

ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА У ДЕТЕЙ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 1-ГО ТИПА

Наина Алимхановна Юсупова^{1,2,3}, Яна Владимировна Гирш²,
Патимат Магомедшапиевна Ахмедова³

^{1,2,3}Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

¹yusupova.naina08@mail.ru^{2,3}, <https://orcid.org/0000-0003-1864-988X>

²<https://orcid.org/0000-0003-0283-2428>

³akhmedova_pm@edu.surgu.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7451-4964>

Аннотация. Цель – исследование дистанционных методов мониторинга углеводного обмена у детей с сахарным диабетом 1-го типа по научным публикациям в базах данных Scopus, eLIBRARY.RU, ScienceDirect и КиберЛенинка с глубиной поиска 7 лет для оценки влияния на показатели углеводного обмена дистанционного мониторинга, преимуществ и недостатков данного метода самоконтроля, а также возможности создания комплекса эффективного использования данных, получаемых с непрерывного и флэш-мониторинга, и внедрения их в территориальные программы для улучшения контроля сахарного диабета 1-го типа у детей и подростков.

Ключевые слова: сахарный диабет 1-го типа, неинвазивный мониторинг гликемии, непрерывный мониторинг гликемии, флэш-мониторинг гликемии

Шифр специальности: 3.1.21. Педиатрия.

Для цитирования: Юсупова Н. А., Гирш Я. В., Ахмедова П. М. Дистанционный мониторинг углеводного обмена у детей с сахарным диабетом 1-го типа // Вестник СурГУ. Медицина. 2023. Т. 16, № 3. С. 8–14. DOI 10.35266/2304-9448-2023-3-8-14.

Review article

REMOTE MONITORING OF CARBOHYDRATE METABOLISM IN CHILDREN WITH TYPE I DIABETES MELLITUS

Naina A. Yusupova^{1,2,3}, Yana V. Girsh², Patimat M. Akhmedova³

^{1,2,3}Surgut State University, Surgut, Russia

¹yusupova.naina08@mail.ru^{2,3}, <https://orcid.org/0000-0003-1864-988X>

²<https://orcid.org/0000-0003-0283-2428>

³akhmedova_pm@edu.surgu.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7451-4964>

Abstract. The study aims to analyze remote monitoring methods for carbohydrate metabolism in children with type I diabetes mellitus according to the scientific literature from Scopus, eLIBRARY.RU, ScienceDirect, and CyberLeninka. The search depth is 7 years. The study assesses the remote monitoring affecting indicators of carbohydrate metabolism, determines advantages and disadvantages of the self-control method, and identifies the possibility to create a complex for efficient use of data obtained from continuous and flash-monitoring and to implement the data into regional programs to improve the management of type I diabetes mellitus in children and adolescents.

Keywords: type I diabetes mellitus, non-invasive glycemic monitoring, continuous glycemic monitoring, flash glycemic monitoring

Code: 3.1.21. Pediatrics.

For citation: Yusupova N. A., Girsh Ya. V., Akhmedova P. M. Remote monitoring of carbohydrate metabolism in children with type I diabetes mellitus. *Vestnik SurGU. Meditsina*. 2023;16(3):8–14. DOI 10.35266/2304-9448-2023-3-8-14.

ВВЕДЕНИЕ

Сахарный диабет (СД) – это большая группа сложных метаболических заболеваний, которая характеризуется хронической гипергликемией, обусловленной нарушением секреции или действия инсулина, или

сочетанием этих нарушений. Нарушение секреции инсулина и/или снижение реакции тканей на инсулин в составе сложных гормональных процессов приводит к нарушению воздействия инсулина на ткани-мишени,

что в свою очередь вызывает нарушения углеводного, жирового и белкового обмена. У одного и того же пациента могут одновременно наблюдаться нарушение секреции инсулина и нарушение его действия [1].

СД 1-го типа – аутоиммунное заболевание у генетически предрасположенных лиц, при котором хронически протекающий лимфоцитарный инсулин приводит к опосредованной Т-клетками деструкции β-клеток с последующим развитием абсолютной инсулиновой недостаточности со склонностью к развитию диабетического кетоацидоза (ДКА).

Аутоиммунный СД характеризуется деструкцией β-клеток, наличием аутоантител, абсолютной инсулиновой недостаточностью, полной инсулинозависимостью, тяжелым течением с тенденцией к развитию ДКА, ассоциацией с генами главного комплекса гистосовместимости – HLA-системы (human leucocyte antigens complex).

Идиопатический СД также протекает с деструкцией β-клеток и склонностью к ДКА, но без признаков аутоиммунного процесса (специфических аутоантител и ассоциации с HLA-системой) и характерен для пациентов африканского и азиатского происхождения [2].

СД – важнейшая медико-социальная проблема в системе здравоохранения всего мира, что обуслов-

лено широким распространением заболевания, клиническим полиморфизмом, а также тяжестью и многообразием осложнений. По данным Международной диабетической ассоциации (IDF, International Diabetes Federation), СД в 2021 г. в мире страдало 537 млн людей, из них около 9 млн – СД 1-го типа. Число детей с СД 1-го типа также неуклонно растет, достигнув в 2021 г. почти 430 тыс. детей в мире, и 47 тыс. детей до 18 лет – в России. Заболеваемость СД у детей и подростков имеет тенденцию к росту, так в последние 5 лет в России средний годовой темп прироста заболеваемости среди детей составил 2,8 %, кроме того, значительно снизился возраст пациентов с манифестацией СД. Стоит отметить, что соблюдение правил самоконтроля, комплаентность пациентов, использование современных методов контроля уровня глюкозы, усовершенствование инсулинотерапии помогает отдалить время развития осложнений СД или полностью предотвратить их возникновение. Однако продолжительность жизни пациентов с манифестацией диабета в раннем возрасте не достигает пожилого возраста [2]. В табл. 1 приведены данные Федерального регистра больных сахарным диабетом о распространенности, заболеваемости и смертности детей и подростков с СД в РФ за 2021 г.

Таблица 1

Анализ заболеваемости СД среди детей и подростков в РФ

Показатель	Число случаев на 100 тыс. населения
Распространенность	55–58
Заболеваемость	9–10
Смертность	0,04–0,08

Примечание: составлено авторами по [3].

Одним из самых грозных осложнений СД является развитие кетоацидотической комы. Скудность клинической картины на раннем этапе манифестации, быстрое прогрессирование заболевания, отсутствие специфической терапии приводили к неминуемой гибели пациентов, в лучшем случае продолжительность их жизни составляла не более двух лет. Так продолжалось до 20-х гг. XX в., пока не произошло самое важное открытие в истории СД – канадскими учеными F.G. Banting, C.H. Best, J.B. Collip был получен инсулин животного происхождения, использование которого в качестве заместительной терапии увеличило продолжительность и качество жизни пациентов [4]. В настоящее время смертность от острых осложнений СД не превышает 1 %, что удалось достичь не только благодаря развитию инсулинотерапии, но и совершенствованию методов контроля уровня гликемии.

Частью терапии СД является соблюдение правил самоконтроля. Ежедневное многократное измерение уровня глюкозы необходимо не только для оценки компенсации СД, но и для правильного расчета необходимой дозировки прандиального инсулина. Современные модели глюкометров позволяют с точностью определять уровень глюкозы в капиллярной крови, но болезненность при многократном прокалывании пальцев и инвазивность делают данный метод контроля «отталкивающим», особенно для детей раннего возраста, что снижает процент выявления опасных гипогликемий в течение дня.

Решением проблемы ежедневного многократного измерения уровня глюкозы стало появление инновационных систем флэш-мониторинга, позволяющих определять уровень глюкозы в межклеточной жидкости путем простого сканирования датчика, установленного на руке, с помощью измерительного прибора или смартфона.

Использование таких систем является альтернативным вспомогательным методом, оптимизирующим самоконтроль благодаря уменьшению числа болезненных проколов, что крайне необходимо маленьким пациентам. Возможность постоянного контроля глюкозы способствует своевременной коррекции инсулинотерапии и снижает частоту возникновения опасных острых и хронических осложнений диабета.

Цель – исследование дистанционных методов мониторинга углеводного обмена у детей с сахарным диабетом 1-го типа по научным публикациям.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен поиск научной литературы, посвященной теме мониторинга гликемии, в базах данных Scopus, eLIBRARY.RU, ScienceDirect и КиберЛенинка по ключевым словам: сахарный диабет 1-го типа, неинвазивный мониторинг гликемии, непрерывный мониторинг гликемии, флэш-мониторинг гликемии. Глубина поиска составила 7 лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что составной частью терапии СД 1-го типа является соблюдение правил самоконтроля. Одним из основных методов контроля гликемии является определение уровня гликированного гемоглобина (HbA1C) – показателя среднего значения глюкозы за последние три месяца. Уровень HbA1C характеризует степень компенсации СД, однако носит ретроспективный характер, а также может приближаться к нормальным значениям за счет превалирования эпизодов гипогликемий, что не позволяет использовать его значения для коррекции терапии в реальном времени [5, 6]. С целью постоянного самоконтроля определения уровня глюкозы в капиллярной крови [7] традиционно используются следующие поколения глюкометров – инвазивные (фотометрические и электрохимические) и неинвазивные [6, 8]. Анализ уровня глюкозы в фотометрических глюкометрах основан на

возникновении химической реакции между глюкозой и реагентами на тестовой полоске с последующим изменением цвета на тестовой зоне глюкометров первого поколения: Accu-Check Go, Accu-Chek Active. Отрицательной характеристикой данных глюкометров является чувствительность к внешним изменениям, вследствие чего может наблюдаться неточность показателей на фоне изменения температуры окружающей среды или при механических воздействиях, поэтому данный тип глюкометров в настоящее время практически не используется. Наиболее широкое применение нашли глюкометры второго поколения – электрохимические глюкометры (Accu-Check, One Touch Plus, Сателлит Экспресс и др.) (рис. 1). Принцип их работы основан на глюкозооксидазном методе. Определение концентрации глюкозы происходит благодаря электрохимической реакции, возникающей путем взаимодействия компонентов крови и глюкозидазы на тест-полоске.



Рис. 1. Инвазивные электрохимические глюкометры

Неинвазивные глюкометры третьего поколения (рис. 2) не требуют забора крови. Они определяют показатели глюкозы при помощи термоспектрометрии (Омелон А-1), для этого на мочку уха закрепляется клипса – датчик Gluco Track, посредством которого происходит термальное, электромагнитное и ультразвуковое сканирование. Путем трансдермальной

диагностики с помощью специального сенсора оценивается состояние межклеточной жидкости. Для отображения уровня гликемии необходимо использование приложения для смартфона (Symphonyt CGM). Учитывая высокую стоимость и размеры некоторых приборов, глюкометры третьего поколения не нашли широкого применения среди пациентов [5].



Рис. 2. Неинвазивный глюкометр

Итак, самыми приемлемыми в использовании благодаря своей точности и удобству являются глюкометры с электрохимическим методом работы.

Скорость измерения глюкозы в среднем составляет 5–60 секунд. Большинство глюкометров обладают

памятью и сохраняют информацию о более двухстах измерениях глюкозы с указанием даты и времени измерения [5, 9]. У некоторых моделей есть опции, позволяющие вводить дополнительную информацию о количестве потребленных углеводов, или хлебных

единиц, дозе введенного прандиального инсулина, физической активности путем интеграции глюкометра со специальным приложением. Согласно нормативным документам, для достижения компенсации контроль уровня глюкозы должен осуществляться до 6–10 раз в сутки [8, 9], что затруднительно для пациентов детского возраста – инвазивность метода и болезненность при многократном прокалывании пальцев делают его «отталкивающим», особенно для детей более раннего возраста, что усложняет выявление гипер- и гипогликемий в течение дня.

Решением проблемы ежедневного многократного измерения уровня глюкозы стало появление инновационных систем мониторинга гликемии. В настоящее время все большую популярность завоевывают системы трансдермального непрерывного суточного мониторинга глюкозы (НМГ) и системы флеш-мониторинга гликемии (ФМГ) [10, 11].

НМГ – способ измерения уровня глюкозы межклеточной жидкости, позволяющий определять уровень глюкозы не реже чем каждые 5 мин на протяжении длительного времени (более суток). Использование НМГ нашло практическое применение среди врачей и пациентов, являясь одним из методов оптимизации управления СД 1 и 2-го типа. Известно, что высокая вариабельность гликемии (чередование резких подъемов и снижений уровня гликемии), а также частые эпизоды гипогликемий оказывают большее отрицательное воздействие на стенку сосудов. Использование НМГ минимизирует развитие таких случаев, так как помимо возможности более частого безболезненного измерения уровня глюкозы система информирует о тенденциях и скорости изменения уровня глюкозы, что позволяет оценивать вариабельность гликемии.

Система НМГ регистрирует все эпизоды гипо- и гипергликемий, время их развития для обеспечения выявления причин возникновения, способов их устранения и состоит из нескольких сопряженных устройств: датчик, ридер (монитор), устройство передачи получаемых данных об уровне глюкозы на компьютер. Датчик устанавливается на места с наиболее выраженной подкожно-жировой клетчаткой (задняя поверхность плеча, передняя брюшная стенка, ягодичная область) и представляет собой платиновый сенсор, покрытый силиконовой оболочкой. Принцип работы основан на электрохимическом методе расщепления глюкозы межтканевой жидкости, посредством которой молекула глюкозы отдает 2 электрона, создавая электрический ток. С целью расщепления используется фермент глюкозооксидаза. Устройство НМГ фиксирует изменение и силу возникающего тока и переводит результат в единицы измерения глюкозы в крови (ммоль/л) [12, 13].

На сенсоре также имеется специальный анализатор для записи и хранения информации дальнейшего ретроспективного анализа. В таком случае непрерывное мониторирование гликемии происходит в «слепом режиме». Таким режимом характеризуется система мониторинга степени колебаний гликемии в повседневной жизни пациента i-Pro 2 (рис. 3). Данный метод используется в основном в научной практике.

Для пациентов более удобен непрерывный мониторинг гликемии в режиме реального времени – НМГ-РВ (Guardian Real-Time) (рис. 4). При данном методе используется специальный передатчик, прикрепленный на сенсор, передающий по радиосвязи сведения об



Рис. 3. Система непрерывного мониторинга глюкозы в «слепом режиме» i-Pro 2

уровне глюкозы пациента на смартфон через приложение (Guardian Connect). Измерение уровня глюкозы также происходит в межклеточной жидкости. Следует отметить, что уровень глюкозы в капиллярной крови, измеряемый с помощью НМГ-РВ, отображает его с отставанием на 10–15 мин, что объясняется следующими факторами:

- физиологическим временем задержки (расчетный градиент может быть 0,3 или 0,8, а также связан со временем притока крови в кожу);
- временем реакции датчика на поступление глюкозы;
- временем обработки сигнала датчиком [14].

Это обуславливает необходимость периодической калибровки систем НМГ от 2 до 4 раз в сутки с помощью определения глюкозы в капиллярной крови глюкометром и введения данных в приложение.



Рис. 4. Система непрерывного мониторинга гликемии в режиме реального времени (Guardian Real-Time)

Согласно результатам большинства исследований, использование систем НМГ у пациентов с СД 1-го типа позволяет проводить своевременную коррекцию инсулинотерапии, которая приводит к снижению уровня HbA1C, лучшему контролю заболевания и увеличивает время нахождения ребенка в пределах целевого диапазона [15, 16]. Однако существуют некоторые ограничения по применению НМГ:

- возможные ожоги и шрамы на местах установки датчика (задняя поверхность плеч, передняя поверхность бедер, передняя брюшная стенка, ягодичная область);
- некомплаентность пациентов (отказ от своевременной калибровки, отсутствие необходимых знаний о работе устройства);
- аллергическая реакция на компоненты лейкопластыря или сенсора.

Кроме того, недостатком устройств НМГ-РВ являются:

- отставание показателей глюкозы в межклеточной жидкости от глюкозы крови, что усложняет про-

ведение качественной коррекции инсулинотерапии исходя из показателя гликемии;

- нарушение кровотока в результате переохлаждения или давления в области нахождения датчика, которые могут приводить к ложным сигналам тревоги о гипогликемии и «ненужному» употреблению углеводов с целью купирования гипогликемии;

- необходимость проведения своевременной калибровки устройства путем определения уровня глюкозы в крови (проведение калибровки в первый день установки и измерения в дальнейшем с перерывом, не превышающим 12 ч).

Таким образом, несмотря на то, что существует немало исследований, доказывающих эффективность использования НМГ с целью улучшения контроля СД, данный метод не позволяет полностью отказаться от использования глюкометра, а является лишь вспомогательным методом контроля гликемии.

Наиболее популярна среди пациентов с СД 1-го типа система флеш-мониторинга гликемии (ФМГ) для определения уровня глюкозы периодическим сканированием [17, 18].

В Европе с 2014 г. у пациентов с СД появилась возможность использования в качестве метода контроля гликемии устройства, не требующего калибровки. Среди дополнительных методов самоконтроля появились системы ФМГ безболезненной процедуры прокола пальцев – устройство FreeStyle Libre производства компании «Abbott», которая является одной из крупнейших в мировом здравоохранении (рис. 5). С целью мониторингирования используется специальный датчик, устанавливаемый на заднюю поверхность плеча. Срок действия датчика – 14 дней. Уровень глюкозы в межклеточной жидкости определяется датчиком практически непрерывно (каждую минуту). Данные поступают на считывающее устройство (мобильный сканер/ридер), создавая суточные графики уровня глюкозы.



Рис. 5. Система флеш-мониторинга гликемии (FreeStyle Libre)

При сканировании датчика ридером (достаточно поднести ридер к датчику на несколько секунд) данные об уровне глюкозы отображаются на экране. Система безболезненно практически мгновенно измеряет уровень глюкозы, извещает о тенденции к изменению ее уровня ($\uparrow \downarrow \rightarrow$) для своевременного купирования и резких колебаний гипо- и гипергликемий.

Полученные датчиком показатели уровня глюкозы создают суточный профиль пациента и используются для построения «амбулаторного гликемического профиля» (АГП) (рис. 6) [19, 20].

Сканирование датчика и передачу данных возможно также производить с помощью смартфона через специальное приложение (LibreLink) либо вспомогательное приложение (LibreLinkUp) для отслеживания уровня глюкозы у носителя датчика дистанционно. Сканируемый уровень глюкозы поступает на смартфон с установленным приложением, сопряженным с профилем пациента, для контроля родителями уровня гликемии ребенка на расстоянии.

Суточные профили (для показателей глюкозы)
2 июля 2019 - 16 июля 2019 (15 дней)

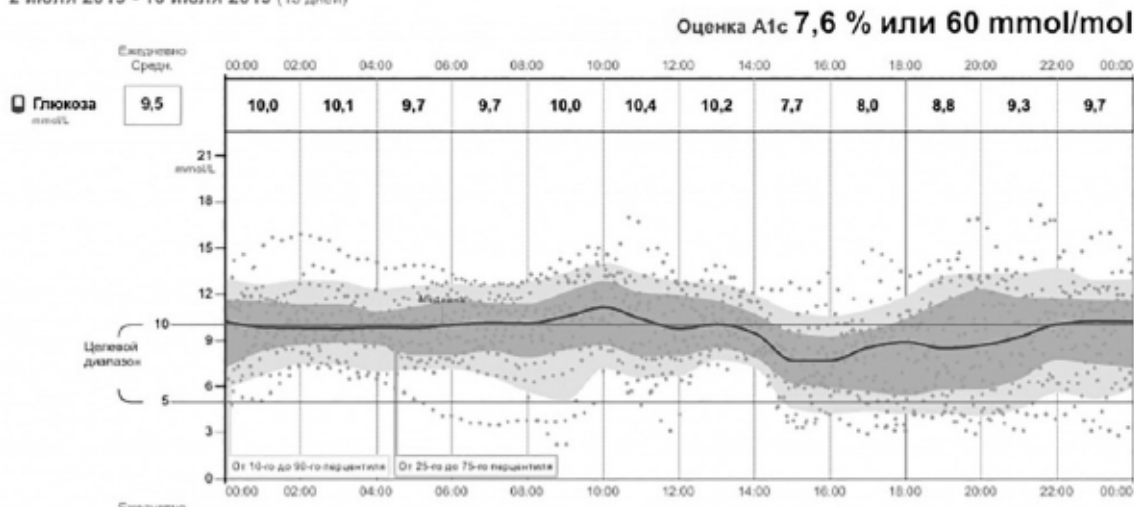


Рис. 6. Амбулаторный гликемический профиль пациента на интернет-платформе LibreView

С целью оценки полной картины характера компенсации углеводного обмена, причин гипергликемий и гипогликемий в приложении предусмотрена функция введения дополнительной информации о количестве углеводов (хлебных единиц), дозы введенно-

го прандиального инсулина, физической активности и т.д.

Следует выделить еще одну важную функцию систем ФМГ – графики АГП пациента, которые поступают на виртуальную облачную интернет-платформу

LibreView, где лечащий врач медицинского учреждения, за которым закреплен пациент, удаленно может просматривать показатели пациента, проводить телеконсультации. Все это снижает частоту повторных госпитализаций и открывает возможность наблюдения пациентов на отдаленных территориях.

В России с 2021 г. использование систем НМГ и ФМГ как дополнительного метода самоконтроля внесено в стандарт оказания медицинской помощи детям при СД 1-го типа, согласно которому 85 % детей с СД 1-го типа в возрасте до 18 лет необходимо обеспечить системами мониторинга глюкозы для улучшения качества жизни пациентов с СД [21, 22]. Однако следует отметить, что использование систем НМГ и ФМГ на практике не всегда успешно влияет на степень компенсации заболевания ввиду низкой комплаентности пациентов, недостаточной обученности врачей и родителей.

Американской диабетической ассоциацией для контроля заболевания на ранних этапах его развития и предупреждения осложнений рекомендовано использование систем мониторинга гликемии с момента манифеста заболевания и начала инсулинотерапии. Это требует проведения дополнительных занятий в «школе диабета», повышения квалификации и профессиональных компетенций врачей для более полного использования всех функциональных возможностей систем мониторинга гликемии, совершенствования дистанционного мониторинга и внедрения его в практику удаленных телемедицинских консультаций для пациентов, проживающих на отдаленных территориях [23, 24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Соблюдение правил самоконтроля, ежедневное многократное определение уровня глюкозы является неотъемлемой частью терапии СД 1-го типа.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Петеркова В.А., Безлепкина О.Б., Лаптев Д.Н. и др. Сахарный диабет 1 типа у детей: клинич. рекомендации // Достижения науки в клинику практику детского эндокринолога и педиатра: материалы ежегод. конф. детских эндокринологов ЦФО, 8–9 октября 2022 г., г. Рязань. М., 2022. С. 5–80.
2. Петеркова В.А., Шестакова М.В., Безлепкина О.Б. и др. Сахарный диабет 1 типа у детей: клинич. рекомендации // Сахарный диабет. 2020. Т. 23, № 15. С. 4–40.
3. Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К. и др. Эпидемиологические характеристики сахарного диабета в Российской Федерации: клинич.-статистический анализ по данным регистра сахарного диабета на 01.01.2021 // Сахарный диабет. 2021. Т. 24, № 3. С. 204–221.
4. Дедов И.И., Шестакова М.В. К столетию открытия инсулина // Сахарный диабет. 2021. Т. 24, № 1. С. 11–16.
5. Бабенко А.Ю., Кононова Ю.А., Циберкин А.И. и др. Динамика развития методов контроля гликемии от инвазивных к неинвазивным. Актуальные перспективы // Сахарный диабет. 2016. Т. 19, № 5. С. 397–405.
6. Гончаров Е.В., Петунина Н.А. Управление диабетом и современные возможности самостоятельного гликемического контроля // Медицинский совет. 2017. № 3. С. 17–21.
7. Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю. и др. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом // Сахарный диабет. 2019. Т. 22, № 151. С. 1–144.
8. Бирюкова Е.В., Аскерханов Р.Г. Самоконтроль гликемии необходим для успешного лечения сахарного диабета // Consilium Medicum. 2018. Т. 20, № 12. С. 105–109.

На современном этапе развития медицины существует множество устройств, позволяющих пациентам легко и своевременно контролировать уровень глюкозы. Все методы являются приемлемыми в использовании, однако не каждый метод является оптимальным, когда речь идет о детях. Болезненность при использовании инвазивных методов мониторинга глюкозы снижает качество жизни маленьких пациентов, доставляя не только дискомфорт, но и снижая частоту контроля, что отрицательно сказывается на корректности терапии и дальнейшей компенсации заболевания. Решением данной проблемы является внедрение вспомогательных методов мониторинга глюкозы – непрерывного и флеш-мониторинга гликемии, положительно влияющих на степень контроля СД, однако следует отметить, что для корректной работы с современными методами контроля глюкозы требуется комплаентность пациентов и обученность врачей. Дистанционный способ с использованием непрерывного и флеш-мониторинга гликемии является одним из самых оптимальных методов контроля, при этом недостаточная изученность функциональных возможностей этого способа не раскрывает в полном объеме степень компенсации углеводного обмена при СД 1-го типа.

Дальнейшее проведение оценки влияния систем непрерывного и флеш-мониторинга гликемии на показатели углеводного обмена позволит выявить преимущества и недостатки данного метода самоконтроля, разработать в территориальных программах комплексы эффективного использования получаемых данных для улучшения контроля СД 1-го типа у детей и подростков.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

1. Peterkova V.A., Bezlepkin O.B., Laptev D.N. et al. Type I diabetes mellitus in childhood. Clinical guidelines. In: *Proceedings of the Annual Conference of Pediatric Endocrinologists of the Central Federal District "Dostizheniya nauki v klinicheskuiu praktiku detskogo endokrinologa i pediatri"*, October 8–9, 2022, Ryazan. Moscow, 2022. p. 5–80. (In Russian).
2. Peterkova V.A., Shestakova M.V., Bezlepkin O.B. et al. Type I diabetes mellitus in childhood. Clinical guidelines. *Diabetes Mellitus*. 2020;23(15):4–40. (In Russian).
3. Dedov I.I., Shestakova M.V., Vikulova O.K. et al. Epidemiological characteristics of diabetes mellitus in the Russian Federation: Clinical and statistical analysis according to the Federal diabetes register data of 01.01.2021. *Diabetes mellitus*. 2021;24(3):204–221. (In Russian).
4. Dedov I.I., Shestakova M.V. On the centenary of the insulin discovery. *Diabetes mellitus*. 2021;24(1):11–16. (In Russian).
5. Babenko A.Yu., Kononova Yu.A., Tsiberkin A.I. et al. The dynamics of invasive and noninvasive blood glucose monitoring methods: Recent trends. *Diabetes Mellitus*. 2016;19(5):397–405. (In Russian).
6. Goncharova E.V., Petunina N.A. Diabetes management and current prospects for self-monitoring of blood glucose. *Medical Council*. 2017;3:17–21. (In Russian).
7. Dedov I.I., Shestakova M.V., Mayorov A.Yu. et al. Standards of specialized diabetes care. *Diabetes mellitus*. 2019;22(151):1–144. (In Russian).
8. Biryukova E.V., Askerkhanov R.G. Glycemia self-control is necessary for successful diabetes treatment. *Consilium Medicum*. 2018;20(12):105–109. (In Russian).

9. Витебская А. В. Мобильное приложение для глюкометра: дополнительная мотивация и дистанционный контроль // *Consilium Medicum*. 2019. № 2. С. 46–52.
10. Петеркова В. А., Аметов А. С., Майоров А. Ю. и др. Применение технологии непрерывного мониторинга глюкозы с периодическим сканированием в достижении гликемического контроля: резолюция научно-консультативного совета // *Сахарный диабет*. 2021. Т. 24, № 2. С. 185–192.
11. Окминян Г. Ф., Киселева Е. В., Латышев О. Ю. и др. Flash мониторинг глюкозы в практике детского эндокринолога // *Эндокринология: новости, мнения, обучение*. 2021. Т. 10, № 2. С. 130–137.
12. Dovc K., Battelino T. Time in range centered diabetes care. *Clin Pediatr Endocrinol*. 2021;30(1):1–10. DOI 10.1297/cpe.30.1.
13. 56th EASD annual meeting of the European Association for the study of diabetes. 2020;63(Suppl 1):1–485. DOI 10.1007/s00125-020-05221-5.
14. Демидова Т. Ю., Ушанова Ф. О. Современные технологии непрерывного мониторинга гликемии: развивающиеся возможности контроля и управления // *ПМЖ*. 2018. № 11. С. 86–90.
15. Breton M. D., Kanapka L. G., Beck R. W. et al. A randomized trial of closed-loop control in children with type 1 diabetes. *N Engl J Med*. 2020;383(9):836–845.
16. Battelino T., Danne T., Bergenstal R. M. et al. Clinical targets for continuous glucose monitoring data interpretation: recommendations from the international consensus on time in Range. *Diabetes Care*. 2019;42(8):1593–1603. DOI 10.2337/dci19-0028.
17. Hayek A. A., Robert A. A., Al Dawish M. A. Acceptability of the FreeStyle Libre flash glucose monitoring system: The experience of young patients with type 1 diabetes. *Clin Med Insights Endocrinol Diabetes*. 2020;13:1179551420910122. DOI 10.1177/1179551420910122.
18. Massa G. G., Gys I., Bevilacqua E. et al. Comparison of flash glucose monitoring with real time continuous glucose monitoring in children and adolescents with type 1 diabetes treated with continuous subcutaneous insulin infusion. *Diabetes Res Clin Pract*. 2019;152:111–118. DOI 10.1016/j.diabres.2019.05.015.
19. Dunn T. C., Xu Y., Hayter G. et al. Real-world flash glucose monitoring patterns and associations between self-monitoring frequency and glycaemic measures: A European analysis of over 60 million glucose tests. *Diabetes Res Clin Pract*. 2018;137:37–46. DOI 10.1016/j.diabres.2017.12.015.
20. Instructions for proper usage of the FreeStyle Libre. URL: <https://researchmap.jp/tmurata/others/31268710> (дата обращения: 13.03.2023).
21. Об утверждении стандарта медицинской помощи детям при сахарном диабете 1 типа: диагностика и лечение: приказ Минздрава России от 22.01.2021 № 22н. Доступ из СПС «Гарант».
22. Об утверждении перечня медицинских обследований, необходимых для получения клинико-функциональных данных в зависимости от заболевания в целях проведения медико-социальной экспертизы: приказ Минздрава России от 31.01.2019 № 35н. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
23. American Diabetes Association. 7. Diabetes Technology: Standards of Medical Care in Diabetes – 2021. *Diabetes Care*. 2021;44(Suppl 1):S85–S99.
24. Burckhardt M. A., Abraham M. B., Mountain J. et al. Improvement in psychosocial outcomes in children with type 1 diabetes and their parents following subsidy for continuous glucose monitoring. *Diabetes Technol Ther*. 2019;21(10):575–580.
9. Vitebskaya A. V. Mobile application for glucometer: Additional motivation and remote control. *Pediatrics. Consilium Medicum*. 2019;(2):46–52. (In Russian).
10. Peterkova V. A., Ametov A. S., Mayorov A. Yu. et al. The Scientific Advisory board resolution: Implementation of intermittently scanned Continuous Glucose monitoring in clinical practice to improve glycemic control. *Diabetes mellitus*. 2021;24(2):185–192. (In Russian).
11. Okminyan G. F., Kiseleva E. V., Latyshev O. Yu. et al. Flash glucose monitoring in the practice of pediatric endocrinologist. *Endocrinology: News, Opinions, Training*. 2021;10(2):130–137. (In Russian).
12. Dovc K., Battelino T. Time in range centered diabetes care. *Clin Pediatr Endocrinol*. 2021;30(1):1–10. DOI 10.1297/cpe.30.1.
13. 56th EASD annual meeting of the European Association for the study of diabetes. 2020;63(Suppl 1):1–485. DOI 10.1007/s00125-020-05221-5.
14. Demidova T. Yu., Ushanova F. O. Modern technologies for continuous monitoring of glycemia: Developing opportunities for check-up and control. *RMJ*. 2018;(11):86–90. (In Russian).
15. Breton M. D., Kanapka L. G., Beck R. W. et al. A randomized trial of closed-loop control in children with type 1 diabetes. *N Engl J Med*. 2020;383(9):836–845.
16. Battelino T., Danne T., Bergenstal R. M. et al. Clinical targets for continuous glucose monitoring data interpretation: recommendations from the international consensus on time in Range. *Diabetes Care*. 2019;42(8):1593–1603. DOI 10.2337/dci19-0028.
17. Hayek A. A., Robert A. A., Al Dawish M. A. Acceptability of the FreeStyle Libre flash glucose monitoring system: The experience of young patients with type 1 diabetes. *Clin Med Insights Endocrinol Diabetes*. 2020;13:1179551420910122. DOI 10.1177/1179551420910122.
18. Massa G. G., Gys I., Bevilacqua E. et al. Comparison of flash glucose monitoring with real time continuous glucose monitoring in children and adolescents with type 1 diabetes treated with continuous subcutaneous insulin infusion. *Diabetes Res Clin Pract*. 2019;152:111–118. DOI 10.1016/j.diabres.2019.05.015.
19. Dunn T. C., Xu Y., Hayter G. et al. Real-world flash glucose monitoring patterns and associations between self-monitoring frequency and glycaemic measures: A European analysis of over 60 million glucose tests. *Diabetes Res Clin Pract*. 2018;137:37–46. DOI 10.1016/j.diabres.2017.12.015.
20. Instructions for proper usage of the FreeStyle Libre. URL: <https://researchmap.jp/tmurata/others/31268710> (accessed: 13.03.2023).
21. Order of the Ministry of Healthcare of Russia of January 22, 2021 No. 22n "On Approval of Standard for Medical Aid for Children with Type I Diabetes Mellitus". Accessed through Law assistance system "Garant". (In Russian).
22. Order of the Ministry of Healthcare of Russia of January 21, 2019 No. 35n "On Approval of a List of Medical Examinations Required for Clinical and Functional Data Depending on the Disease in Order to Perform Medical and Social Expertise". Accessed through Law assistance system "Consultant Plus". (In Russian).
23. American Diabetes Association. 7. Diabetes Technology: Standards of Medical Care in Diabetes – 2021. *Diabetes Care*. 2021;44(Suppl 1):S85–S99.
24. Burckhardt M. A., Abraham M. B., Mountain J. et al. Improvement in psychosocial outcomes in children with type 1 diabetes and their parents following subsidy for continuous glucose monitoring. *Diabetes Technol Ther*. 2019;21(10):575–580.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**Н. А. Юсупова** – аспирант.**Я. В. Гирш** – доктор медицинских наук, профессор.**П. М. Ахмедова** – ординатор.**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS****N. A. Yusupova** – Postgraduate.**Ya. V. Girsh** – Doctor of Sciences (Medicine), Professor.**P. M. Akhmedova** – Medical Resident.