

## ОГЛЯДИ

Український журнал дитячої ендокринології.— ISSN 2304-005X (Print), ISSN 2523-4277 (Online).— 2018.— № 2.— С. 16—22.

# Современные подходы к достижению оптимального метаболического контроля у детей с сахарным диабетом 1 типа



**А. В. Солнцева<sup>1</sup>, Н. В. Волкова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Белорусский государственный медицинский университет, Минск

<sup>2</sup> Вторая городская детская клиническая больница, Минск, Республика Беларусь

Одной из основных задач лечения сахарного диабета у детей является достижение компенсации углеводного обмена с целью предупреждения развития долговременных осложнений и повышения качества жизни. Применение аналогов инсулина, использование инсулиновых помп и систем непрерывного мониторинга гликемии значительно расширили возможности контроля диабета. В статье рассмотрены современные данные о целевых показателях метаболического контроля у детей с сахарным диабетом 1 типа и средства их достижения.

**Ключевые слова:** дети, сахарный диабет 1 типа, аналоги инсулина, непрерывный мониторинг гликемии, инсулиновая помпа.

Лечение сахарного диабета (СД) 1 типа у детей является значимой проблемой современной эндокринологии. К настоящему времени проведен ряд исследований, доказывающих важность гликемического контроля для профилактики развития долговременных осложнений заболевания [19, 22, 28, 33].

## Показатели углеводного обмена

Главным маркером качества контроля углеводного обмена при СД 1 типа является уровень гликозилированного гемоглобина (HbA1c). Установлено, что у взрослых пациентов с СД 1 типа повышение уровня HbA1c на 1 % ассоциировано с увеличением смертности от любых причин в 1,3 раза и от сердечно-сосудистых заболеваний — в 1,26 раза [22]. М. Nordwal и соавт. (2015) изучили взаимосвязь частоты микрососудистых осложнений и средней величины HbA1c, начиная с

момента манифестации СД 1 типа у пациентов со сроком заболевания более 20 лет. В группе лиц со средним показателем HbA1c ниже 7,6 % не зарегистрировано случаев пролиферативной ретинопатии и макроальбуминурии. У пациентов со средним значением HbA1c более 9,5 % пролиферативная ретинопатия выявлена в 51 % случаев, макроальбуминурия — в 23 % [28]. М. L. Katz и соавт. (2017) показали, что более высокие уровни HbA1c у детей с СД 1 типа связаны со снижением показателей липопротеинов высокой плотности и увеличением — липопротеинов низкой плотности [19].

Согласно консенсусу Международного общества по диабету у детей и подростков (International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes — ISPAD) 2014 года оптимальным показателем HbA1c у детей и подростков с СД 1 типа принято считать значения менее 7,5 %; субоптимальным — 7,5–9,0 % (субкомпенсация); величина более 9,0 %

Стаття надійшла до редакції 2 квітня 2018 р.

Волкова Наталія Василівна, лікар-педіатр, міське дитяче амбулаторне ендокринологічне відділення  
220020, Республіка Білорусь, м. Мінськ, вул. Нарочанська, 17. Тел. + (37529) 148-17-58  
E-mail: Volkova\_nv@tut.by

свидетельствуют о декомпенсации заболевания и ассоциирована с высоким риском развития хронических осложнений [32]. По рекомендациям Американской ассоциации диабета (ADA) 2018 года установлен целевой уровень HbA1c менее 7,5 % во всех возрастных группах. Указано, что оптимальные показатели метаболического контроля необходимо подбирать индивидуально. Отмечена целесообразность достижения более низкой величины HbA1c (менее 7,0 %), если при этом не увеличивается частота гипогликемических реакций [1].

Однако традиционный подход к оценке компенсации углеводного обмена по уровню HbA1c предполагает контроль средних значений гликемии, но не учитывает ее колебания. При одинаковых показателях HbA1c у пациентов с СД профили глюкозы крови могут сильно отличаться [34]. В ряде работ подтверждено значение краткосрочной и долговременной вариабельности гликемии как самостоятельных предикторов хронических осложнений СД [15, 20, 26, 35, 37]. В перекрестном исследовании J. Soupal и соавт. (2014) на протяжении 2 недель у пациентов с СД 1 типа выполняли контроль уровня глюкозы крови одновременно методами скрытого непрерывного мониторинга и с использованием глюкометра. Установлено, что у пациентов, имеющих микрососудистые осложнения, показатели вариабельности гликемии значительно выше, чем в группе без осложнений. Указанная закономерность выявлена при анализе гликемических профилей, полученных с помощью системы непрерывного мониторинга, но не глюкометра [35].

Результаты нескольких исследований показали влияние долгосрочной вариабельности гликемии, определенной по изменениям уровня HbA1c (так называемая «вариабельность HbA1c»), на риск развития микрососудистых осложнений [15, 20, 26]. По данным S. Virk и соавт. (2016), у детей с СД 1 типа увеличение показателя среднеквадратичного отклонения (SD) уровней HbA1c с момента манифестации заболевания на одну единицу ассоциировано с повышением риска развития ретинопатии на 32 %, альбуминурии — на 81 %, кардиальной автономной нейропатии — на 128 % [37].

В детском возрасте ряд факторов усложняет достижение компенсации углеводного обмена. Для детей первых лет жизни это высокая чувствительность к инсулину, непредсказуемый аппетит, частые перекусы в течение дня, трудности клинической диагностики гипогликемий, разная потребность в базальном инсулине в дневные и ночные часы, негативная реакция на инъекции инсулина и измерение уровня гликемии [32]. Пубертатный возраст сопровождается ростом инсулинорезистентности с появлением феномена «утренней зари». В этот период усиливается аппетит и потребность в калориях в связи с

ускоренным ростом ребенка. Многие психологические проблемы возникают по мере взросления подростка: повышается риск нарушений пищевого поведения с частым употреблением фастфуда, нерегулярными приемами пищи и обильными перекусами в поздние вечерние часы [32].

Распространенной проблемой контроля СД у детей являются гипогликемии. Периодические эпизоды гипогликемии в детском возрасте могут иметь кратковременное и долгосрочное негативное влияние на когнитивные функции, эмоциональное состояние. В наибольшей степени эти последствия выражены у детей младше 5 лет [30]. Боязнь низких уровней гликемии, особенно в ночное время, значительно снижает качество жизни ребенка, приводит к необоснованному уменьшению доз инсулина и ухудшению метаболического контроля заболевания [31]. Перенесенные гипогликемии, истощение адреналовой и гликогеновой контррегуляции и развивающаяся автономная нейропатия приводят к развитию синдрома нечувствительности гипогликемических состояний, который значительно утяжеляет течение СД [32].

В последние годы в ряде исследований отмечены изменения взаимосвязи уровня HbA1c с риском развития гипогликемий [17, 29]. Если в 1995 г. снижение показателя HbA1c у детей с СД 1 типа на 1 % было ассоциировано с увеличением риска тяжелых гипогликемий в 1,28 раза и гипогликемических ком — в 1,39 раза, то в 2012 г. относительные риски составили соответственно 1,05 и 1,01. При этом наиболее значимое уменьшение частоты гипогликемических реакций зарегистрировано у пациентов с уровнем HbA1c 6,0–6,9 % и 7–7,9 % [17]. В проспективном исследовании S.M. O'Connell и соавт. (2000–2009 гг.) не выявлено достоверных различий частоты тяжелых гипогликемий между группами детей с СД 1 типа, имеющих показатели HbA1c ниже 7 % и 8–9 %. Снижение риска гипогликемических состояний связывают с совершенствованием методов мониторинга гликемии, использованием современных препаратов инсулина и способов его введения [29].

### Аналоги инсулина

Достижению компенсации углеводного обмена при применении генно-инженерных препаратов препятствуют отличия их фармакокинетики от физиологического профиля секреции инсулина. Замедленная скорость всасывания инсулинов короткого действия обуславливает высокие уровни глюкозы крови после еды. Наличие пиков действия генно-инженерных препаратов средней продолжительности действия не позволяет обеспечить ровную базальную инсулинемию [14]. Кроме того, проблемой является индивидуальная вариабельность ежедневных профилей действия препаратов: различия в пиковых концентрациях инсу-

линов короткого действия достигают 15–25 %, а средней длительности действия – 25–35 % [12].

Внедрение в клиническую практику аналогов человеческих инсулинов явилось существенным достижением в возможности контроля СД. Аналоги инсулина ультракороткого действия имеют профиль действия, приближенный к секреции гормона в ответ на прием пищи в здоровом организме. В связи с быстрым началом действия эти препараты можно вводить непосредственно перед едой или сразу после еды, что актуально для детей с изменчивым аппетитом [25]. Аналоги инсулина пролонгированного действия имитируют относительно постоянную базальную инсулинемию у здоровых людей. Благодаря модификации молекулы инсулина они отличаются низкой вариабельностью действия, более стабильным и предсказуемым сахароснижающим эффектом по сравнению с генно-инженерными препаратами. Данные свойства приводят к снижению частоты всех видов гипогликемий [9].

### Непрерывное подкожное введение инсулина

В последнее время во всем мире у пациентов с СД все шире используют метод непрерывного подкожного введения инсулина, который наиболее точно имитирует нормальный ритм секреции гормона. Использование инсулиновой помпы позволяет подбирать более гибкий режим скорости подачи инсулина с учетом физической активности и приема пищи, улучшает качество жизни пациентов [13]. По результатам многоцентрового исследования В. Karges и соавт. (2017), в котором принимали участие более 19 тысяч детей с СД 1 типа, при применении непрерывного подкожного введения инсулина установлено снижение риска тяжелых гипогликемий на 32 %, кетоацидоза – на 14,5 %, уровня HbA1c – на 0,18 % (8,04 % против 8,22 %) [18].

### Контроль гликемии

Результаты ряда исследований доказывают значение качества самоконтроля в компенсации СД 1 типа у детей. Так, по данным разных авторов, одно дополнительное измерение концентрации глюкозы крови в сутки приводило к снижению уровня HbA1c от 0,2 % (R. Ziegler и соавт., 2011 [38]) до 0,4 % (M.J. Haller и соавт., 2004 [11]) и 0,7 % (J.M. Evans и соавт., 1999 [8]). По рекомендациям ISPAD (2014), для успешного контроля СД 1 типа у детей оптимально определять уровни гликемии не менее 4–6 раз в сутки, включая определение:

- перед сном, по показаниям в течение ночи для подбора дозы базального инсулина;
- перед основными приемами пищи, по показаниям дополнительно через 2 часа после еды для оценки адекватности дозы пищевого инсулина;

Таблица 1

Оптимальные уровни глюкозы крови, предложенные в рекомендациях ISPAD и ADA [1, 32]

Время	ISPAD, 2014 г.	ADA, 2018 г.
Перед едой	4–8 ммоль/л	5,0–7,2 ммоль/л
После еды	5–10 ммоль/л	–
Перед сном	6,7–10 ммоль/л	5,0–8,3 ммоль/л
Ночью	4,5–9 ммоль/л	5,0–8,3 ммоль/л

- перед, во время и после значительных физических нагрузок для профилактики гипогликемии;
- при клинических признаках гипогликемии и после коррекции низкого уровня глюкозы крови;
- при интеркуррентных заболеваниях [33].

Целевые показатели гликемии, рекомендованные в руководствах по контролю СД 1 типа у детей ISPAD (2014) и ADA (2018), представлены в табл. 1.

Необходимыми условиями контроля углеводного обмена у ребенка с СД 1 типа являются ведение дневника, регулярный самостоятельный анализ профилей гликемии и при посещении врача с соответствующей коррекцией инсулинотерапии [33].

### Непрерывное мониторирование гликемии

Применение непрерывного мониторирования гликемии (НМГ) в режиме реального времени дало новые возможности в контроле СД у детей. Интерпретация результатов мониторинга обеспечивает наглядное представление об эффектах инъекций инсулина, приемов пищи, физических нагрузках на концентрацию глюкозы в крови. Устройства НМГ предоставляют наиболее полную информацию для подбора схемы инсулинотерапии. Мониторирование глюкозы крови в режиме реального времени позволяет принимать немедленные решения для коррекции гликемии [33]. В одном из первых исследований, посвященных изучению влияния НМГ на компенсацию углеводного обмена у детей с СД 1 типа (J. Ludvigsson, 2003), установлено достоверное уменьшение уровня HbA1c с 7,7 до 7,3 % в группе пациентов, у которых НМГ проводилось в режиме реального времени по 3 суток в 2 недели. Не зарегистрировано изменения показателей HbA1c у пациентов при выполнении скрытого мониторирования гликемии и ретроспективной коррекции инсулинотерапии на основе полученных данных [23]. В работе Фонда исследований детского диабета (Juvenile Diabetes Research Foundation – JDRF, 2009 г.) установлено, что улучшения показателей HbA1c удастся достичь при использовании НМГ не менее 6 суток в неделю [4]. В работе Е. Tsalikian и соавт. (2012) не выявлено изменения уровня HbA1c на фоне применения НМГ в возрастной группе млад-

Таблица 2

**Сравнительная характеристика систем непрерывного мониторинга гликемии и устройства флеш-мониторинга гликемии [10, 21]**

Параметры сравнения	Системы непрерывного мониторинга гликемии	Устройство флеш-мониторинга гликемии
Условие отображения уровня гликемии	Обеспечивает постоянное отображение концентрации глюкозы в крови	Необходимо подносить ридер к сенсору (выполнять сканирование)
Необходимость калибровки устройства	Есть, 2 раза в сутки	Нет
Звуковое оповещение в случае гипо- или гипергликемии	Есть	Нет
Возможность интеграции с инсулиновой помпой	Есть в некоторых системах	Нет
Погрешность	13,6–16,6 %	13,2–13,9 %
Стоимость	Высокая	В 1,5–2 раза ниже по сравнению с системами непрерывного мониторинга

ше 4 лет. Тем не менее, отмечена высокая степень удовлетворенности родителей этим способом мониторинга гликемии [36].

Еще одним преимуществом НМГ является снижение риска гипогликемии. Т. Battelino и соавт. исследовали влияние НМГ на длительность гипогликемии в течение суток у пациентов с СД 1 типа с уровнем HbA1c менее 7,5 %. На фоне применения НМГ отмечено достоверное снижение продолжительности гипогликемии с 0,97 до 0,48 часа/сутки) [3].

В 2014 г. появилось новое устройство флеш-мониторинга гликемии. Результаты исследований показывают безопасность и эффективность применения этого метода самоконтроля у детей и подростков с СД 1 типа [7, 16]. Отличия флеш-мониторинга от традиционных систем непрерывного контроля гликемии представлены в табл. 2.

### Современные подходы к ведению детей с СД 1 типа

Применение аналогов инсулина, инсулиновой помпы и систем мониторинга гликемии не является панацеей в решении всех проблем контроля СД. Для успешного лечения заболевания необходимы высокая приверженность и мотивация пациента и его семьи, постоянное обучение принципам самоконтроля, формирование правильных поведенческих и пищевых предпочтений, психологическая поддержка [1]. Согласно международным стандартам, наиболее оптимальным вариантом ведения детей с СД 1 типа принято считать создание мультидисциплинарной команды, состоящей из:

- врача-педиатра, специализирующегося на диабетологии;
- медсестры или иного специалиста, который проводит обучение принципам самоконтроля;
- диетолога;
- психолога и/или психотерапевта со специализацией по детской диабетологии;

– социального работника, прошедшего обучение по особенностям ухода за пациентами с хроническими заболеваниями и СД [32].

Каждый этап взросления ребенка с СД 1 типа имеет свои особенности, которые необходимо учитывать диабетической команде и семье пациента для успешного решения задач контроля заболевания (табл. 3) [5].

Установлено, что дети с СД 1 типа по сравнению со сверстниками в большей степени подвержены психологическим проблемам [6]. Поэтому регулярный мониторинг эмоционального статуса ребенка, активное участие психолога (психотерапевта) в работе диабетической команды – важные компоненты успешного лечения СД 1 типа. Согласно руководству ADA (2018), рекомендовано уделять особое внимание психологическому статусу пациента по достижению его возраста 7–8 лет [1]. Отмечена важность оценки во время рутинного амбулаторного посещения отношений в семье и со сверстниками, успеваемости в школе [13]. Это обусловлено тем, что семейные и социальные конфликты приводят к снижению приверженности лечению, ухудшению гликемического контроля [2]. Субоптимальные показатели углеводного обмена связаны с низкой самооценкой, тревожностью, депрессией, ухудшением успеваемости в учебе [27]. Своевременное выявление и коррекция эмоциональных нарушений помогает предотвратить декомпенсацию метаболического контроля, развитие острых и хронических осложнений заболевания [6]. Необходимо поддерживать баланс между родительской опекой и независимостью ребенка. Начиная с 12 лет (или раньше – в зависимости от психологической зрелости пациента), рекомендовано временно предоставлять ребенку возможность самостоятельного самоконтроля СД. Такой подход позволяет подростку постепенно сформироваться в независимого молодого взрослого, способствует сохранению компенсации заболевания и высокого качества жизни [1].

Таблица 3  
Возрастные особенности и связанные с ними задачи лечения СД 1 типа у детей [5]

Возраст	Сферы развития в данном возрасте	Приоритетные задачи контроля СД в данном возрасте	Задачи семьи и диабетической команды
0–12 месяцев	Установление доверительных отношений членов команды с родителями	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Предотвращение гипогликемии;</li> <li>– профилактика значительных колебаний гликемии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Преодоление стресса;</li> <li>– распределение обязанностей по уходу за ребенком для профилактики эмоционального выгорания родителей</li> </ul>
1–3 года	Развитие личностной автономии и сознания собственного «я»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Предотвращение гипогликемии;</li> <li>– профилактика значительных колебаний гликемии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Установление режима дня;</li> <li>– преодоление у ребенка нежелания придерживаться режима дня;</li> <li>– равномерное распределение обязанностей в семье по уходу за пациентом</li> </ul>
3–7 лет	Развитие уверенности в себе и инициативы в разных видах активности	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Предотвращение гипогликемии;</li> <li>– адаптация инсулинотерапии к непредсказуемому аппетиту, режиму дня ребенка</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Убеждение родителей в отсутствии вины в заболевании ребенка;</li> <li>– расширение круга лиц, ухаживающих за пациентом вне семьи, и их обучение</li> </ul>
8–11 лет	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Развитие спортивных, когнитивных, артистических, социальных навыков;</li> <li>– формирование самооценки, авторитета среди сверстников</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Придание гибкости режиму дня для возможности участия в школьных и внешкольных событиях;</li> <li>– ознакомление ребенка с преимуществами хорошего контроля заболевания</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Сохранение участия родителей в инсулинотерапии и контроле гликемии с одновременным предоставлением ребенку возможности проявить самостоятельность;</li> <li>– продолжение обучения лиц, осуществляющих уход за пациентом вне семьи</li> </ul>
12–15 лет	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Адаптация к изменениям пропорций тела;</li> <li>– самоопределение личности подростка</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Увеличение доз инсулина в связи с пубертатом;</li> <li>– преодоление сложностей контроля заболевания, психологических проблем, связанных с массой тела и внешностью</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Перераспределение обязанностей в контроле заболевания между пациентом и родителями с активным вовлечением в этот процесс ребенка;</li> <li>– предотвращение и преодоление семейных конфликтов, связанных с СД;</li> <li>– мониторинг признаков депрессии, нарушений пищевого поведения, поведенческих расстройств</li> </ul>
16–18 лет	Профессиональная ориентация	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Подготовка к переходу в новую диабетическую команду;</li> <li>– адаптация к взрослой жизни с СД</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Поддержка самостоятельности;</li> <li>– закрепление навыков инсулинотерапии и самоконтроля;</li> <li>– предотвращение и преодоление семейных конфликтов, связанных с СД;</li> <li>– мониторинг признаков депрессии, нарушений пищевого поведения, поведенческих расстройств</li> </ul>

## Выводы

Первоочередными условиями успешного контроля СД 1 типа у детей являются:

- высокая приверженность лечению пациента и его семьи;
- обученность пациента и круга лиц, осуществляющих уход за ним, принципам самоконтроля и инсулинотерапии;
- благоприятная психологическая обстановка в семье и со сверстниками;

– доверительное отношение ребенка и членов его семьи к медицинским работникам.

Наиболее оптимальным способом осуществления этих условий является работа мультидисциплинарной диабетической команды с участием психолога, психотерапевта и диетолога.

Применение аналогов инсулина, инсулиновых помп и систем непрерывного мониторинга гликемии повышает эффективность контроля СД 1 типа в детском возрасте.

**Конфликт интересов отсутствует. Участие авторов:** концепция и дизайн исследования, написание текста — Н. В. Волкова, А. В. Солнцева; сбор и обработка материала — Н. В. Волкова; редактирование — А. В. Солнцева.

## ЛІТЕРАТУРА

- American Diabetes Association. Children and Adolescents: Standards of Medical Care in Diabetes-2018 // *Diabetes Care*. — 2018. — 41 (Suppl. 1). — S126–S136.
- Anderson B. J., Vangsness L., Connell A. et al. Family conflict, adherence, and glycaemic control in youth with short duration type 1 diabetes // *Diabet. Med.* — 2002. — 19. — P. 635–642.
- Battelino T., Phillip M., Bratina N. et al. Effect of continuous glucose monitoring on hypoglycemia in type 1 diabetes // *Diabetes Care*. — 2011. — 34 (4). — P. 795–800.
- Beck R. W., Buckingham B., Miller K., Wolpert H. (Juvenile Diabetes Research Foundation Continuous Glucose Monitoring Study Group). Factors predictive of use and of benefit from continuous glucose monitoring in type 1 diabetes // *Diabetes Care*. — 2009. — 32 (11). — P. 1947–1953.
- Chiang J. L., Kirkman M. S., Laffel L. M., Peters A. L. Type 1 diabetes through the life span: a position statement of the American Diabetes Association // *Diabetes Care*. — 2014. — 37 (7). — P. 2034–2054.
- Delamater A. M., Wit M., McDarby V. et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2014. Psychological care of children and adolescents with type 1 diabetes // *Pediatr. Diabetes*. — 2014. — 15 (Suppl. 20). — P. 232–244.
- Edge J., Acerini C., Campbell F. An alternative sensor-based method for glucose monitoring in children and young people with diabetes // *Arch. Dis. Child*. — 2017. — 102 (6). — P. 543–549.
- Evans J. M., Newton R. W., Ruta D. A. et al. Frequency of blood glucose monitoring in relation to glycaemic control: observational study with diabetes database // *BMJ*. — 1999. — 319. — P. 83–86.
- Galli-Tsinopoulou A., Stergidou D. Insulin analogues for type 1 diabetes in children and adolescents // *Drugs Today (Barc)*. — 2012. — 48 (12). — P. 795–809.
- Garg S. K., Akturk H. K. Flash Glucose Monitoring: The Future Is Here // *Diabetes Technol. Ther.* — 2017. — 19 (Suppl. 2). — P. 1–3.
- Haller M. J., Stalvey M. S., Silverstein J. H. Predictors of control of diabetes: monitoring may be the key // *J. Pediatr.* — 2004. — 144. — P. 660–661.
- Heinemann L. Variability of Insulin Action: Does It Matter? // *Insulin*. — 2008. — 3 (1). — P. 37–45.
- Helgeson V. S., Palladino D. K. Implications of psychosocial factors for diabetes outcomes among children with type 1 diabetes: a review // *Soc. Personal Psychol. Compass*. — 2012. — 6. — P. 228–242.
- Hermansen K., Fontaine P., Kukulja K. K. Insulin analogues (insulin detemir and insulin aspart) versus traditional human insulins (NPH insulin and regular human insulin) in basal-bolus therapy for patients with Type 1 diabetes // *Diabetologia*. — 2004. — 47 (4). — P. 622–629.
- Hietala K., Waden J., Forsblom C. et al. HbA1c variability is associated with an increased risk of retinopathy requiring laser treatment in type 1 diabetes // *Diabetologia*. — 2013. — 56. — P. 737–745.
- Ji L., Guo X., Guo L. A multicenter evaluation of the performance and usability of a novel glucose monitoring system in Chinese adults with diabetes // *J. Diabetes Sci. Technol.* — 2017. — 11. — P. 290–295.
- Karges B., Rosenbauer J., Kapellen T. Hemoglobin A1c Levels and Risk of Severe Hypoglycemia in Children and Young Adults with Type 1 Diabetes from Germany and Austria: A Trend Analysis in a Cohort of 37,539 Patients between 1995 and 2012 // *PLoS Med.* — 2014. — 11 (10). — e1001742.
- Karges B., Schwandt A., Heidtmann B., Kordonouri O. Association of Insulin Pump Therapy vs Insulin Injection Therapy With Severe Hypoglycemia, Ketoacidosis, and Glycemic Control Among Children, Adolescents, and Young Adults With Type 1 Diabetes // *JAMA*. — 2017. — 318 (14). — P. 1358–1366.
- Katz M. L., Kollman C. R., Dougher C. E. Influence of HbA1c and BMI on Lipid Trajectories in Youths and Young Adults With Type 1 Diabetes // *Diabetes Care*. — 2017. — 40 (1). — P. 30–37.
- Kilpatrick E. S., Rigby A. S. A1C Variability and the Risk of Microvascular Complications in Type 1 Diabetes: Data from the Diabetes Control and Complications Trial // *Diabetes Care*. — 2008. — 31. — P. 2198–2202.
- Kropff J., Bruttomesso D., Doll W., Farret A. Accuracy of two continuous glucose monitoring systems: a head-to-head comparison under clinical research centre and daily life conditions // *Diabetes Obes. Metab.* — 2015. — 17. — P. 343–349.
- Lind M., Svensson A. M., Rosengren A. Glycemic control and excess mortality in type 1 diabetes // *N. Engl. J. Med.* — 2015. — Feb. — 372 (9). — P. 880–881.
- Ludvigsson J., Hanas R. Continuous subcutaneous glucose monitoring improved metabolic control in pediatric patients with type 1 diabetes: a controlled crossover study // *Pediatrics*. — 2003. — 111 (5 Pt 1). — P. 933–938.
- Maahs D. M. The Use of Insulin Pumps in Youth with Type 1 Diabetes // *Diabetes Technology and Therapeutics*. — 2010. — 12 (4). — P. 59–65.
- Malik F. S., Taplin C. E. Insulin therapy in children and adolescents with type 1 diabetes // *Paediatr. Drugs*. — 2014. — 16 (2). — P. 141–150.
- Marcovecchio M. L., Dalton R. N., Chiarelli F., Dunger D. B. A1C variability as an independent risk factor for microalbuminuria in young people with type 1 diabetes // *Diabetes care*. — 2011. — 34. — P. 1011–1013.
- McCarthy A. M., Lindgren S., Mengeling M. A. et al. Factors associated with academic achievement in children with type 1 diabetes // *Diabetes Care*. — 2003. — 26. — P. 112–117.
- Nordvall M., Abrahamsson M., Dhir M., Fredrikson M. Impact of HbA1c, followed from onset of type 1 diabetes, on the development of severe retinopathy and nephropathy: the VISS Study (Vascular Diabetic Complications in Southeast Sweden) // *Diabetes Care*. — 2015. — 38 (2). — P. 308–315.
- O'Connell S. M., Cooper M. N., Bulsara M. K., Davis E. A. Reducing Rates of Severe Hypoglycemia in a Population-Based Cohort of Children and Adolescents With Type 1 Diabetes Over the Decade 2000–2009 // *Diabetes Care*. — 2011. — 34 (11). — P. 2379–2380.
- Perantie D. C., Lim A., Wu J. Effects of prior hypoglycemia and hyperglycemia on cognition in children with type 1 diabetes mellitus // *Pediatric Diabetes*. — 2008. — 9 (2). — P. 87–95.
- Phillip M., Battelino T., Rodriguez H. Use of Insulin Pump Therapy in the Pediatric Age-Group // *Diabetes Care*. — 2007. — 30 (6). — P. 1653–1662.
- Pihoker C., Forsander G., Fantahun B. et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2014. The delivery of ambulatory diabetes care to children and adolescents with diabetes // *Pediatr. Diabetes*. — 2014. — 15 (Suppl. 20). — P. 86–101.
- Rewers M. J., Pillay K., de Beaufort C., Craig M.E. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2014. Assessment and monitoring of glycemic control in children and adolescents with diabetes // *Pediatr. Diabetes*. — 2014. — 15 (Suppl. 20). — P. 102–114.
- Schwartz F. L. Glycemic Variability in Type 1 Diabetes — Does It Matter? // *US Endocrinology*. — 2014. — 10. — P. 20–24.
- Soupal J., Skrha J., Fajmon M. Glycemic variability is higher in type 1 diabetes patients with microvascular complications irrespective of glycemic control // *Diabetes Technology and Therapeutics*. — 2014. — 16. — P. 198–203.
- Tsalikian E., Fox L., Weinzimer S. et al. (Diabetes Research in Children Network Study Group). Feasibility of prolonged continuous glucose monitoring in toddlers with type 1 diabetes // *Pediatr. Diabetes*. — 2012. — 13 (4). — P. 301–307.
- Virk S. A., Donaghue K. C., Cho Y.H. et al. Association Between HbA1c Variability and Risk of Microvascular Complications in Adolescents With Type 1 Diabetes // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* — 2016. — 101 (9). — P. 3257–3263.
- Ziegler R., Heidtmann B., Hilgard D. Wiss-Initiative: Frequency of SMBG correlates with HbA1c and acute complications in children and adolescents with type 1 diabetes // *Pediatr. Diabetes*. — 2011. — 12. — P. 11–17.

## Сучасні підходи до досягнення оптимального метаболічного контролю в дітей із цукровим діабетом 1 типу

А. В. Солнцева<sup>1</sup>, Н. В. Волкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Білоруський державний медичний університет, Мінськ

<sup>2</sup> Друга міська дитяча клінічна лікарня, Мінськ, Республіка Білорусь

Одне з основних завдань лікування цукрового діабету в дітей – досягнення компенсації вуглеводного обміну з метою запобігання розвитку тривалих ускладнень і підвищення якості життя. Застосування аналогів інсуліну, інсулінових pomp і систем безперервного моніторингу глікемії значно розширили можливості контролю діабету. У статті розглянуто сучасні дані про цільові показники метаболічного контролю в дітей із цукровим діабетом 1 типу й засоби їх досягнення.

**Ключові слова:** діти, цукровий діабет 1 типу, аналоги інсуліну, безперервний моніторинг глікемії, інсулінова помпа.

## Modern approaches to achieving the optimal metabolic control in children with type 1 diabetes

A. V. Solntsava<sup>1</sup>, N. V. Volkava<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Belarusian State Medical University, Minsk

<sup>2</sup> Second City Children's Clinical Hospital, Minsk, Republic of Belarus

One of the main objectives of treatment of diabetes mellitus in children is to achieve compensation of carbohydrate metabolism in order to prevent development of long-term complications and increase quality of life. Applying insulin analogs, insulin pumps and continuous glucose monitoring systems has considerably expanded capabilities for diabetes control. Reviewed in this article are current data on target values for metabolic control in children with type 1 diabetes and means of achieving those values.

**Key words:** children, type 1 diabetes, insulin analogs, continuous glucose monitoring, insulin pump.