

Контроль гликемии с использованием дистанционных технологий

Л.А. Суплотова[✉], <https://orcid.org/0000-0001-9253-8075>, suplotova@mail.ru

О.О. Алиева, <https://orcid.org/0000-0002-1232-3806>, dr.alieva@inbox.ru

Тюменский государственный медицинский университет; 625023, Россия, Тюмень, ул. Одесская, д. 54

Резюме

Сахарный диабет (СД) – это хроническое метаболическое заболевание с быстрорастущей распространенностью. Контроль гликемии при СД остается ключом к повышению эффективности терапии, снижению риска гипогликемии, предотвращению микрососудистых осложнений и снижению долгосрочного риска макрососудистых осложнений. Тем не менее регулярный гликемический контроль представляет собой лишь часть этого процесса, поскольку не менее важным этапом является своевременная и верная интерпретация полученных данных, а также решение вопроса о дальнейшей терапевтической тактике. Благодаря технологическому прогрессу появляются различные инструменты, помогающие пациентам с СД достичь целевых значений гликемии и облегчающие постоянный контроль уровня глюкозы крови (ГК). В настоящее время существует возможность дистанционного мониторинга гликемии, передачи данных медицинским специалистам и лицам, осуществляющим уход: глюкометры с функцией беспроводной передачи данных об уровне ГК, устройства непрерывного мониторингования глюкозы (НМГ), устройства флеш-мониторирования глюкозы (ФМГ), а также неинвазивные системы контроля уровня ГК. В крупных научных исследованиях доказана эффективность и перспективность телемедицинских технологий в лечении СД. На сегодняшний день активно развивается цифровизация здравоохранения: от телемедицины и удаленного взаимодействия с пациентами до новых цифровых подходов к диагностике и обмену информацией. Так, в Российской Федерации (РФ) в рамках стратегии цифровой трансформации отрасли «Здравоохранение» до 2024 г. и на плановый период до 2030 г. реализуется проект «Персональные медицинские помощники», направленный на создание технологий для динамического дистанционного наблюдения пациентов с использованием платформ централизованных диагностических сервисов на базе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения.

Ключевые слова: сахарный диабет, самоконтроль гликемии, непрерывный мониторинг глюкозы, флеш-мониторинг глюкозы, удаленный мониторинг, телемедицина

Для цитирования: Суплотова Л.А., Алиева О.О. Контроль гликемии с использованием дистанционных технологий. *Медицинский совет.* 2023;17(9):81–88. <https://doi.org/10.21518/ms2023-157>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Glycemia control using remote technologies

Lyudmila A. Suplotova[✉], <https://orcid.org/0000-0001-9253-8075>, suplotova@mail.ru

Oksana O. Alieva, <https://orcid.org/0000-0002-1232-3806>, dr.alieva@inbox.ru

Tyumen State Medical University; 54, Odesskaya St., Tyumen, 625023, Russia

Abstract

Diabetes mellitus is a chronic metabolic disease with a rapidly increasing prevalence. Glycemic control in diabetes mellitus remains the key to improving the effectiveness of therapy, reducing the risk of hypoglycemia, preventing microvascular complications, and reducing the long-term risk of macrovascular complications. However, regular glycemic control is only a part of this process, since an equally important step is the timely and correct interpretation of the data obtained, as well as the decision on further therapeutic tactics. Technological advances are providing tools to help diabetic patients reach their glycemic targets and facilitate ongoing monitoring of blood glucose levels. Currently, there is the possibility of remote monitoring of glycemia, transmission of data to medical professionals and caregivers: blood glucose meters with wireless glucose reporting, continuous glucose monitors, flash glucose monitors, and non-invasive glucose monitoring systems. Large scientific studies have proven the effectiveness and prospects of telemedicine technologies in the treatment of diabetes. Today, the digitalization of healthcare is actively developing from telemedicine and remote interaction with patients to new digital approaches to diagnostics and information exchange. Thus, in the Russian Federation, within the framework of the digital transformation strategy of the Healthcare industry until 2024 and for the planned period until 2030, the Personal Medical Assistants project is being implemented, aimed at creating technologies for dynamic remote monitoring of patients using platforms of centralized diagnostic services based on a unified state information system in the field of healthcare.

Keywords: diabetes mellitus, blood glucose self-monitoring, continuous glucose monitoring, flash glucose monitoring, remote monitoring; telemedicine

For citation: Suplotova L.A., Alieva O.O. Glycemia control using remote technologies. *Meditinskiy Sovet.* 2023;17(9):81–88. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2023-157>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Заболеваемость СД во всем мире непрерывно растет¹. Крупные клинические исследования продемонстрировали, что гликемический контроль имеет основополагающее значение в лечении СД [1–4]. Однако значительная часть людей с СД не достигает целевых показателей гликемии, что приводит к увеличению доли острых и хронических осложнений и связанных с ними затрат на здравоохранение [5].

Оптимальное использование самоконтроля гликемии (СКГ) требует своевременного надлежащего анализа и интерпретации данных как пациентом, так и лечащим врачом [5]. Терапевтическая тактика с применением телемедицины позволяет хранить и анализировать отслеживаемые данные, включая уровни ГК, осуществлять удаленный мониторинг [6].

Согласно данным метаанализов, дистанционный мониторинг и использование телемедицинских технологий приводят к небольшому, но значительному улучшению уровня гликированного гемоглобина (HbA1c) у пациентов с СД 2-го типа (MD: -0,55, 95% ДИ: от -0,73 до -0,36) [7], положительно влияют на соблюдение режима СКГ у пациентов с СД 2-го типа на инсулинотерапии (ИТ) [8], значительно снижают уровень HbA1c и приводят к общему положительному эффекту в лечении СД 1-го типа [9]. Наибольший эффект был отмечен при консультации по телефону, за ней последовали вмешательства с использованием системы мониторинга уровня ГК через интернет и, наконец, автоматическая передача данных СКГ с использованием мобильного телефона или телемедицины [7]. Кроме того, использование телемедицинских технологий позволило улучшить гликемический контроль во время чрезвычайного положения, вызванного пандемией COVID-19 [10].

Тема дистанционных мониторингов на сегодняшний день действительно является одной из самых перспективных тем цифрового здравоохранения. В настоящее время в РФ реализуется проект «Персональные медицинские помощники» согласно «Стратегии цифровой трансформации отрасли «Здравоохранение» до 2024 г. и на плановый период до 2030 г.». Он предусматривает создание цифровой платформы для обмена и обработки информации о функциональных параметрах пациентов, полученной от медицинских приборов².

В данном литературном обзоре рассматриваются дистанционные методы контроля гликемии: от глюкометров с функцией беспроводной передачи данных об уровне гликемии до устройств НМГ, ФМГ и неинвазивных систем контроля уровня ГК. Ресурсом для информационного поиска являлся анализ библиографических баз данных Medline, Embase, Cochrane, журнальных, издательских и web-ресурсов за последние 10 лет. Поиск статей осуществлялся по ключевым словам (в англоязычных базах данных с соответствующим переводом): сахарный диабет,

самоконтроль гликемии, непрерывный мониторинг глюкозы, флеш-мониторинг глюкозы, удаленный мониторинг, телемедицина. В рассмотрение включались обзорные статьи, метаанализы, клинические исследования, международные консенсусы, клинические рекомендации. Для повышения специфичности и чувствительности поиска использовались логические операторы (AND OR). Найденные по запросу статьи просматривали на предмет их соответствия выбранным критериям и при положительном результате проводили анализ текста.

ГЛЮКОМЕТРЫ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

На смену традиционному СКГ приходят глюкометры с функцией беспроводной передачи данных об уровне гликемии.

iBGStar® представляет собой глюкометр, одобренный Food and Drug Administration (FDA) в 2011 г., способный подключаться к iPhone через док-разъем, приложение Diabetes Manager для хранения, визуализации и обмена с врачом результатами СКГ. В одноцентровом проспективном 6-месячном открытом исследовании 100 пациентов с СД 1-го типа были рандомизированы в соотношении 1:1 в контрольную группу с использованием СКГ с помощью Акку-Чек Нано и группу вмешательства с iBGStar®. Исходные демографические данные и значения HbA1c были одинаковыми в двух группах. Было отмечено значительное снижение значения HbA1c через 6 мес. в группе iBGStar® по сравнению с контрольной группой (-0,16 против -0,51, $p = 0,04$). Общая доза инсулина значительно увеличилась в группе iBGStar® через 3 мес., но не изменилась через 6 мес. Страх гипогликемии снизился в обеих группах через 6 мес. ($-1,4 \pm 10,0$ против $-3,9 \pm 12,5$, $p = 0,32$) [11]. Однако в многоцентровом открытом рандомизированном исследовании i-NewTrend с участием субъектов в возрасте 14–24 лет на базисном режиме ИТ, HbA1c $\geq 8,0\%$ и нерегулярным СКГ (т. е. $< 30\%$ от рекомендуемой частоты) iBGStar® не превосходил традиционный СКГ. Независимо от метода контроля гликемии увеличение количества тестов СКГ с 1 до 2 в день ассоциировалось со снижением уровня HbA1c в обеих группах без фармакологических вмешательств [12, 13].

Еще один пример: the Glucoonline® system состоит из глюкометра, подключаемого к смартфону с программным обеспечением для передачи данных ГК в режиме реального времени и удаленного сервера с системой поддержки принятия решений (СППР), выполняющего всесторонний анализ данных и обеспечивающего оперативную обратную связь. В трех специализированных центрах лечения СД в Италии было проведено проспективное рандомизированное контролируемое исследование the Glucoonline® system. Взрослые с СД 1-го типа и инсулинозависимым СД 2-го типа, неадекватным контролем гликемии и отсутствием тяжелых осложнений и/или сопутствующих заболеваний, связанных с СД, были рандомизированы для проведения телемедицинского

¹ International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 10th ed. 2021. Available at: <https://diabetesatlas.org/atlas/tenth-edition>.

² Паспорт стратегии цифровой трансформации отрасли «Здравоохранение» до 2024 г. и на плановый период до 2030 г. 2021. Режим доступа: <https://clck.ru/gcmkP>.

контроля, где пациенты получали оперативную обратную связь об уровне ГК и рекомендации по терапии от исследовательского персонала по телефону/SMS, когда это было необходимо (группа А), или стандартного (группа В) СКГ в течение 6 мес. Использование the Glucoonline® system привело к снижению HbA1c на 0,38% по сравнению с исходным уровнем и более высокой доле пациентов, достигших целевого уровня HbA1c менее 7%, по сравнению со стандартной терапией. Следует отметить, что преимущества были обнаружены уже после 3-месячного периода наблюдения и сохранялись до конца исследования. Таким образом, эта система телемониторинга в сочетании с СППР привела к статистически и клинически значимому улучшению метаболического контроля [14].

Мобильное приложение mySugr (Accu-Chek), запущенное в 2012 г., было разработано для поддержки пациентов в области самоконтроля СД. Пользователи могут загрузить все свои данные, предоставляя врачам точный обзор терапии, статистику и подробные дневники самоконтроля. Важной опцией приложения mySugr является немедленный доступ к сертифицированным преподавателям школы СД, когда это необходимо. С помощью алгоритмов выявляются и контролируются пациенты из группы риска [15].

Программа Livongo для лечения СД доступна в настоящее время в Соединенных Штатах Америки. Глюкометр Livongo является частью системы, в которую входит также «умная» облачная система и команда «виртуальной медицины». Устройство работает одновременно как глюкометр и шагомер, интегрируется с «умными» часами Apple, Fitbit и Samsung, позволяет использовать получаемые данные совместно с врачом, а также интегрировать эту информацию непосредственно в электронную медицинскую карту³. Взаимодействие между пациентами и сертифицированным членом команды Livongo происходит, когда значение гликемии, передаваемое через глюкометр, превышает 22,2 ммоль/л или ниже 2,8 ммоль/л или любые другие выбранные пороговые значения. Также существуют алгоритмические персонализированные сообщения, которые отправляются через глюкометр в ответ на каждое измерение гликемии. Например, если уровень ГК ниже 2,8 ммоль/л, сообщение на глюкометре будет выглядеть так: «Ваши показания очень низкие, выпейте 4 унции сока или примите 4 таблетки глюкозы и снова проверьте уровень ГК через 15 мин». Если значение ГК выше 22,2 ммоль/л: «Выпейте стакан воды, примите назначенное лекарство и снова проверьте ГК через 30 мин» [16].

Влияние программы Livongo на HbA1c, диапазоны уровня ГК и результаты скринингового опроса на депрессию (опросник PHQ-2) оценивали в течение 12 мес. в проспективной когорте, набранной из the Health Diabetes Home for Healthy Living Университета Южной Флориды. Среднее снижение уровня HbA1c составило 0,66% ($p = 0,17$). Одновременно произошло снижение показателей уровня ГК < 3,9 ммоль/л на 17%. Участники

с СД 2-го типа, не использующие инсулин, имели значения уровня ГК в пределах целевого диапазона (3,9–10 ммоль/л) в 89% случаев. Участники с СД 2-го типа на ИТ находились в целевом диапазоне в 68% случаев, а с СД 1-го типа – в 58% случаев. Средние баллы по шкале PHQ-2 за исследуемый период снизились на 0,56 балла [17].

В настоящее время в РФ внедряются следующие системы для дистанционного контроля гликемии с помощью глюкометра: MEQNET SMBG Viewer совместно с глюкометром GLUCOCARD Σ-plus; приложение CONTOUR DIABETES, работающее с глюкометром Contour Plus One; приложение OneTouch Reveal к глюкометрам OneTouch Verio Reflect и OneTouch Select Plus Flex; приложение и глюкометр Сателлит Online.

MEQNET SMBG Viewer – программное обеспечение для управления данными глюкометра, предназначенное для использования медицинскими работниками с целью просмотра, печати и вывода отчетов в различных форматах⁴. CONTOUR DIABETES позволяет пользователю отправлять следующие данные своему врачу заранее или в день приема по электронной почте или другим удобным способом: (1) отчет об уровне ГК за последние 90 дней; (2) дневник СКГ с детальным еженедельным отчетом с подробными данными и средними значениями ГК, введенного инсулина, приемами пищи и уровнем физической активности; (3) любой файл необработанных данных⁵.

Приложение OneTouch Reveal, выпущенное в 2021 г., также собирает данные глюкометра и предоставляет аналитику, помогающую визуализировать гликемические тенденции и закономерности, что позволяет принимать более обоснованные решения о лечении и образе жизни. Пациенты и медработники могут поддерживать связь, обмениваясь текстовыми сообщениями или отчетами о ходе работы по электронной почте. Использование OneTouch Reveal было связано со значительным улучшением гликемического контроля через 12 и 24 нед., более значимо у участников с СД 2-го типа и у тех, кто получил наибольшее количество текстовых сообщений от врача [18].

В декабре 2022 г. регистрационное удостоверение получила система дистанционного мониторинга гликемии Сателлит Online, в состав которой входит глюкометр Сателлит Online, мобильное приложение с одноименным названием и облачная система vdiabete.com для хранения и обработки данных. Пациент может добавлять наблюдателей, а именно врача, близких людей. Система может предоставлять 14-дневный отчет с расчетом времени в целевом диапазоне (TIR – time in range), времени выше (TAR – time above range) и ниже целевого диапазона (TBR – time below range), отражением введенных пациентом сведений электронного дневника самоконтроля (уровень гликемии, количество употребленных хлебных единиц, введенного инсулина, данные о физической активности (доступна синхронизация с Google Fit).

⁴ MEQNET SMBG Viewer 2.0 Installation Guide. Available at: http://www.medista.cz/docs/GLUCOCARD/Installation_Guide_MEQNET_SMBG_Viewer_2.0.pdf.

⁵ Приложение Контур Диабетис (CONTOUR DIABETES). Режим доступа: <https://www.diabetes.ascensia.com.ru/products/contour-diabetes-app>.

³ Глюкометр, который обновляется дистанционно. Режим доступа: <https://evercare.ru/livongo-second-edition>.

НЕПРЕРЫВНЫЙ МОНИТОРИНГ ГЛЮКОЗЫ

Метод НМГ применяется с 1964 г., когда был изобретен первый прибор, способный непрерывно измерять уровень ГК, а также вводить инсулин и глюкагон – инсулиновая помпа Biostator® GCIIIS (Glucose Controlled Insulin Infusion System) [19]. В результате обширных исследований и разработок в 1999 г. и начале 2000 г. появились первые поступающие на рынок трансдермальные имплантируемые датчики глюкозы [20].

Доступные в настоящее время системы НМГ могут быть разделены на три категории: (1) постоянный НМГ в «слепо» режиме, или т. н. профессиональный НМГ, позволяет оценить уровень глюкозы за короткий промежуток времени (от несколько дней до 2 нед.) ретроспективно; (2) постоянный НМГ в реальном времени отражает текущий уровень глюкозы, тенденции (направления и скорости) изменения глюкозы, график глюкозы за предыдущее время (в т. ч. вариабельность); (3) периодически сканируемый/просматриваемый НМГ или ФМГ не отображает данные об уровне глюкозы автоматически, а только при приближении на короткое расстояние сканера (ридера) или смартфона с установленным специальным приложением к датчику (сенсору). ФМГ предоставляет информацию о текущем уровне глюкозы, тенденции (направления и скорости) изменения глюкозы, график глюкозы за предыдущее время (в т. ч. вариабельность), не требует калибровки [21]. В рамках дистанционного мониторинга глюкозы наибольший интерес представляют НМГ в реальном времени и ФМГ.

К доступным в РФ приборам для проведения НМГ в режиме «реального времени» относятся: инсулиновая помпа Paradigm Real-Time MMT-722/522 (Medtronic, США), инсулиновая помпа Paradigm Veo MMT-754/554 (Medtronic, США), Guardian Real-Time (Medtronic, США) [22], MiniMed 640G, MiniMed 720G, MiniMed 740G, MiniMed 780G (Medtronic, США). Согласно приказу Министерства здравоохранения РФ от 22.01.2021 №22н «Об утверждении стандарта медицинской помощи детям при СД 1-го типа (диагностика и лечение)», дети также обеспечиваются датчиками ФМГ FreeStyle Libre⁶.

В последнее десятилетие производители НМГ приложили много усилий, чтобы преодолеть проблемы недостаточной точности устройств первого поколения [23]. Показатель MARD (mean absolute relative difference) стал предпочтительной метрикой для оценки точности датчика. Хотя его легко вычислить, и он выражается одним числом, на MARD влияет дизайн исследования, поэтому сравнение MARD датчиков из разных исследований может вводить в заблуждение [24]. Чем ниже MARD, тем выше точность устройства (MARD при СКГ от 5 до 10%) [23].

Первым продуктом нового поколения стала система Medtronic Enlite CGM. Это устройство, помимо достижения MARD 13,6%, по сравнению с MARD датчиков первого поколения, достигавшего 16,7%, увеличило время

ношения с 3 до 6 дней. Кроме того, оно стало более удобным за счет уменьшения размера и веса, было спроектировано так, чтобы быть водонепроницаемым, а также позволяло запоминать уровень ГК до 10 ч, если по каким-либо причинам соединение с трансмиттером было прервано [23]. Сенсор Enlite используется для НМГ в сочетании с трансмиттером (небольшим устройством для передачи данных с сенсора на помпу) с инсулиновыми помпами Medtronic MMT-722/522, MMT-754/554, MiniMed 640G, а также с приборами НМГ Guardian Connect и iPro2. Калибровка сенсора требуется каждые 12 ч. К преимуществам относятся оповещения о гипо-/гипергликемии.

Помпа MiniMed 640G с функцией SmartGuard сочетает в себе оповещения с автоматической приостановкой подачи базального инсулина для прогнозирования низкого уровня глюкозы с целью предотвращения эпизода гипогликемии [25]. Многоцентровое исследование с участием детей с СД показало, что технология SmartGuard значительно снижает риск гипогликемии без повышения уровня HbA1c [26].

В 24-недельном многоцентровом проспективном открытом контролируемом клиническом исследовании, в которое были включены 180 детей и подростков с СД 1-го типа на помповой ИТ Medtronic Paradigm (Medtronic MiniMed, США) не менее 6 мес., оценивалось использование удаленной поддержки и ее влияние на гликемический контроль, качество жизни и частоту острых осложнений. Снижение уровня HbA1c к концу исследования относительно исходного было статистически значимо больше в группе дистанционного консультирования (ДК): 1,17% по сравнению с 0,59% в группе традиционного контроля (ТК) ($p < 0,05$). Доля пациентов, которые достигли целевого уровня HbA1c ($< 7,5\%$), была статистически значимо выше в группе ДК (32%) по сравнению с группой ТК (12,5%, $p < 0,05$). За время исследования частота эпизодов диабетического кетоацидоза и тяжелой гипогликемии в группе ДК статистически значимо была ниже [27].

В 2015 г. Dexcom представила G5 Mobile, достигший MARD 9%, время ношения 7 дней, позволяющий, в отличие от Dexcom G4 Platinum, напрямую передавать данные на мобильный телефон пользователя без необходимости использования специального приемника [28], кроме того, имеющий оповещения о гипо-/гипергликемии. Системы для НМГ G5 Mobile официально одобрены FDA для использования с целью коррекции доз инсулина без проверки результатов по глюкометру [19], однако каждые 12 ч необходима калибровка.

В 2016 г. Abbott выпустила датчик FreeStyle Libre, который в многоцентровом проспективном клиническом исследовании продемонстрировал MARD 11,4% [29]. Кроме того, срок службы устройства увеличился до 14 дней. В отличие от устройств Dexcom или Medtronic CGM, FreeStyle Libre не подает никаких сигналов тревоги, если уровень ГК выходит за пределы безопасного гликемического диапазона, и для получения информации о ГК пациенту требуется поднести ридер к датчику хотя бы один раз в каждые 8 ч, чтобы не потерять данные. По этой

⁶ Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 22.01.2021 №22н «Об утверждении стандарта медицинской помощи детям при сахарном диабете 1-го типа (диагностика и лечение)». Зарегистрирован 18.02.2021 №62543. Режим доступа: <https://cdnstatic.rg.ru/uploads/attachments/204/59/80/62543.pdf>.

причине FreeStyle Libre был отнесен к устройствам ФМГ, которые непрерывно измеряют уровень ГК, но отображают измеренные значения только после использования ридера. FreeStyle Libre был первым устройством для мониторинга глюкозы, которое не требовало калибровки [23]. Датчик интегрируется с LibreLinkUp (приложение для смартфона) и LibreView (облачная система данных), что позволяет лицам, осуществляющим уход, и медицинским работникам удаленно контролировать близких и пациентов по мере необходимости.

Следуя этой технологической тенденции, Dexcom запустила в 2017 г. G6, систему НМГ, которую можно использовать без калибровки в течение 10 дней подряд, обеспечивая ту же точность, что и G5 Mobile⁷. В том же году Medtronic представила Guardian Sensor 3, точность которого была определена количественно как 10,6% и 9,1% MARD при установке на область живота и плеча соответственно [30]. Этот датчик на 80% меньше, чем Enlite, и обеспечивает срок службы датчика до 7 дней, а также более короткое время запуска [23]. Guardian Sensor 3 может использоваться с инсулиновыми помпами, поддерживающими Bluetooth-соединение с мобильным приложением MiniMed: MiniMed 720G, MiniMed 740G, MiniMed 780G. Система MiniMed 720G заранее предупреждает о приближении гипо-/гипергликемии; система MiniMed 740G с технологией SmartGuard прогнозирует гипогликемию и заблаговременно останавливает введение инсулина; MiniMed 780G с функцией SmartGuard с технологией гибридного замкнутого контура обеспечивает возможность функционирования технологии автоматического регулирования вводимой дозы базального инсулина на основании данных системы НМГ, подбирая необходимую пациенту дозу с частотой раз в 5 мин, а также автоматического введения коррекционной болюсной дозы (при необходимости) для предотвращения гипергликемии. Удаленный доступ к данным может быть настроен с помощью мобильного приложения CareLink Connect.

В 2018 г. Abbott выпустила FreeStyle Libre 2, которая успешно получила знак Conformité Européenne (CE) и улучшила Libre, добавив интеллектуальные сигналы тревоги⁸, MARD у взрослых составил 9,2% [31]. Рандомизированное клиническое исследование FreeStyle Libre 2 по сравнению с СКГ показало, что FreeStyle Libre 2 приводит к значительному снижению уровня HbA1c через 24 нед. у людей с СД 1-го типа [32]. В 2022 г. вышла система FreeStyle Libre 3 размером всего в две сложенные друг на друга пенни, которая автоматически отправляет поминутные показания уровня глюкозы в режиме реального времени на совместимый смартфон без сканирования, имеет диапазон Bluetooth до 10 м, дополнительные сигналы тревоги⁹, MARD составляет 7,6% для взрослых [33].

В рандомизированном перекрестном исследовании QUEST дети в возрасте от 6 до 14 лет, использующие помповую ИТ в течение не менее 6 мес., были разделены на 2 группы: помповая ИТ с ФМГ FreeStyle Libre (группа А) или помповая ИТ с SmartGuard (группа В), наблюдались в течение 10 нед. Разница в процентах времени достижения целевого уровня гликемии (3,9–8,0 ммоль/л) менее 3 ммоль/л, более 8 и 10 ммоль/л анализировалась с использованием линейных смешанных моделей в течение последней недели каждой группы и контролировалась методом слепого НМГ (iPro2). В этом исследовании не было обнаружено существенной разницы в гликемическом контроле групп А и В. Решение всех семей продолжать НМГ после исследования свидетельствует о положительном влиянии с предпочтением SmartGuard [34].

Дополнительные устройства (трансммиттеры) позволяют преобразовать FreeStyle Libre в систему НМГ. Трансммиттеры (Blucon (Ambrosia Systems, США), MiaoMiao (Китай) и др.) считывают данные с сенсора и отправляют их на устройство с поддержкой Bluetooth, благодаря чему пользователь автоматически получает данные глюкозы и оповещения. Использование этих устройств, по данным опроса, значительно снижает уровень HbA1c, число эпизодов гипогликемии и улучшает качество жизни (на основании самооценок ограничений в повседневной деятельности, социальных контактах, занятиях спортом). Тем не менее пациенты должны быть осторожны, т. к. эта система не одобрена FDA [35]. Измерения, записанные системой FreeStyle Libre с трансмиттером, оказались сравнимы с данными ФМГ только при выполнении ежедневных калибровок [36].

В феврале 2022 г. FDA одобрила систему НМГ Eversense E3, состоящую из имплантируемого флуоресцентного датчика, который можно носить под кожей непрерывно до 180 дней, трансмиттера, который можно снять с плеча в любое время, за исключением периода калибровки, но это приостановит сбор данных, и мобильного приложения для отображения значений ГК, ее тенденций. Датчик размером примерно 3,5 мм x 18,3 мм устанавливается медработником путем небольшого (около 5 мм) разреза на коже задней поверхности плеча с помощью специального инструмента для введения, поверх разреза накладывают Steri-strips и Tegaderm, а затем трансмиттер. Датчик имеет силиконовое кольцо, содержащее небольшое количество ацетата дексаметазона, который сводит к минимуму воспалительные реакции (применяется и на других медицинских устройствах, например, кардиостимуляторах). Трансммиттер также обеспечивает оповещение о гипо-/гипергликемии на основе настроек, запрограммированных пользователем, путем вибраций. Систему необходимо калибровать 1–2 раза в день, проверяя образец крови из пальца с помощью глюкометра¹⁰. Клинические испытания доказали, что система Eversense является точной, MARD составил 8,5% [37], и безопасной [37–42].

Реальное клиническое использование системы Eversense в течение 180 дней было связано со

⁷ Dexcom Inc. FDA authorizes marketing of the new Dexcom G6 CGM eliminating the need for fingerstick blood testing for people with diabetes. Available at: <https://www.dexcom.com/news/fda-authorizes-dexcom-g6>.

⁸ Abbott. Abbott's FreeStyle Libre 2, with optional real-time alarms, secures CE mark for use in Europe. Available at: <https://abbott.mediaroom.com/2018-10-01-Abbott-s-FreeStyle-R-Libre-2-with-Optional-Real-Time-Alarms-Secures-CE-Mark-for-Use-in-Europe>.

⁹ FreeStyle Libre 3: Welcome to the U.S. Available at: <https://www.abbott.com/corppr/newsroom/strategy-and-strength/freestyle-libre3-welcome-to-the-us.html>.

¹⁰ Senseonics, Inc. Eversense E3 User Guide. Available at: https://www.eversensedabetes.com/wp-content/uploads/LBL-4002-01-001-Rev-E_Eversense-E3-User-Guide_mgdL_R2_web-1.pdf.

значительным улучшением показателей HbA1c у взрослых с СД 1-го типа [42]. Рандомизированное клиническое исследование среди взрослых с СД 1-го типа, склонных к гипогликемии, во Франции показало, что система Eversense может значительно снизить TBR (<3 ммоль/л) у пациентов с СД 1, склонных к гипогликемии [43].

Седьмое поколение (G7) Dexcom было разработано для улучшения производительности и удобства использования, в настоящее время доступен в Великобритании, Ирландии, Германии, Австрии и Гонконге. Размер G7 на 60% меньше, чем у G6, и каждый датчик включает в себя собственный одноразовый трансмиттер. G7 имеет автоматическую установку, 27-минутный период прогрева (по сравнению с 2 ч для G6) и 12-часовой льготный период после окончания срока работы сенсора (возможна смена датчика без потери показаний), Bluetooth с низким энергопотреблением для передачи данных в радиусе 6,58 м. Для датчиков, размещенных на руке и животе, общие значения MARD составляют 8,2% и 9,1% соответственно. G7 также предлагает функцию удаленного мониторинга в режиме реального времени («совместное использование»), которая может оказаться полезной для лиц, осуществляющих уход, и поставщиков медицинских услуг [44].

Компания Medtronic в 2022 г. на 82-й научной сессии Американской диабетической ассоциации (ADA – the American Diabetes Association) представила последние данные о системе MiniMed 780G с новейшим датчиком Guardian 4 Sensor. Было продемонстрировано улучшение показателей гликемии, которые соответствуют согласованным рекомендациям о 70% TIR при меньшем вмешательстве самого пользователя¹¹.

Поскольку количество больных СД увеличивается день ото дня, исследователи работают над созданием неинвазивного устройства для контроля гликемии, которое было бы безболезненным, экономичным и точным [45]. Например, SugarBEAT (однодневный неинвазивный датчик)¹², LIFELEAF (неинвазивный оптический датчик в виде смарт-часов)¹³, имеющие функцию дистанционного мониторинга.

Проект Nightscout – это яркий пример разработанных пациентами технологий «сделай сам» (“do it yourself” – DIY)

с открытым исходным кодом для поддержки лечения СД 1-го типа. Это началось в 2013 г., когда отец четырехлетнего ребенка с недавно диагностированным СД 1-го типа осознал необходимость контролировать уровень ГК своего ребенка в режиме реального времени, когда тот был в школе. Впоследствии Nightscout, помимо дистанционного мониторинга, приобрел усовершенствованную визуализацию данных, взаимодействие с пользователем, подключение СППР [46]. Nightscout также используется пациентами для системы замкнутого цикла (т. н. «искусственной» поджелудочной железы). Nightscout – образец ориентированного на пациента подхода к производству медицинских услуг, содержащий важные уроки для новой эры медицины, основанной на вовлечении пациентов, мобильных и телемедицинских технологиях, облачных системах данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование функции дистанционного мониторинга гликемии, доступность данных о пациентах с СД в режиме реального времени и возможность обратной связи может повысить эффективность и результативность принятия клинических решений [18]. Усовершенствованная диабетическая технология поможет людям с СД безопасно и эффективно достичь целевых показателей гликемии, улучшить качество жизни [47].

Кроме того, данные дистанционного мониторинга гликемии могут быть объединены с другими источниками клинических сведений, включая регистры, электронные медицинские карты, что обеспечит их важную клиническую контекстуализацию. Это позволит создать цифровую экосистему данных о СД, которую можно будет использовать для извлечения новой информации о механизмах прогрессирования СД и разработки передовой аналитики для персонализированного лечения СД и предотвращения связанных с ним осложнений [23]. Положительные перспективы предоставляет реализуемый в РФ проект «Персональные медицинские помощники» «Стратегии цифровой трансформации отрасли «Здравоохранение» до 2024 г. и на плановый период до 2030 г.». Развитие технологии дистанционного мониторинга должно привести к увеличению продолжительности жизни и повышению доступности медицинской помощи населению. 

Поступила / Received 25.02.2023

Поступила после рецензирования / Revised 10.03.2023

Принята в печать / Accepted 15.03.2023

¹¹ Medtronic announces latest data on MiniMed™ 780G system with the newest Guardian™ 4 sensor at American Diabetes Association 82nd Scientific Sessions. Available at: <https://news.medtronic.com/Medtronic-Announces-Latest-Data-on-MiniMed-TM-780G-system-with-the-newest-Guardian-TM-4-sensor-at-American-Diabetes-Association-82nd-Scientific-Sessions>.

¹² SugarBEAT 2017. Available at: <https://sugarbeat.com/home>.

¹³ LifePlus Inc. Available at: <https://www.lifeplus.ai/lifeleaf>.

Список литературы / References

1. Nathan D.M., Genuth S., Lachin J., Cleary P., Crofford O., Davis M. et al. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med.* 1993;329(14):977–986. <https://doi.org/10.1056/NEJM199309303291401>.
2. Intensive Diabetes Treatment and Cardiovascular Outcomes in Type 1 Diabetes: The DCCT/EDIC Study 30-Year Follow-up. *Diabetes Care.* 2016;39(5):686–693. <https://doi.org/10.2337/dc15-1990>.
3. Ohkubo Y., Kishikawa H., Araki E., Miyata T., Isami S., Motoyoshi S. et al. Intensive insulin therapy prevents the progression of diabetic microvascular complications in Japanese patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus: a randomized prospective 6-year study. *Diabetes Res Clin Pract.* 1995;28(2):103–117. [https://doi.org/10.1016/0168-8227\(95\)01064-K](https://doi.org/10.1016/0168-8227(95)01064-K).
4. Laiteerapong N., Ham S.A., Gao Y., Moffet H.H., Liu J.Y., Huang E.S., Karter A.J. The legacy effect in type 2 diabetes: impact of early glycemic control on future complications (The Diabetes & Aging Study). *Diabetes Care.* 2019;42(3):416–426. <https://doi.org/10.2337/dc17-1144>.
5. Diabetes Technology: Standards of Medical Care in Diabetes – 2020. *Diabetes Care.* 2020;43(1):S77–S88. <https://doi.org/10.2337/dc20-S007>.
6. Klonoff D.C. Telemedicine for Diabetes: Current and Future Trends. *J Diabetes Sci Technol.* 2015;10(1):3–5. <https://doi.org/10.1177/1932296815622349>.

7. Lee P.A., Greenfield G., Pappas Y. The impact of telehealth remote patient monitoring on glycemic control in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of systematic reviews of randomized controlled trials. *BMC Health Serv Res.* 2018;18(1):495. <https://doi.org/10.1186/s12913-018-3274-8>.
8. Dixon R.F., Zisser H., Layne J.E., Barleen N.A., Miller D.P., Moloney D.P. et al. A Virtual Type 2 Diabetes Clinic Using Continuous Glucose Monitoring and Endocrinology Visits. *J Diabetes Sci Technol.* 2020;14(5):908–911. <https://doi.org/10.1177/1932296819888662>.
9. Eberle C., Stichling S. Telemetric Interventions Offer New Opportunities for Managing Type 1 Diabetes Mellitus: Systematic Meta-review. *JMIR Diabetes.* 2021;6(1):e20270. <https://doi.org/10.2196/20270>.
10. Onishi Y., Yoshida Y., Takao T., Tahara T., Kikuchi T., Kobori T. et al. Diabetes management by either telemedicine or clinic visit improved glycemic control during the coronavirus disease 2019 pandemic state of emergency in Japan. *J Diabetes Investig.* 2022;13(2):386–390. <https://doi.org/10.1111/jdi.13546>.
11. Garg S.K., Shah V.N., Akturk H.K., Beatson C., Snell-Bergeon J.K. Role of Mobile Technology to Improve Diabetes Care in Adults with Type 1 Diabetes: The Remote-T1D Study iBGStar® in Type 1 Diabetes Management. *Diabetes Ther.* 2017;8(4):811–819. <https://doi.org/10.1007/s13300-017-0272-5>.
12. Nicolucci A., Rossi M.C., Cherubini V., Iafusco V., Pellegrini F., Di Bartolo P. Comparative Efficacy of iBGStar™ Glucose Meter vs. A Traditional Glucose Meter in Type 1 Diabetes. *J Diabetes Metab.* 2014;5:382. <https://doi.org/10.4172/2155-6156.1000382>.
13. Di Bartolo P., Nicolucci A., Cherubini V., Iafusco D., Scardapane M., Rossi M.C. Young patients with type 1 diabetes poorly controlled and poorly compliant with self-monitoring of blood glucose: can technology help? Results of the i-NewTrend randomized clinical trial. *Acta Diabetol.* 2017;54(4):393–402. <https://doi.org/10.1007/s00592-017-0963-4>.
14. Di Molfetta S., Patruño P., Cormio S., Cignarelli A., Paleari R., Mosca A. et al. A telemedicine-based approach with real-time transmission of blood glucose data improves metabolic control in insulin-treated diabetes: the DIAMONDS randomized clinical trial. *J Endocrinol Invest.* 2022;45(9):1663–1671. <https://doi.org/10.1007/s40618-022-01802-w>.
15. Debono F., Mayer H., Kober J. Real-World Assessments of mySugr Mobile Health App. *Diabetes Technol Ther.* 2019;21(2): S235–S240. <https://doi.org/10.1089/dia.2019.0019>.
16. Bolyky J.B., Bravata D., Yang J., Williamson M., Schneider J. Remote Lifestyle Coaching Plus a Connected Glucose Meter with Certified Diabetes Educator Support Improves Glucose and Weight Loss for People with Type 2 Diabetes. *J Diabetes Res.* 2018;2018:3961730. <https://doi.org/10.1155/2018/3961730>.
17. Bolyky J.B., Melton S.T., Xu T., Painter S.L., Knox B. The Effect of a Cellular-Enabled Glucose Meter on Glucose Control for Patients With Diabetes: Prospective Pre-Post Study. *JMIR Diabetes.* 2020;5(3):e21993. <https://doi.org/10.2196/14799>.
18. Grady M., Katz L.B., Cameron H., Levy B.L. Diabetes App-Related Text Messages From Health Care Professionals in Conjunction With a New Wireless Glucose Meter With a Color Range Indicator Improves Glycemic Control in Patients With Type 1 and Type 2 Diabetes: Randomized Controlled Trial. *JMIR Diabetes.* 2017;2(2):e19. <https://doi.org/10.2196/diabetes.7454>.
19. Климонтов В.В., Мясина Н.Е. *Вариабельность гликемии при сахарном диабете*. Новосибирск; 2016. 252 с.
20. Klimontov V.V., Myasina N.E. *Glycaemic variability in diabetes*. Novosibirsk; 2016. 252 p. (In Russ.)
21. Didyuk O., Econom N., Guardia A., Livingston K., Klueh U. Continuous Glucose Monitoring Devices: Past, Present, and Future Focus on the History and Evolution of Technological Innovation. *J Diabetes Sci Technol.* 2021;15(3):676–683. <https://doi.org/10.1177/1932296819899394>.
22. Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю., Мокришева Н.Г., Викулова О.К., Галстян Г.Р. и др. «Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом». Под редакцией И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова. 10-й выпуск. *Сахарный диабет*. 2021;15(1):1–148. <https://doi.org/10.14341/DM12802>.
23. Dedov I.I., Shestakova M.V., Mayorov A.Yu., Mokrysheva N.G., Vikulova O.K., Galstyan G.R. et al. Standards of specialized diabetes care. Edited by Dedov I.I., Shestakova M.V., Mayorov A.Yu. 10th edition. *Diabetes Mellitus*. 2021;15(1):1–148. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/DM12802>.
24. Шестакова М.В., Майоров А.Ю., Филиппов Ю.И., Ибрагимова Л.И., Пекарева Е.В., Лаптев Д.Н. *Федеральные клинические рекомендации по помповой инсулинотерапии и непрерывному мониторингованию гликемии у больных сахарным диабетом*. М.; 2016.
25. Shestakova M.V., Mayorov A.Yu., Filippov Yu.I., Ibragimova L.I., Pekareva E.V., Laptev D.N. *Federal clinical guidelines on insulin pump therapy and continuous glucose monitoring for diabetes mellitus patients*. Moscow; 2016. (In Russ.)
26. Cappon G., Vettoretti M., Sparacino G., Facchinetti A. Continuous Glucose Monitoring Sensors for Diabetes Management: A Review of Technologies and Applications. *Diabetes Metab J.* 2019;43(4):383–397. <https://doi.org/10.4093/dmj.2019.0121>.
27. Kirchsteiger H., Heinemann L., Freckmann G., Lodwig V., Schmelzeisen-Redeker G., Schoemaker M., del Re L. Performance Comparison of CGM Systems: MARD Values Are Not Always a Reliable Indicator of CGM System Accuracy. *J Diabetes Sci Technol.* 2015;9(5):1030–1040. <https://doi.org/10.1177/19322968155860>.
28. Schierloh U., Aguayo G.A., Fichelle M., De Melo Dias C., Celebic A., Vaillant M. et al. Effect of predicted low suspend pump treatment on improving glycemic control and quality of sleep in children with type 1 diabetes and their caregivers: the QUEST randomized crossover study. *Trials.* 2018;19(1):665. <https://doi.org/10.1186/s13063-018-3034-4>.
29. Biester T., Kordonouri O., Holder M., Remus K., Kieninger-Baum D., Wadien T., Danne T. "Let the Algorithm Do the Work": Reduction of Hypoglycemia Using Sensor-Augmented Pump Therapy with Predictive Insulin Suspension (SmartGuard) in Pediatric Type 1 Diabetes Patients. *Diabetes Technol Ther.* 2017;19(3):173–182. <https://doi.org/10.1089/dia.2016.0349>.
30. Лаптев Д.Н., Емельянов А.О., Самойлова Ю.Г., Храмова Е.Б., Петрайкина Е.Е., Рыбкина И.Г. и др. Дистанционное наблюдение и лечение детей и подростков с сахарным диабетом 1-го типа. *Проблемы эндокринологии*. 2020;4(4):50–60. <https://doi.org/10.14341/probl12201>.
31. Laptev D.N., Emelyanov A.O., Samoilova Yu.G., Khramova E.B., Petraiikina E.E., Rybkina I.G. et al. Remote monitoring and treatment of children and adolescents with type 1 diabetes. *Problemy Endokrinologii*. 2020;66(4):50–60. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/probl12201>.
32. Bailey T.S., Chang A., Christiansen M. Clinical accuracy of a continuous glucose monitoring system with an advanced algorithm. *J Diabetes Sci Technol.* 2015;9(2):209–214. <https://doi.org/10.1177/1932296814559746>.
33. Eberle C., Stichling S. Telemetric Interventions Offer New Opportunities for Managing Type 1 Diabetes Mellitus: Systematic Meta-review. *JMIR Diabetes.* 2021;6(1):e20270. <https://doi.org/10.2196/20270>.
34. Christiansen M.P., Garg S.K., Braz R., Bode B.W., Bailey T.S., Slover R.H. et al. Accuracy of a Fourth-Generation Subcutaneous Continuous Glucose Sensor. *Diabetes Technol Ther.* 2017;19(8):446–456. <https://doi.org/10.1089/dia.2017.0087>.
35. Alva S., Bailey T., Braz R., Budiman E.S., Castorino K., Christiansen M.P. et al. Accuracy of a 14-Day Factory-Calibrated Continuous Glucose Monitoring System With Advanced Algorithm in Pediatric and Adult Population With Diabetes. *J Diabetes Sci Technol.* 2022;16(1):70–77. <https://doi.org/10.1177/1932296820958754>.
36. Leelarathna L., Evans M.L., Neupane S., Rayman G., Lumley S., Cranston I. et al. Intermittently Scanned Continuous Glucose Monitoring for Type 1 Diabetes. *N Engl J Med.* 2022;387(16):1477–1487. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2205650>.
37. Alva S., Braz R., Castorino K., Liljenquist D., Liu H., Kipnes M. *Performance of the FreeStyle Libre 3 System*. Scientific Sessions; New Orleans, LA., 2022.
38. Schierloh U., Aguayo G.A., Schritza A., Fichelle M., De Melo Dias C., Vaillant M.T. et al. Intermittent Scanning Glucose Monitoring or Predicted Low Suspend Pump Treatment: Does It Impact Time in Glucose Target and Treatment Preference? The QUEST Randomized Crossover Study. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022;13:870916. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.870916>.
39. Christiansen M.P., Klaff L.J., Bailey T.S., Braz R., Carlson G., Tweden K.S. A Prospective Multicenter Evaluation of the Accuracy and Safety of an Implanted Continuous Glucose Sensor: The PRECISION Study. *Diabetes Technol Ther.* 2019;21(5):231–237. <https://doi.org/10.1089/dia.2019.0020>.
40. Villa-Tamayo M.F., Builes-Montano C.E., Ramirez-Rincón A., Carvajal J., Rivadeneira P.S. Accuracy of an Off-Label Transmitter and Data Manager Paired With an Intermittent Scanned Continuous Glucose Monitor in Adults With Type 1 Diabetes. *J Diabetes Sci Technol.* 2022;19322968221133405. <https://doi.org/10.1177/19322968221133405>.
41. Garg S.K., Liljenquist D., Bode B., Christiansen M.P., Bailey T.S., Braz R.L. et al. Evaluation of Accuracy and Safety of the Next-Generation Up to 180-Day Long-Term Implantable Eversense Continuous Glucose Monitoring System: The PROMISE Study. *Diabetes Technol Ther.* 2022;24(2):84–92. <https://doi.org/10.1089/dia.2021.0182>.
42. Kropff J., Choudhary P., Neupane S., Barnard K., Bain S.C., Kapitza C. et al. Accuracy and Longevity of an Implantable Continuous Glucose Sensor in the PRECISE Study: A 180-Day, Prospective, Multicenter, Pivotal Trial. *Diabetes Care.* 2017;40(1):63–68. <https://doi.org/10.2337/dc16-1525>.
43. Christiansen M.P., Klaff L.J., Braz R., Chang A.R., Levy C.J., Lam D. et al. A Prospective Multicenter Evaluation of the Accuracy of a Novel Implanted Continuous Glucose Sensor: PRECISE II. *Diabetes Technol Ther.* 2018;20(3):197–206. <https://doi.org/10.1089/dia.2017.0142>.
44. Christiansen M.P., Klaff L.J., Bailey T.S., Braz R., Carlson G., Tweden K.S. A Prospective Multicenter Evaluation of the Accuracy and Safety of an Implanted Continuous Glucose Sensor: The PRECISION Study. *Diabetes Technol Ther.* 2019;21(5):231–237. <https://doi.org/10.1089/dia.2019.0020>.
45. Deiss D., Irace C., Carlson G., Tweden K.S., Kaufman F.R. Real-World Safety of an Implantable Continuous Glucose Sensor Over Multiple Cycles of Use:

- A Post-Market Registry Study. *Diabetes Technol Ther.* 2020;22(1):48–52. <https://doi.org/10.1089/dia.2019.0159>.
42. Irace C., Cutruzzolà A., Nuzzi A., Assaloni R., Brunato B., Pitocco D. et al. Clinical use of a 180-day implantable glucose sensor improves glycated haemoglobin and time in range in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Obes Metab.* 2020;22(7):1056–1061. <https://doi.org/10.1111/dom.13993>.
 43. Renard E., Riveline J.P., Hanaire H., Guerzi B. Reduction of clinically important low glucose excursions with a long-term implantable continuous glucose monitoring system in adults with type 1 diabetes prone to hypoglycaemia: the France Adoption Randomized Clinical Trial. *Diabetes Obes Metab.* 2022;24(5):859–867. <https://doi.org/10.1111/dom.14644>.
 44. Garg S.K., Kipnes M., Castorino K., Bailey T.S., Akturk H.K., Welsh J.B. et al. Accuracy and Safety of Dexcom G7 Continuous Glucose Monitoring in Adults with Diabetes. *Diabetes Technol Ther.* 2022;24(6):373–380. <https://doi.org/10.1089/dia.2022.0011>.
 45. Hina A., Saadeh W. Noninvasive Blood Glucose Monitoring Systems Using Near-Infrared Technology-A Review. *Sensors (Basel).* 2022;22(13):4855. <https://doi.org/10.3390/s22134855>.
 46. Ng M., Borst E., Garrity A., Hirschfeld E., Lee J. Evolution of Do-It-Yourself Remote Monitoring Technology for Type 1 Diabetes. *J Diabetes Sci Technol.* 2020;14(5):854–859. <https://doi.org/10.1177/1932296819895537>.
 47. Grunberger G., Sherr J., Allende M., Blevins T., Bode B., Handelsman Y. et al. American Association of Clinical Endocrinology Clinical Practice Guideline: The Use of Advanced Technology in the Management of Persons With Diabetes Mellitus. *Endocr Pract.* 2021;27(6):505–537. <https://doi.org/10.1016/j.eprac.2021.04.008>.

Информация об авторах:

Суплотова Людмила Александровна, д.м.н., профессор, заведующая курсом эндокринологии кафедры терапии с курсами эндокринологии, функциональной и ультразвуковой диагностики, Тюменский государственный медицинский университет; 625023, Россия, Тюмень, ул. Одесская д. 54; suplotova@mail.ru

Алиева Оксана Олимжоновна, ординатор-эндокринолог кафедры терапии с курсами эндокринологии, функциональной и ультразвуковой диагностики, Тюменский государственный медицинский университет; 625023, Россия, Тюмень, ул. Одесская д. 54; dr.alieva@inbox.ru

Information about the authors:

Lyudmila A. Suplotova, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Course of the Endocrinology, Department of Therapy with Courses of Endocrinology, Functional and Ultrasound Diagnostics, Tyumen State Medical University; 54, Odesskaya St., Tyumen, 625023, Russia; suplotova@mail.ru

Oksana O. Alieva, Endocrinology Resident, Department of Therapy with Courses of Endocrinology, Functional and Ultrasound Diagnostics, Tyumen State Medical University; 54, Odesskaya St., Tyumen, 625023, Russia; dr.alieva@inbox.ru