

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА ГЛЮКОЗЫ, ИМЕЮЩИХ ФУНКЦИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ, У ДЕТЕЙ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 1 ТИПА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТРЕХЛЕТНЕГО ДИСТАНЦИОННОГО МЕДИЦИНСКОГО КОНТРОЛЯ



© А.В. Кияев^{1,2*}, И.А. Промин², Л.И. Савельев^{1,2}

¹Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург

²Областная детская клиническая больница, Екатеринбург

ЦЕЛЬ. Провести анализ эффективности использования систем непрерывного мониторинга глюкозы (СНМГ) у детей с сахарным диабетом 1 типа (СД1), обеспеченных моделями с функцией передачи данных, а также влияния этих систем на основные параметры контроля углеводного обмена.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В настоящий фрагмент исследования включен массив данных СНМГ с функцией дистанционного мониторинга (ДМ), полученных у детей 4–17 лет с СД1, подключенных к профессиональному облачному кабинету врача (ПК), за период с сентября 2021 года по ноябрь 2024 года. Анализ эффективности использования СНМГ проводился на основании данных, импортированных из персонального компьютера (ПК), через 1, 2 и 3 года после начала обеспечения СНМГ, по следующим параметрам: активность датчика (АД) за предшествующие 2 недели; время в целом диапазоне (ВЦД) $\geq 70\%$; ВЦД $< 50\%$. Критерием эффективности использования СНМГ служила АД $\geq 60\%$.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Количество пациентов, обеспеченных СНМГ и подключенных к ПК областного центра детской эндокринологии (ОЦДЭ), из всех детей с СД1: 1-й год — 716 из 1713 (41,8%); 2-й год — 1339 из 1838 (72,9%); 3-й год — 1264 из 1949 (64,9%). Доля детей, обеспеченных СНМГ с ДМ, но использующих их ненадлежащим образом (АД $< 60\%$), значительно не изменилась за трехлетний период ДМК и составила 27,2%, 28,0% и 26,7% соответственно ($p=0,684$). Среди пациентов, активно использующих СНМГ (АД $\geq 60\%$): доля детей с хорошим гликемическим контролем (ВЦД $\geq 70\%$) к концу 3-го года значительно увеличилась по сравнению со 2-м годом и достигла 33,1%; доля пациентов с неудовлетворительным гликемическим контролем (ВЦД $< 50\%$) значительно увеличилась с 27,1% до 38,1% ко 2-му году, затем значительно снизилась, но осталась на достаточно высоком уровне к концу 3-го года — 30,9%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Результаты трехлетнего дистанционного мониторинга детей с СД1, обеспеченных СНМГ, демонстрируют ненадлежащее использование СНМГ более чем у 25% детей независимо от возраста, что приводит к невозможности адекватной интерпретации данных гликемии лечащим врачом и коррекции инсулинотерапии, что, в свою очередь, может вносить негативный вклад в показатели контроля углеводного обмена среди всех детей с СД1. Несмотря на значимое увеличение доли пациентов с хорошим гликемическим контролем, активно использующих СНМГ, к концу 3-го года дистанционного медицинского контроля (ДМК), сохраняется достаточно большая доля детей в группе риска по декомпенсации СД1 с плохим гликемическим контролем (30,9%).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сахарный диабет 1 типа; дети; системы непрерывного мониторинга глюкозы; дистанционный мониторинг; время в целевом диапазоне.

EFFECTIVENESS OF CONTINUOUS GLUCOSE MONITORING SYSTEMS WITH DATA TRANSMISSION IN CHILDREN WITH TYPE 1 DIABETES: A THREE-YEAR REMOTE FOLLOW-UP STUDY

© Alexey V. Kiiaev^{1,2*}, Ivan A. Promin², Leonid I. Saveliyev^{1,2}

¹Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia

²Regional Children's Clinical Hospital, Yekaterinburg, Russia

AIM. To evaluate the effectiveness of continuous glucose monitoring (CGM) systems with data transmission in children with type 1 diabetes and to assess their impact on key glycemic control parameters.

MATERIALS AND METHODS. This study included glucose datasets obtained from CGM systems with data transmission in children aged 4–17 years with type 1 diabetes who were connected to a physician's professional cloud account between September 2021 and November 2024. The effectiveness of CGM use was assessed 1, 2, and 3 years after the initiation of CGM provision. The following parameters were analyzed: sensor activity during the preceding 2 weeks, time in range (TIR) $\geq 70\%$, and TIR $< 50\%$. Effective CGM use was defined as sensor activity $\geq 60\%$.

RESULTS. Among all children with type 1 diabetes, the number of patients provided with CGM systems and connected to the professional cloud account was 716/1713 (41.8%) in year 1, 1339/1838 (72.9%) in year 2, and 1264/1949 (64.9%) in year 3. The proportion of children who used CGM inadequately (sensor activity $< 60\%$) did not change significantly over the 3-year period of remote follow-up and was 27.2%, 28.0%, and 26.7%, respectively ($p=0.684$). Among active CGM users (sensor



activity $\geq 60\%$), the proportion of children with TIR $\geq 70\%$ increased significantly by the end of year 3 compared with year 2 and reached 33.1%. The proportion of patients with TIR $< 50\%$ increased significantly from 27.1% to 38.1% by year 2, then decreased significantly, but remained relatively high by the end of year 3 (30.9%).

CONCLUSION. Three-year remote follow-up of children with type 1 diabetes provided with CGM systems demonstrated inadequate CGM use in more than one quarter of patients regardless of age. This limited adequate interpretation of glycemic data by the treating physician and adjustment of insulin therapy and may have adversely affected glycemic control in the overall pediatric population with type 1 diabetes. Despite a significant increase in the proportion of active CGM users with TIR $\geq 70\%$ by the end of year 3, a substantial proportion of children remained at risk of diabetes decompensation (30.9%).

KEYWORDS: type 1 diabetes; children; continuous glucose monitoring systems; remote monitoring; time in range.

ОБОСНОВАНИЕ

Основной целью лечения сахарного диабета (СД) является поддержание гликемии на протяжении всей жизни в диапазоне, максимально близком к нормальным значениям глюкозы у здорового человека. Доказано, что при достижении и поддержании целевых уровней гликемии происходит значимое снижение риска всех сосудистых осложнений СД [1]. Одним из ключевых факторов достижения компенсации СД 1 типа (СД1) является регулярный самоконтроль гликемии с последующими действиями по ее коррекции. Внедрение и широкое использование непрерывного мониторинга глюкозы (СНМГ) в клинической практике продемонстрировали как существенное повышение качества жизни, так и улучшение гликемического контроля по сравнению со стандартным самоконтролем гликемии с помощью персонального глюкометра [2–5].

Однако, несмотря на доказанную эффективность применения СНМГ, со временем у части пациентов с СД снижается приверженность к лечению [6], что может привести к снижению эффективности использования как лекарственных препаратов, так и медицинских изделий, в том числе СНМГ. Интеграция технологий дистанционного мониторинга (ДМ) с СНМГ открывает новые перспективы в реализации медицинского контроля в управлении СД1 у детей. Массовое льготное обеспечение детей СНМГ в рамках реализации Федерального проекта «Борьба с сахарным диабетом», направленное на улучшение качества жизни и компенсацию углеводного обмена, требует оценки эффективности использования СНМГ, а также их влияния на основные параметры гликемического контроля.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Провести анализ эффективности использования СНМГ у детей с СД1, обеспеченных моделями, имеющими функции передачи данных, а также их влияния на основные параметры гликемического контроля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Место и время проведения исследования

Место проведения. ГБУЗ СО «Областная детская клиническая больница» (далее — ОДКБ), структурное подразделение: «Областной центр детской эндокринологии» (далее — ОЦДЭ), г. Екатеринбург.

Время исследования. Проведен ретроспективный сбор данных рутинной клинической практики в период с сентября 2021 года по ноябрь 2024 года.

Исследуемая популяция — дети с СД1, проживающие на территории Свердловской области.

Критерии включения:

1. Диагноз: СД1;
2. Дети в возрасте от 4 до 17 лет;
3. Обеспечение датчиками СНМГ с функцией передачи данных (ДМ) и подключение к профессиональному облачному кабинету врача ОЦДЭ (ПК ОЦДЭ).

Критерии исключения:

1. СД других типов;
2. Возраст младше 4 лет;
3. Использование сенсоров СНМГ, совместимых с инсулиновыми помпами, но не имеющих функцию ДМ;
4. Обеспечение датчиками СНМГ с функцией ДМ при отсутствии подключения к медицинскому аккаунту ОЦДЭ.

Способ формирования выборки из изучаемой популяции — сплошное включение всех наблюдений.

Дизайн исследования: одноцентровое наблюдательное ретроспективное сравнительное исследование.

Описание медицинского вмешательства

Бесплатное обеспечение СНМГ всех детей с СД1 проводилось централизованно на базе ОЦДЭ в соответствии с региональными нормативно-правовыми актами. С сентября 2021 года — за счет средств регионального бюджета, а с октября 2023 года — в рамках Федерального проекта «Борьба с сахарным диабетом». За исследуемый период (09.2021–11.2024) все пациенты были обеспечены датчиками СНМГ с функцией передачи данных (ДМ) модели «FreeStyle Libre». На первичном приеме в ОЦДЭ врач обучал пациентов и родителей технике установки СНМГ, последующей самостоятельной замене датчиков один раз в 14 дней, настраивал систему сигналов тревоги на гипогликемические и гипергликемические состояния и после подписания информированного добровольного согласия (ИДС) подключал аккаунт пациента к медицинскому аккаунту ОЦДЭ в ПП «Профессиональный облачный кабинет врача» в экосистеме «LibreView» (далее — ПК ОЦДЭ).

С 1 марта 2022 года на базе ОЦДЭ с целью анализа параметров гликемического контроля у детей с СД1, использующих СНМГ и подключенных к ПК ОЦДЭ, разработана и внедрена технология дистанционного медицинского контроля (ДМК). Координатором ОЦДЭ (фельдшер) в режиме один раз в 2 недели выгружался весь массив данных СНМГ из облачного сервиса по всем подключенным пациентам в файл Microsoft Excel с последовательной фильтрацией и анализом по стандартизированным параметрам амбулаторного гликемического профиля (АГП).

МЕТОДЫ

В настоящий фрагмент исследования включен массив исторических данных глюкозы, полученных с датчиков СНМГ с функцией ДМ у всех пациентов с СД1, подключенных к ПК ОЦДЭ за период 09.2021–11.2024 г. Анализ эффективности использования СНМГ проводился на основании деперсонализированных данных, импортированных из ПК ОЦДЭ, через 1 год ДМК (09.2021–10.2022), 2 года ДМК (10.2022–11.2023) и 3 года ДМК (11.2023–11.2024) от начала обеспечения детей Свердловской области СНМГ (09.2021). Даты выгрузки данных: 28.10.2022, 30.11.2023 и 29.11.2024.

Последовательно анализировались следующие параметры: активность датчика (АД) за предшествующие 2 недели; время в целевом диапазоне (ВЦД) $\geq 70\%$; ВЦД $< 50\%$. Целевой диапазон (ЦД) глюкозы: 3,9–10,0 ммоль/л. В соответствии с клиническими рекомендациями «Сахарный диабет 1 типа у детей 2025 года», использовались следующие критерии: 1) оценка эффективности использования СНМГ — «недостаточное использование при АД менее 60%»; 2) хороший гликемический контроль — ВЦД $\geq 70\%$; 3) плохой гликемический контроль — ВЦД $< 50\%$.

Дополнительно проведен сравнительный анализ вышеуказанных критериев эффективности использования СНМГ и основных параметров гликемического контроля в различных возрастных группах (дошкольный возраст: дети до 7 лет; младший школьный возраст: 7–11 лет; подростковый возраст: старше 11 лет) к концу трехлетнего периода ДМК (2024 г.).

Основные конечные точки:

1. Доля детей, недостаточно использующих датчики СНМГ с ДМ (АД $< 60\%$), в течение 3 лет ДМК.
2. Доля детей, эффективно использующих датчики СНМГ с ДМ (АД $\geq 60\%$), в течение 3 лет ДМК.
3. Доля детей, эффективно использующих датчики СНМГ с ДМ (АД $\geq 60\%$) от всех детей в течение 3 лет ДМК.
4. Доля детей с хорошим гликемическим контролем (ВЦД $\geq 70\%$) в течение 3 лет ДМК.
5. Доля детей с плохим гликемическим контролем (ВЦД $< 50\%$) в течение 3 лет ДМК.

Дополнительные точки исследования:

1. Доля детей в различных возрастных группах, эффективно использующих датчики СНМГ с ДМ (АД $\geq 60\%$), к концу трехлетнего периода ДМК (3-й год ДМК — 2024 год).
2. Доля пациентов с хорошим гликемическим контролем в различных возрастных группах (ВЦД $\geq 70\%$) к концу трехлетнего периода ДМК (3-й год ДМК — 2024 год).
3. Доля пациентов с плохим гликемическим контролем в различных возрастных группах (ВЦД $< 50\%$) к концу трехлетнего периода ДМК (3-й год ДМК — 2024 год).

Статистический анализ

Принципы расчета размера выборки: размер выборки предварительно не рассчитывался.

Категориальные показатели представлены в виде абсолютных значений и долей (%). Для сравнения долей между тремя временными точками (1-й, 2-й и 3-й годы ДМК) и между возрастными группами использовали критерий χ^2 Пирсона. При выявлении статистически значимых различий по общему тесту выполнялись апостериорные попарные сравнения групп с использованием критерия χ^2 Пирсона с поправкой Бонферрони. Уровень статистической значимости принимали равным $p < 0,05$. Статистический анализ выполнен с использованием языка программирования Python 3.13.5 и библиотек NumPy 2.3.5, pandas 2.2.3, mpmath 1.3.0.

Этическая экспертиза

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ГАУЗ СО «ОДКБ» (Протокол №76 от 29 ноября 2022 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В таблице 1 представлены показатели ежегодного контроля углеводного обмена и доля детей с СД1, обеспеченных СНМГ, по данным регионального детского сегмента Базы данных клинико-эпидемиологического мониторинга СД на территории Российской Федерации (БД СД) в Свердловской области за 2020–2024 годы. На фоне массового льготного обеспечения СНМГ детей

Таблица 1. Показатели ежегодного контроля углеводного обмена и доля детей с сахарным диабетом 1 типа, обеспеченных системами непрерывного мониторинга глюкозы, по данным регионального детского сегмента Базы данных клинико-эпидемиологического мониторинга СД на территории Российской Федерации (БД СД) в Свердловской области в 2020–2024 годах

Год	Доля детей, обеспеченных СНМГ, %	Средний HbA_{1c} , %	Годовые показатели уровня HbA_{1c}			
			$< 7,0\%$	7,0–7,9%	8,0–8,9%	$\geq 9,0\%$
2020	—	8,3	28,0%	26,2%	17,5%	28,6%
2021	48%	8,4	25,8%	23,3%	19,2%	31,7%
2022	81%	8,2	26,4%	28,6%	18,0%	27,1%
2023	86%	8,6	25,8%	29,5%	19,0%	25,7%
2024	92%	8,3	28,8%	26,7%	18,3%	26,2%

Примечание. СНМГ — система непрерывного мониторинга глюкозы; HbA_{1c} — гликированный гемоглобин. Представленные данные ежегодно импортировались из стандартной формы отчета БД СД «Л1.1. Показатели контроля углеводного обмена за год» по состоянию на 31 декабря каждого года в 2020–2024 гг. Показатель «Доля детей, обеспеченных СНМГ» представлен по данным стандартных форм отчетов в рамках Федерального проекта «Борьба с сахарным диабетом».

Таблица 2. Динамика эффективности использования систем непрерывного мониторинга глюкозы с функцией дистанционного мониторинга и основных параметров гликемического контроля за трехлетний период дистанционного медицинского контроля в Областном центре детской эндокринологии

Год (период ДМК)	2022 (1-й год ДМК)	2023 (2-й год ДМК)	2024 (3-й год ДМК)	χ^2 ; p-значение
Доля детей, обеспеченных СНМГ с ДМ, среди всех детей с СД1, n (%)	*41,3% (716/1731)	**72,9% (1339/1838)	***64,9% (1264/1949)	$\chi^2=396,5$; p=0,000
Доля детей с АД <60%, n (%)	27,2% (195/716)	28,0% (375/1339)	26,7% (337/1264)	$\chi^2=0,545$; p=0,684
Доля детей с АД ≥60%, n (%)	72,8% (521/716)	72,0% (964/1339)	73,3% (927/1264)	$\chi^2=0,596$; p=0,742
Доля детей с АД ≥60% среди всех детей с СД1, n (%)	*30,1% (521/1731)	**52,4% (964/1838)	***47,6% (927/1949)	$\chi^2=383,8$; p=0,000
Доля детей с ВЦД ≥70%, n (%)	27,4% (143/521)	**23,8% (229/964)	33,1% (307/927)	$\chi^2=20,64$; p=0,000
Доля детей с ВЦД <50%, n (%)	*27,1% (141/521)	**38,1% (367/964)	30,9% (287/927)	$\chi^2=21,27$; p=0,000

Примечание. ДМК — дистанционный медицинский контроль; СНМГ — система непрерывного мониторинга глюкозы; ДМ — дистанционный мониторинг (функция передачи данных); СД1 — сахарный диабет 1 типа; АД — активность датчика; ВЦД — время в целевом диапазоне; χ^2 — значение критерия хи-квадрат Пирсона. Статистически значимые различия (p<0,05) установлены: * — 2022 г. против 2023 г.; ** — 2023 г. против 2024 г.; *** — 2022 г. против 2024 г.

в Свердловской области с 21.09.2021 отмечается увеличение доли детей, обеспеченных различными моделями СНМГ, которая к концу 2024 года достигла 92%. Вместе с тем, при сравнении показателей 2020 и 2024 годов не отмечается значительных изменений среднего уровня гликированного гемоглобина (8,3%), доли детей, находящихся как в состоянии компенсации (HbA_{1c} <7,0%: 28,0% и 28,8%), так и в декомпенсации углеводного обмена (HbA_{1c} ≥9,0%: 28,6% и 26,2%), что инициировало настоящее исследование по оценке эффективности использования СНМГ пациентами, обеспеченными моделями с функцией дистанционного мониторинга (ДМ).

По данным регионального детского сегмента Базы данных клинико-эпидемиологического мониторинга СД на территории Российской Федерации (БД СД) в Свердловской области число детей с СД1 составило: на 31.12.2022 — 1731; на 31.12.2023 — 1838; на 31.12.2024 — 1949. Динамика эффективности использования СНМГ с ДМ по результатам трехлетнего ДМК в ОЦДЭ представлена в таблице 2. Доля детей с СД1, обеспеченных СНМГ с функцией ДМ, подключенных к ПК ОЦДЭ, значимо увеличилась ко 2-му году по данным ДМК с 41,3% до 72,9%, снизилась к 3-му году до 64,9%, однако осталась существенно выше по сравнению с 1-м годом.

Доля детей, обеспеченных СНМГ с ДМ, подключенных к ПК ОЦДЭ, но недостаточно использующих СНМГ (АД <60%), значимо не изменилась за трехлетний период ДМК и составила 27,2%, 28,0% и 26,7% соответственно ($\chi^2=0,545$; p=0,684). Данные более четверти детей с СД1 невозможно оценить по стандартизированным показателям АГП и, соответственно, использовать для коррекции инсулинотерапии.

Доля детей, эффективно использующих СНМГ (АД ≥60%), среди которых проводился регулярный ДМК по стандартизированным показателям АГП, также значимо не изменилась за трехлетний период ДМК: 72,8%, 72,0% и 73,3% соответственно ($\chi^2=0,596$; p=0,742). При экстраполяции полученных данных на всю популяцию детей с СД1 в регионе, ко 2-му и 3-му году наблюдения под эффективным ДМК находилась практически половина всех детей с СД1 в Свердловской области: значимый рост ко 2-му году с 30,1% до 52,4% со снижением до 47,6% к концу 3-го года.

Доля детей с хорошим гликемическим контролем (ВЦД ≥70%) к концу 3-го года ДМК значимо увеличилась по сравнению со 2-м годом и достигла 33,1%. Вместе с тем доля пациентов с неудовлетворительным гликемическим контролем (ВЦД <50%) значимо увеличилась с 27,1% до 38,1% ко 2-му году, затем значимо снизилась, но осталась на достаточно высоком уровне к концу 3-го года ДМК — 30,9%.

Таблица 3. Сравнительный анализ эффективности использования систем непрерывного мониторинга глюкозы и основных параметров гликемического контроля в возрастных группах к концу трехлетнего периода дистанционного медицинского контроля (2024 г.)

Возраст / параметры	<7 лет	7–11 лет	>11 лет	χ^2 ; p-значение
Доля детей с АД ≥60%, n (%)	73,1% (79/108)	75,6% (291/385)	72,3% (557/770)	$\chi^2=1,389$; p=0,499
Доля детей с ВЦД ≥70%, n (%)	*13,9% (11/79)	**26,8% (78/291)	***35,3% (197/557)	$\chi^2=18,171$; p=0,000
Доля детей с ВЦД <50%, n (%)	44,3% (35/79)	**37,8% (110/291)	***29,1% (162/557)	$\chi^2=11,435$; p=0,003

Примечание. СНМГ — система непрерывного мониторинга глюкозы; АД — активность датчика; ВЦД — время в целевом диапазоне; χ^2 — значение критерия хи-квадрат Пирсона. Статистически значимые различия (p<0,05) установлены: * — <7 лет против 7–11 лет; ** — 7–11 лет против >11 лет; *** — <7 лет против >11 лет.

Дополнительные результаты исследования

При анализе эффективности использования СНМГ (АД $\geq 60\%$) между возрастными группами к концу 3-го года ДМК (2024 г.) не установлено значимых различий ($\chi^2=1,389$; $p=0,499$), что позволило оценить стандартизированные параметры АГП в зависимости от возраста детей (табл. 3). В группе подростков (>11 лет) к концу 3-го года наблюдения зафиксирована статистически значимо более высокая доля пациентов с хорошим гликемическим контролем (ВЦД $\geq 70\%$: 35,3%) по сравнению с группой младших школьников (26,8%, $p<0,05$) и дошкольников (13,9%, $p<0,05$), а также значимо более низкая доля пациентов с неудовлетворительным гликемическим контролем (ВЦД $<50\%$: 29,1%) по сравнению с дошкольниками (44,3%, $p<0,05$). Между группами дошкольников и младших школьников статистически значимых различий по доле пациентов с плохим гликемическим контролем не установлено ($p>0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Репрезентативность выборки

К преимуществам настоящего исследования следует отнести широкие критерии включения из популяции детей с СД1, а также применение технологии ДМК в условиях реальной клинической практики. Достаточная продолжительность наблюдения с постоянным использованием ДМ и охватом практически половины всех состоящих под диспансерным наблюдением детей позволяет экстраполировать полученные результаты на среднестатистическую популяцию детей с СД1.

Сопоставление с другими публикациями

По данным БД СД в 2023 году целевые показатели гликированного гемоглобина ($HbA_{1c} < 7,0\%$) были достигнуты у 29% пациентов всех возрастов с СД1, а 20,1% пациентов с СД1 имели уровень $HbA_{1c} > 9,0\%$ [7]. По данным региональных регистров, около 30% детей достигают целевых показателей HbA_{1c} [8], что согласуется с показателями контроля углеводного обмена у детей в Свердловской области. Схожие данные представлены в публикациях международных регистров детского диабета [9, 10].

В рамках реализации Федерального проекта «Борьба с сахарным диабетом» в настоящее время бесплатное обеспечение СНМГ детей с СД1 в регионах РФ составляет порядка 90% [8], что согласуется с нашими данными. Вместе с тем, показатели углеводного обмена у детей в Свердловской области на фоне ежегодного увеличения доли пациентов, обеспеченных различными моделями СНМГ, не продемонстрировали ожидаемого улучшения, что может быть связано, в том числе, и с недостаточной эффективностью их использования более чем у 25% детей. Однако даже среди детей, активно использующих СНМГ, примерно треть пациентов достигают целевых показателей гликемического контроля, а треть находится в группе риска по декомпенсации СД1. Нам не удалось найти исследований, сходных по дизайну в части массового ДМ с использованием СНМГ; однако сопоставимые результаты были получены авторами из Чехии, в исследовании которых на фоне увеличения доли детей на СНМГ (с 37,9% до 74,8% к 3-му году) была продемонстрирована зависимость компенсации СД1 от эффек-

тивности использования СНМГ (чем выше АД, тем ниже уровень HbA_{1c}), но доля пациентов, эффективно использующих СНМГ (АД $> 70\%$) достигла к 3-му году всего 41% [11]. Достаточно высокая доля пациентов, нерегулярно использующих СНМГ, может быть обусловлена не только низкой приверженностью, но и следующими факторами: проблемы с надежной фиксацией устройства (18,4%); дискомфорт при ношении датчика (10,8%); «недоверие к системе» из-за расхождения с глюкометром (8,2%) [12]. Кроме того, эффективность использования СНМГ может снижаться среди пациентов, проживающих в отдаленных районах в связи со сложностью получения специализированных консультаций врача [13].

Практически во всех исследованиях, посвященных компенсации углеводного обмена в разных возрастных группах, отмечается, что среди подростков доля декомпенсированных пациентов достаточно велика и практически каждый третий пациент находится в группе высокого риска развития острых осложнений [8, 14]. Это объясняют снижением приверженности к терапии и регулярности самоконтроля, уменьшением контроля со стороны родителей, увеличением потребности в инсулине в период пубертата и психосоциальными факторами. Результаты нашего исследования демонстрируют увеличение доли подростков с хорошим гликемическим контролем и уменьшение доли подростков с плохим гликемическим контролем, что можно объяснить повышением приверженности к контролю гликемии с помощью СНМГ, в отличие от традиционного самоконтроля. Полученные результаты также отражают сложности поддержания оптимального гликемического контроля в младшей возрастной группе, которые связывают с высокой вариабельностью действия инсулина, требующей от родителей постоянной и своевременной коррекции доз, а также с непредсказуемостью пищевого поведения [15].

Клиническая значимость результатов

Продемонстрированы преимущества СНМГ с функцией передачи данных для широкого применения технологии ДМК в целях формирования отчетности по эффективности использования СНМГ в когорте обеспеченных детей с СД1; оптимизации обеспечения СНМГ в соответствии с Клиническими рекомендациями «Сахарный диабет 1 типа у детей, 2025 год»; анализа по стандартизированным параметрам амбулаторного гликемического профиля, в том числе формирования групп высокого риска по декомпенсации СД1.

Ограничения исследования

В исследование включены пациенты, использующие только модели СНМГ с функцией дистанционной автоматической передачи данных в профессиональный кабинет врача. Пациенты, использующие сенсоры СНМГ, интегрированные с инсулиновыми помпами и не имеющие функции ДМ, были исключены из исследования. Это могло привести к занижению оценок как доли пациентов, эффективно использующих СНМГ, так и уровня гликемического контроля. Возможны ограничения внешней валидности, обусловленные одноцентровым и ретроспективным дизайном исследования, а также риск смещения результатов из-за возможных ошибок в электронной медицинской документации и неполноты информации.

Направления дальнейших исследований

Продemonстрированные возможности и результаты применения технологии дистанционного медицинского контроля в популяции детей, эффективно использующих СНМГ с ДМ, инициировали исследование по профилактике диабетического кетоацидоза (ДКА) в группе высокого риска (ВЦД <50%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты трехлетнего дистанционного мониторинга детей с СД1, обеспеченных СНМГ, демонстрируют ненадлежащее использование СНМГ более чем у 25% детей независимо от возраста, что приводит к невозможности адекватной интерпретации данных стандартного АГП лечащим врачом и коррекции инсулинотерапии, а это, в свою очередь, может вносить негативный вклад в показатели контроля углеводного обмена среди всех детей с СД1. Кроме того, несмотря на значимое увеличение доли пациентов с хорошим гликемическим контролем, активно использующих СНМГ, к концу 3-го года наблюдения сохраняется достаточно большая доля детей с плохим гликемическим контролем в группе риска по декомпенсации СД1 (30,9%).

В целом, результаты гликемического контроля (по ВЦД), полученные с помощью ДМК, сопоставимы с ежегодными целевыми показателями по уровню HbA_{1c}, что может быть успешно использовано в условиях реальной клинической практики для ежемесячного дистанционного мониторинга детей с СД1.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источники финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов за счет бюджетных средств государственного автономного учреждения здравоохранения, на базе которого проводилось исследование, без привлечения дополнительного финансирования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

Участие авторов. А.В. Кияев — концепция и дизайн исследования, написание текста; И.А. Промин — получение и анализ данных, написание текста; Л.И. Савельев — внесение в рукопись существенных правок с целью повышения научной ценности статьи и статистический анализ материалов.

Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией и выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, что подразумевает надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой ее части.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- Adler AI, Coleman RL, Leal J, et al. Post-trial monitoring of a randomised controlled trial of intensive glycaemic control in type 2 diabetes extended from 10 years to 24 years (UKPDS 91). *Lancet*. 2024;404(10448):145–155. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)00537-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)00537-3)
- Лаптев Д.Н., Емельянов А.О., Андрианова Е.А., и др. Применение Flash-мониторинга глюкозы у детей с сахарным диабетом 1 типа в реальной клинической практике // *Сахарный диабет*. — 2021. — Т. 24. — № 6. — С. 504–510. [Laptev DN, Emelyanov AO, Andrianova EA, et al. The use of Flash glucose monitoring in children with type 1 diabetes mellitus in real clinical practice. *Diabetes Mellitus*. 2021;24(6):504–510. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/DM12817>
- Laffel LM, Kanapka LG, Beck RW, et al. Effect of Continuous Glucose Monitoring on Glycemic Control in Adolescents and Young Adults With Type 1 Diabetes: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2020;323(23):2388–2396. doi: <https://doi.org/10.1001/jama.2020.6940>
- Thabit H, Prabhu JN, Mubita W, et al. Use of Factory-Calibrated Real-time Continuous Glucose Monitoring Improves Time in Target and HbA1c in a Multiethnic Cohort of Adolescents and Young Adults With Type 1 Diabetes: The MILLENNIALS Study. *Diabetes Care*. 2020;43(10):2537–2543. doi: <https://doi.org/10.2337/dc20-0736>
- Лаптев Д.Н., Безлепкина О.Б., Демина Е.С., и др. Результаты клинической апробации системы FreeStyle Libre у детей с сахарным диабетом 1 типа: улучшение гликемического контроля в сочетании со снижением риска тяжелой гипогликемии и диабетического кетоацидоза // *Проблемы эндокринологии*. — 2022. — Т. 68. — № 3. — С. 86–92. [Laptev DN, Bezlepkina OB, Demina ES, et al. Evaluation of FreeStyle Libre in pediatric t1dm: improved glycemic control, reduction in diabetic ketoacidosis and severe hypoglycemia. *Problems of Endocrinology*. 2022;68(3):86–92. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/probl12877>
- Sadeghi D. Improving Adherence to Treatment in Patients With Diabetes: Practical Strategies. *Endocrinol Diabetes Metab*. 2024;7(4):e00512. doi: <https://doi.org/10.1002/edm.2512>
- Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К., и др. Эпидемиология и ключевые клинико-терапевтические показатели сахарного диабета в Российской Федерации в разрезе стратегических целей Всемирной организации здравоохранения // *Сахарный диабет*. — 2025. — Т. 28. — № 1. — С. 4–17. [Dedov II, Shestakova MV, Vikulova OK, et al. Epidemiology and key clinical and therapeutic indicators of diabetes mellitus in Russian Federation according to the World Health Organization's strategy goals. *Diabetes Mellitus*. 2025;28(1):4–17. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/DM13292>
- Лаптев Д.Н. Сахарный диабет 1 типа у детей: впереди взрослая жизнь // *Сахарный диабет*. — 2025. — Т. 28. — № 1. — С. 18–25. [Laptev DN. Type 1 diabetes in children: adulthood ahead. *Diabetes Mellitus*. 2025;28(1):18–25. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/DM13252>
- Foster NC, Beck RW, Miller KM, et al. State of Type 1 Diabetes Management and Outcomes from the T1D Exchange in 2016–2018. *Diabetes Technol Ther*. 2019;21(2):66–72. doi: <https://doi.org/10.1089/dia.2018.0384>
- Hermann JM, Miller KM, Hofer SE, et al. The Transatlantic HbA1c gap: differences in glycaemic control across the lifespan between people included in the US T1D Exchange Registry and those included in the German/Austrian DPV registry. *Diabet Med*. 2020;37(5):848–855. doi: <https://doi.org/10.1111/dme.14148>
- Šumník Z, Pavlíková M, Pomahačová R, et al. Use of continuous glucose monitoring and its association with type 1 diabetes control in children over the first 3 years of reimbursement approval: Population data from the ČENDA registry. *Pediatr Diabetes*. 2021;22(3):439–447. doi: <https://doi.org/10.1111/pedi.13184>
- Telo GH, Volkeneing LK, Butler DA, Laffel LM. Salient characteristics of youth with type 1 diabetes initiating continuous glucose monitoring. *Diabetes Technol Ther*. 2015;17(6):373–378. doi: <https://doi.org/10.1089/dia.2014.0290>
- Tilden DR, French B, Datye KA, Jaser SS. Disparities in Continuous Glucose Monitor Use Between Children With Type 1 Diabetes Living in Urban and Rural Areas. *Diabetes Care*. 2024;47(3):346–352. doi: <https://doi.org/10.2337/dc23-1564>
- Khadiolkar A, Oza C. Glycaemic Control in Youth and Young Adults: Challenges and Solutions. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2022;15:121–129. doi: <https://doi.org/10.2147/DMSO.S304347>
- Monaghan M, Bryant BL, Inverso H, et al. Young Children with Type 1 Diabetes: Recent Advances in Behavioral Research. *Curr Diab Rep*. 2022;22(6):247–256. doi: <https://doi.org/10.1007/s11892-022-01465-0>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ [AUTHORS INFO]

***Кияев Алексей Васильевич**, д.м.н. [**Alexey V. Kiiaev**, MD, PhD]; адрес: Россия, 620028, г. Екатеринбург, улица Репина, дом 3 [address: 1 Repina street, 620028 Ekaterinburg, Russia]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5578-5242>; eLibrary SPIN: 7092-7894; e-mail: thyroend@mail.ru

Промин Иван Александрович [Ivan A. Promin, MD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1193-4856>; eLibrary SPIN: 4023-7975; e-mail: i-promin@yandex.ru

Савельев Леонид Иосифович, к.м.н. [Leonid Y. Saveliev, MD, PhD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5180-6560>; Scopus Author ID: 55535477300; eLibrary SPIN: 1427-5514; e-mail: sav7000@yandex.ru

ЦИТИРОВАТЬ:

Кияев А.В., Промин И.А., Савельев Л.И. Оценка эффективности использования систем непрерывного мониторинга глюкозы, имеющих функции передачи данных, у детей с сахарным диабетом 1 типа по результатам трехлетнего дистанционного медицинского контроля // *Сахарный диабет*. — 2026. — Т. 29. — №4. — С. 338–344. doi: <https://doi.org/10.14341/DM13479>

TO CITE THIS ARTICLE:

Kiiaev AV, Promin IA, Saveliev LI. Effectiveness of Continuous Glucose Monitoring Systems with Data Transmission in Children with Type 1 Diabetes: A Three-Year Remote Follow-Up Study. *Diabetes Mellitus*. 2026;29(4):338–344. doi: <https://doi.org/10.14341/DM13479>