рекомендуется обеспечить общение со взрослым, например, в виде чтения сказок и историй; и
- Иметь 14-17 часов (в возрасте от 0 до 3 месяцев) или 12-16 часов (в возрасте от 4 до 11 месяцев) качественного здорового сна, включая дневной сон.

В течение суток детям в возрасте 1-2 лет рекомендуется:

- В общей сложности не менее 180 минут в день заниматься разнообразными видами физической активности любой интенсивности, включая физическую активность умеренной и высокой интенсивности; чем больше, тем лучше;
- Не оставаться в условиях ограниченной подвижности более одного часа подряд (например, в люльках /колясках, детских креслах или переносках и эрго рюкзаках) и не оставаться в положении сидя в течение продолжительного периода времени.
- Детям в возрасте 1 года проводить время сидя перед экраном (например, смотреть мультфильмы по телевизору или на переносных устройствах, играть в видеоигры) не рекомендуется.
- Детям в возрасте 2 лет рекомендуется не сидеть перед экраном более 1 часа в день; чем меньше, тем лучше.
- В периоды ограниченной подвижности ребенку рекомендуется обеспечить общение со взрослым, например, в виде чтения сказок и историй; и
- Иметь 11–14 часов качественного здорового сна, включая дневной сон, с соблюдением стабильного режима сна и бодрствования.

В течение суток детям в возрасте 3-4 лет рекомендуется:

- В общей сложности не менее 180 минут в день заниматься разнообразными видами физической активности любой интенсивности, из которых не менее 60 минут – умеренной и высокой интенсивности; чем больше, тем лучше;
- Не оставаться в условиях ограниченной подвижности более одного часа подряд (например, в люльках /колясках) и не оставаться в положении сидя в течение продолжительного периода времени.
- Рекомендуется не сидеть перед экраном более 1 часа в день; чем меньше, тем лучше.
- В периоды ограниченной подвижности ребенку рекомендуется обеспечить общение со взрослым, например, в виде чтения сказок и историй; и
- Иметь 10–13 часов качественного здорового сна, при необходимости включая дневной сон, с соблюдением стабильного режима сна и бодрствования.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

- Всем детям и подросткам с сахарным диабетом в возрасте от 5 до 17 лет рекомендуется регулярная физическая активность продолжительностью 60 минут или более ежедневно, которая должна включать: 1) аэробную активность от умеренной до интенсивной; 2) упражнения для укрепления мышечной и 3) костной ткани.

Сахарный диабет не должен сам по себе являться противопоказанием для занятий избранным видом спорта [3]. Подтверждением тому является множество известных спортсменов с сахарным диабетом, таких как Сэр Стивен Джеффри Редгрейв (прославленный британский гребец, пятикратный олимпийский чемпион и девятикратный чемпион мира), Гэри Холл (американский пловец, пятикратный олимпийский чемпион, трёхкратный чемпион мира), Бобби Кларк (Канадский хоккеист, двукратный обладатель Кубка Стэнли), Крис Фримен (американский профессиональный лыжник, четырехкратный участник олимпийских игр) и многие другие профессионалы.

Возможность участвовать в тренировках и соревнованиях должна рассматриваться в большей степени в контексте общего физического здоровья. В то время как состояние гликемического контроля сахарного диабета определяет риски и допустимость физических нагрузок непосредственно перед ними.

Ограничения для физических нагрузок при сахарном диабете

- Осложнения сахарного диабета (нефропатия, ретинопатия) – силовые упражнения и анаэробные нагрузки т.к. приводят к повышению АД
- Повышение уровня кетонов ≥1,5 ммоль/л в крови (++ в моче)
- ГК >15 ммоль/л + кетоны >0,5-1,5 ммоль/л – до нормализации кетонов
- Тяжелая гипогликемии за последние 24 часа или повторяющихся эпизодов легкой гипогликемии во время предшествующей физической активности
- Предшествующие эпизоды гипогликемии - нагрузки, ассоциированные с высоким риском травм (горные лыжи, скалолазание, подводное плавание и т.п.)
- Нестабильный гликемический контроль – интенсивные нагрузки
- Травмы и инфекции

Влияние на гликемию различный факторов при физической нагрузке

Время суток	При физических упражнениях в утроение часы меньше риск острой гипогликемии и отсроченной гипогликемии
Физическая подготовка	Снижение глюкозы крови обычно более выраженно у физически более подготовленных (за счет большей физической активности)
Соревнования	В отличие от тренировок во время соревнований гликемия имеет тенденцию к росту из-за стресса – может потребоваться увеличение доз инсулина
Предшествующая (24-48 ч) гипогликемия[11,12]	Снижает чувствительность организма к последующим эпизодам гипогликемии и может повышать риск последующей гипогликемии
Холод, избыток веса[14]	Снижает выброс контррегуляторных гормонов – риск гипогликемии
Предшествующая нагрузка	Снижает выброс контррегуляторных гормонов – риск гипогликемии
Место введения инсулина	Абсорбция инсулина выше в местах активно сокращающихся мышц

ПРОВЕДЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Основными принципами контроля сахарного диабета при физических нагрузках являются регулярный контроль уровня глюкозы, коррекция инсулинотерапии и питания.

Общие принципы контроля сахарного диабета при физических нагрузках

- Постоянный доступ к легкоусвояемым углеводам (с высоким гликемическим индексом) для предупреждения и лечения гипогликемии
- Прием адекватного количества жидкости
- Регулярный контроль (каждые 20-30 минут) глюкозы с помощью глюкометра или НМГ
- Оценка тенденций изменения глюкозы и сигналов тревоги по НМГ

- Коррекция инсулина и прием дополнительных углеводов проводится в зависимости от вида, продолжительности, времени физической нагрузки и уровня глюкозы
- Прием углеводов для профилактики гипогликемии не должен увеличивать общее потребление энергии сверх затрат и снижать качество питания

Перед физической нагрузкой

Риск возникновения гипогликемии во время физических нагрузок в значительной степени определяется количеством активного инсулина после предшествующего болюсного введения. Наибольший риск гипогликемии возникает на пике действия инсулина, то есть через 60-90 минут после его введения. Наиболее целесообразным с точки зрения минимизации активного инсулина было бы проведение физических нагрузок через 3-4 часа после приема пищи, что также позволяет наполнить депо гликогеном. Однако в реальной жизни создание таких условий у детей маловероятно, поэтому оптимальным интервалом между приемом пищи и физической нагрузкой является 90 минут. При этом для успешного предупреждения гипогликемии потребуется снижение дозы болюсного инсулина на 25-75% [17,18]. Если прием пищи был более чем за два часа до физической нагрузки коррекция болюсной дозы не требуется. Для предупреждения желудочно-кишечных расстройств перед физической нагрузкой целесообразен прием пищи богатой углеводами и с небольшим количеством жиров [18].

Если коррекция болюсного инсулина не проводилась, использование инсулиновой помпы позволяет предупредить гипогликемию во время физической активности путем коррекции базальной скорости на 25-50% [19]. Однако для достижения необходимого эффекта необходимо изменение скорости подачи инсулина за 90 минут до физических нагрузок [19].

В случае гипергликемии перед физической активностью может потребоваться введение корректирующей дозы инсулина, обычно не более 50% от обычной корректирующей дозы. Также при гипергликемии необходимо принять во внимание уровень кетонов и при его повышении отложить или отказаться от физических нагрузок.

Коррекция инсулина перед физической нагрузкой

	Скорректировать болюсный или базальный инсулин в зависимости от времени приема пищи перед нагрузкой	
Вид нагрузки	**Болюсный инсулин**	**Базальная скорость (при использовании помпы)**

	Прием пищи в течение 2 часов до нагрузки	Прием пищи более чем за 2 часа до нагрузки
		Уменьшить скорость (установить ВБС или) за 90 минут до нагрузки
Аэробная	-50%	-50%
Смешанная	-50%	-25%
Анаэробная	-25%	0%
В зависимости от получаемых показателей глюкозы может потребоваться корректировка в большую (при гипергликемии) или меньшую (при гипогликемии) сторону.		

Во время физической нагрузки

Основным инструментом предупреждения гипогликемии во время физических нагрузок является прием дополнительных углеводов [4]. Необходимое количество углеводов будет в основном зависеть от количества активного инсулина (с учетом проведенной коррекции), текущего уровня глюкозы и веса ребенка. Для предупреждения гипогликемии при физических нагрузках более чем через 2 часа после приема пищи будет достаточно приема 0,2-0,5 гр/кг углеводов, в то время как на пике действия болюсного инсулина потребуется в два раза больше углеводов [15,20]. Углеводы необходимо принимать перед и через каждые 30 минут во время физической нагрузки, параллельно с измерением глюкозы.

Допустимый для физических нагрузок уровень глюкозы находится в пределах 5,0-15,0 ммоль/л. В случае гликемии более 15,0 ммоль/л необходимо измерение кетонов и принятия решений о физической активности на основании их уровня. При гликемии менее 5,0 ммоль/л перед началом или продолжением физической нагрузки необходимо принять углеводы и временно приостановить физическую активность. В то же время при возникновении клинически значимой гипогликемии менее 3,0 ммоль/л помимо купирования гипогликемии необходимо полностью отказаться от физической нагрузки.

Целевой диапазон глюкозы перед и на время физической нагрузки составляет 7,0 – 10,0 ммоль/л. В зависимости от риска и степени снижения чувствительности к гипогликемии, целевой уровень глюкозы при физической нагрузке необходимо увеличить до 8,0–11,0 ммоль/л или 9,0–12,0 ммоль/л при среднем и высоком риске соответственно [5].

Потребность в углеводах до и во время физической нагрузки по показателям глюкозы

Уровень глюкозы	**Действия**	
	Ожидается снижение глюкозы	Ожидается стабильный уровень или повышение глюкозы
> 15,0 ммоль/л и кетоны > 0,5 ммоль/л	• Кетоны >1,5 ммоль/л: следовать обычным рекомендациям по кетонам, полностью воздержаться от нагрузки • Кетоны 1,1-1,4 ммоль/л: ввести ½ корректирующей дозы шприц-ручкой и через 60 минут повторно измерить, не начинать/продолжать нагрузку до снижения кетонов • Кетоны 0,6–1,0 ммоль/л: введите ½ корректирующей дозы шприц-ручкой и подождать 15 минут, перед началом/продолжением нагрузки	
> 15,0 ммоль/л и кетоны < 0,6 ммоль/л	Ввести ½ корректирующей дозы	
10,1 – 15,0 ммоль/л	Углеводы не требуются	
Целевой уровень 7,0 - 10,0 ммоль/л	0,2 – 0,5 г/кг	0 г
5,0 – 6,9 ммоль/л	0,5 г/кг	0,2 г/кг
4,0 – 4,9 ммоль/л	Отложить или прекратить нагрузки на 20 минут 0,3 г/кг	
3,0 – 3,9 ммоль/л	Купировать гипогликемию Не начинать/возобновлять нагрузку до повышения глюкозы более 5,0 ммоль/л	
Менее 3,0 ммоль/л	• Купировать гипогликемию • Отказаться от начала/продолжения нагрузки	

*Ожидаемое изменение глюкозы во время нагрузки в зависимости от типа тренировки, активного инсулина и проведенной коррекции инсулина, и предыдущего контроля гликемии; **Потребность в углеводах на 30 минут нагрузки (г/кг/30 мин)

После физической нагрузки

Для восстановления мышц и запасов гликогена в течение двух часов после физической нагрузки необходим сбалансированный прием пищи из расчета 14 г углеводов на кг веса и 15-20 г белка [17]. Для предупреждения отсроченной

гипогликемии в большинстве случаев после физической нагрузки потребуется снижение болюсного инсулина на еду на 25-50%. После смешанной и анаэробной нагрузки уровень глюкозы выше по сравнению с аэробной, что требует меньшей коррекции дозы инсулина. В случае повышенного уровня глюкозы после физической нагрузки необходимо рассмотреть возможность введения 50% обычного корректирующего болюса.

Отсроченная гипогликемия может возникнуть в течение 7-11 часов после физической активности, что создает риск возникновения ночной гипогликемии при физической нагрузке во второй половине дня и вечером [21]. Для профилактики ночной гипогликемии в этом случае необходимо снижение дозы базального инсулина или базальной скорости на 20% [22]. В случае использования инсулиновой помпы базальная скорость корректируется на 6 часов. В случае, если провести коррекцию базального инсулина не представляется возможным, например, при введении базального инсулина в утреннее время, необходимо принять перед сном углеводы в количестве 0,4 г/кг массы тела и дополнительно 15 г белка, при уровне глюкозы менее 7,0 ммоль/л [18,23]. При уровне глюкозы более 10 ммоль/л перед сном прием дополнительных углеводов не целесообразен [23].

Коррекция инсулинотерапии и питание после физических нагрузок

<table>
<tr><td rowspan="2">Вид нагрузки</td><td>Сразу после нагрузки</td><td colspan="2">Перед сном при физических нагрузках во второй половине дня (после 16.00) скорректировать инсулин и/или питание</td></tr>
<tr><td>Болюсный инсулин</td><td>Базальный инсулин</td><td>Дополнительные углеводы</td></tr>
<tr><td>Аэробная</td><td>-50%</td><td>-20%</td><td rowspan="3">0,4 г/кг
• При гликемии менее 10 ммоль/л инсулин не требуется
• При гликемии менее 7 ммоль/л дополнительно добавить 15 г белка</td></tr>
<tr><td>Смешанная</td><td>-25%</td><td>-20%</td></tr>
<tr><td>Анаэробная</td><td>-25%</td><td>-20%</td></tr>
<tr><td colspan="4">В зависимости от показателей глюкозы может потребоваться корректировка в большую (при гипергликемии) или меньшую (при гипогликемии) сторону.</td></tr>
</table>

Использование НМГ при физических нагрузках

НМГ позволяет не только измерять уровень глюкозы, но и оценивать скорость и направление её изменения – тенденцию (или тренд). Значение стрелок тенденций может отличаться в зависимости от системы НМГ.

Значение стрелок тенденций различных систем НМГ

Система	Abbott Freestyle Libre	Dexcom*	Medtronic
↑↑↑	-	-	> 0,2 ммоль/л в мин
↑↑	-	> 0,2 ммоль/л в мин	> 0,1 ммоль/л в мин
↑	> 0,1 ммоль/л в мин	0,1 – 0,2 ммоль/л в мин	0,05 – 0,1 ммоль/л в мин
↗	0,05 – 0.1 ммоль/л в мин	0,05 – 0,1 ммоль/л в мин	-
→	< 0,05 ммоль/л в мин	< 0,05 ммоль/л в мин	-
↘	0,05 – 0.1 ммоль/л в мин	0,05 – 0,1 ммоль/л в мин	-
↓	> 0,1 ммоль/л в мин	0,1 – 0,2 ммоль/л в мин	0,05 – 0,1 ммоль/л в мин
↓↓	-	> 0,2 ммоль/л в мин	> 0,1 ммоль/л в мин
↓↓↓	-	-	> 0,2 ммоль/л в мин

*Система не зарегистрирована на территории РФ

При использовании НМГ оценка глюкозы может производиться чаще – перед и каждые 20 минут во время физических нагрузок для принятия решений о приеме необходимого количества углеводов [5]. До физических нагрузок рекомендуется включить сигналы тревоги при их наличии и установить целевой диапазон на более высоком уровне, чем обычно, в зависимости от риска гипогликемии и уровня тренированности, например, 5,6 ммоль/л. При пограничных показателях глюкозы по НМГ необходимо перепроверить показатели по капиллярной крови.

Потребность в углеводах до и во время физической нагрузки по показателям глюкозы НМГ

Уровень глюкозы	**Стрелка**	**Действия**	
		Ожидается снижение глюкозы*	Ожидается стабильный уровень или повышение глюкозы

<table>
<tr><td>> 15,0 ммоль/л и кетоны > 0,5 ммоль/л</td><td>любая</td><td colspan="2">• Кетоны >1,5 ммоль/л: следовать обычным рекомендациям по кетонам, полностью воздержаться от нагрузки
• Кетоны 1,1-1,4 ммоль/л: ввести ½ корректирующей дозы шприц-ручкой и через 60 минут повторно измерить, не начинать/продолжать нагрузку до снижения кетонов
• Кетоны 0,6–1,0 ммоль/л: введите ½ корректирующей дозы шприц-ручкой и подождать 15 минут, перед началом/предложением нагрузки</td></tr>
<tr><td></td><td>↑↗→</td><td colspan="2">Ввести ½ корректирующей дозы</td></tr>
<tr><td>> 15,0 ммоль/л и кетоны < 0,6 ммоль/л</td><td>↘↓</td><td colspan="2">Углеводы не требуются</td></tr>
<tr><td rowspan="3">10,1 – 15,0 ммоль/л</td><td>↑↗→</td><td colspan="2">Углеводы не требуются</td></tr>
<tr><td>↘</td><td>0,1 г/кг**</td><td rowspan="4">Углеводы не требуются</td></tr>
<tr><td>↓</td><td>0,2 г/кг</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Целевой уровень
7,0 - 10,0 ммоль/л</td><td>↑</td><td>Углеводы не требуются</td></tr>
<tr><td>↗</td><td>0,1 г/кг</td></tr>
<tr><td>→</td><td>0,2 г/кг</td></tr>
<tr><td>↘</td><td>0,3 г/кг</td><td>0,1 г/кг</td></tr>
<tr><td>↓</td><td>0,4 г/кг</td><td>0,2 г/кг</td></tr>
<tr><td rowspan="5">5,0 – 6,9 ммоль/л</td><td>↑</td><td>0,1 г/кг</td><td>Углеводы не требуются</td></tr>
<tr><td>↗</td><td>0,2 г/кг</td><td>0,1 г/кг</td></tr>
<tr><td>→</td><td>0,3 г/кг</td><td>0,2 г/кг</td></tr>
<tr><td>↘</td><td>0,4 г/кг</td><td>0,3 г/кг</td></tr>
<tr><td>↓</td><td>0,5 г/кг</td><td>0,4 г/кг</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4,0 – 4,9 ммоль/л</td><td>↑</td><td>0,2 г/кг</td><td>0,1 г/кг</td></tr>
<tr><td>↗</td><td>0,3 г/кг</td><td>0,2 г/кг</td></tr>
<tr><td rowspan="3">4,0 – 4,9 ммоль/л</td><td>→</td><td rowspan="3">Отложить или прекратить нагрузки на 20 мин</td><td>0,3 г/кг</td></tr>
<tr><td>↘</td><td>0,4 г/кг</td></tr>
<tr><td>↓</td><td>0,5 г/кг</td></tr>
</table>

3,0 – 3,9 ммоль/л	любая	• Купировать гипогликемию • Не начинать/возобновлять нагрузку до повышения глюкозы более 5,0 ммоль/л
Менее 3,0 ммоль/л	любая	• Купировать гипогликемию • Отказаться от начала/продолжения нагрузки

*Ожидаемое изменение глюкозы во время нагрузки в зависимости от типа тренировки, активного инсулина и проведенной коррекции инсулина, и предыдущего контроля гликемии; **Потребность в углеводах на 20 минут нагрузки (г/кг/20 мин)

Как и при использовании самоконтроля глюкозы в капиллярной крови, так и при использовании НМГ допустимый для физических нагрузок уровень глюкозы находится в пределах 5,0-15,0 ммоль/л. В случае гликемии более 15,0 ммоль/л необходимо измерение кетонов и принятия решений о физической активности на основании их уровня. При гликемии менее 5,0 ммоль/л перед началом или продолжением физической нагрузки необходимо принять углеводы и временно приостановить физическую активность. В то же время при возникновении клинически значимой гипогликемии менее 3,0 ммоль/л помимо купирования гипогликемии необходимо полностью отказаться от физической нагрузки.