

ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИНСУЛИНОТЕРАПИИ И КОНТРОЛЯ ГЛИКЕМИИ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ В ПЕРИОД 2016–2023 ГГ., И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ДОСТИЖЕНИЕ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЕЧЕНИЯ У ДЕТЕЙ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 1 ТИПА



© Д.Н. Лаптев, Т.Т. Князева*, О.Б. Безлепкина

ГНЦ РФ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии», Москва

ОБОСНОВАНИЕ. Внедрение в клиническую практику современных технологий: помповая инсулиноterapia (НПИИ) и непрерывный мониторинг глюкозы (НМГ) значительно облегчил жизнь людей с сахарным диабетом 1 типа (СД1). Однако сопровождается ли это достижением лучшей компенсации у детей и подростков — этот вопрос пока не получил утвердительного ответа.

ЦЕЛЬ. Проанализировать взаимосвязь гликемического контроля с использованием НПИИ и НМГ у детей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В исследование включены 6382 ребенка с СД1 в возрасте от 1 года до 18 лет, наблюдавшиеся в течение 8 лет (2016–2023 гг.). Оценивали частоту использования НПИИ и НМГ и исследовали уровень гликированного гемоглобина (HbA_{1c}) и % детей, имеющих $HbA_{1c} < 7,0\%$.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Уровень HbA_{1c} снижался с 8,6% в 2016 г. до 7,7% в 2023 г. ($p < 0,001$). Параллельно увеличивался % детей, достигших $HbA_{1c} < 7,0\%$ с 11 до 29%. За этот период использование НМГ выросло с 11,6 до 84%, НПИИ — с 38,7 до 42,3% ($p < 0,001$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Внедрение в клиническую практику НПИИ и НМГ значительно сопровождается улучшением компенсации СД1 у детей как по уровню HbA_{1c} , так и увеличению процента детей, достигающих целевых значений $HbA_{1c} < 7,0\%$.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: непрерывная подкожная инфузия инсулина (помповая инсулиноterapia); непрерывный мониторинг глюкозы; сахарный диабет у детей; гликированный гемоглобин; компенсация сахарного диабета.

THE INTRODUCTION OF NEW TECHNOLOGIES FOR INSULIN THERAPY AND GLYCEMIC CONTROL IN CLINICAL PRACTICE IN THE PERIOD 2016-2023, AND THEIR IMPACT ON ACHIEVING TREATMENT TARGETS IN CHILDREN WITH TYPE 1 DIABETES MELLITUS

© Dmitry N. Laptev, Tila T. Knyazeva*, Olga B. Bezlepkina

Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia

BACKGROUND: continuous subcutaneous insulin infusion (CSII) and continuous glucose monitoring (CGM) improve daily life for people with Type 1 Diabetes Mellitus dramatically (T1D). However, there are still no compelling evidences that the use of insulin pumps (IP) and continuous glucose monitors (CGM) really help to improve diabetes control in children and adolescents.

AIM: to analyze the relation between diabetes control and the use of insulin pumps and continuous glucose monitors in children.

MATERIALS AND METHODS: 6382 children with T1D aged 1–18 years were enrolled in this study. Frequency of CSII and CGM use, HbA_{1c} level and the percentage of children with $HbA_{1c} < 7.0\%$ were analyzed.

RESULTS: HbA_{1c} decreased from 8.6% to 7.7% for 7 years ($p < 0.001$). Simultaneously the quantity of children with $HbA_{1c} < 7.0\%$ increased from 11% to 29%. During this period the use of CGM increases dramatically from 11.6% to 84%. The use of IP increases from 38.7% to 42.3% ($p < 0.001$).

CONCLUSION: CSII and continuous glucose monitors use statistically significant improves T1D control in children according to mean HbA_{1c} level decrease and the quantity of children with target HbA_{1c} level increase.

KEYWORDS: continuous subcutaneous insulin infusion (CSII); continuous glucose monitoring (CGM); Type 1 Diabetes Mellitus; HbA_{1c}

ВВЕДЕНИЕ

Сахарный диабет 1 типа (СД1) — хроническое заболевание, основой лечения которого является постоянная инсулиноterapia под контролем показателей уровня глюкозы. Высокий риск осложнений СД1 требует постоянного контроля заболевания со сторо-

ны пациента или его родителей. За последние годы подходы к лечению СД1 существенно изменились в пользу большего использования различных технологий для введения инсулина и измерения глюкозы [1–3].

Широкое использование метода непрерывной подкожной инфузии инсулина (НПИИ) или помповой



инсулинотерапии, а также непрерывного мониторинга глюкозы (НМГ) способствовало улучшению гликемического контроля и качества жизни детей с СД1 [2, 4, 5]. В то же время известно, что многие дети с СД1 не достигают оптимального уровня компенсации.

Имеющиеся данные по детям в Российской Федерации (РФ) не позволяют оценить объем и структуру внедрения технологий и их потенциальное влияние на гликемический контроль. В то же время это может быть важно с точки зрения понимания и оценки общего вклада технологий в терапию СД1 у детей, а также поиска путей улучшения результатов лечения.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проанализировать гликемический контроль (уровень HbA_{1c} и процент участников исследования, достигших компенсации) и распространение НПИИ и НМГ у детей с СД1.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Одномоментное, одноцентровое сравнительное исследование с ретроспективным сбором данных.

Процедуры исследования

В соответствии с целями исследования из электронной медицинской карты (ЭМК) пациента в медицинской информационной системе учреждения были получены данные о пациентах детского возраста с СД1, госпитализированных в стационар в период с 01.01.2016 по 30.04.2023 гг. Данные из ЭМК включали в себя: дату рождения пациента, дату госпитализации, дату постановки диагноза (с точностью до месяца), уровень HbA_{1c} при обследовании, метод инсулинотерапии (множественные инъекции инсулина (МИИ) или НПИИ), метод контроля уровня глюкозы (НМГ или самоконтроль уровня глюкозы крови (СКГК)).

Способ формирования выборки

Критерии включения: возраст — от 1 до 18 лет, диагноз: «СД1», установленный на момент госпитализации, длительность СД1 более 3 месяцев, наличие данных о длительности СД1, возрасте (дате рождения) и уровне HbA_{1c} в ЭМК пациента.

Статистический анализ

Статистическая обработка проводилась в Python 3.10.2 с использованием открытой библиотеки SciPy 1.11.3 [6].

Совокупности количественных показателей описывались при помощи значений медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей [Q1; Q3], если не указано другого. Различия между количественными признаками оценивались с помощью критерия Краскела-Уоллиса. Номинативные данные описывались в виде абсолютной (n) и относительной частоты (%). Доверительный интервал (ДИ) для биномиальных пропорций (частот) рассчитывался методом Уилсона с поправкой на непрерывность [7]. Для сравнения частот в изучаемых группах использовались таблицы кросстабуляции и статистика χ^2 с по-

правкой на непрерывность, когда это необходимо (количество ожидаемых наблюдений в любой из ячеек <5). Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Принимая во внимание возможное несоответствие участников по клиническим характеристикам, показатели гликированного гемоглобина (HbA_{1c}) как основной конечной точки были скорректированы с учетом потенциальных конфаундеров. Модель множественной линейной регрессии была построена для оценки прогнозируемого среднего уровня HbA_{1c} после учета следующих характеристик: возраста, длительности СД1. Коэффициенты линейной регрессии рассчитывались методом наименьших квадратов по данным всей выборки, скорректированный R^2 построенной модели составил 10,4%.

Результаты регрессии использовались для расчета прогнозируемого уровня HbA_{1c} — значения, которое ожидается для данной длительности СД1 и возраста. Прогнозируемый HbA_{1c} использовался для расчета скорректированного уровня HbA_{1c} по следующей формуле:

$$HbA_{1c \text{ с поправкой}} = HbA_{1c} / HbA_{1c \text{ прогнозируемый}} * HbA_{1c \text{ средний}}$$

Этическая экспертиза

Учитывая ретроспективный характер сбора и анализа данных, этическая экспертиза не проводилась. Родители пациентов подписывали информированное согласие на деперсонализированное использование данных при госпитализации.

РЕЗУЛЬТАТЫ

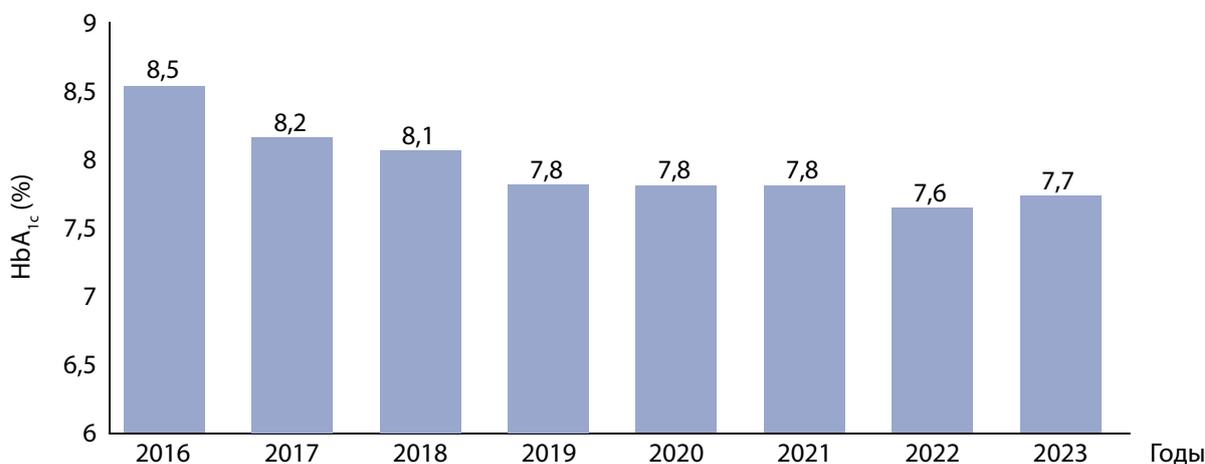
Всего в исследование было включено 6382 пациента с СД1 в возрасте от 1 года до 18 лет. Во всей выборке медиана возраста составила 11,3 [7,5; 14,5] года, длительности заболевания 3,3 [1,6; 5,8] года, уровня гликированного гемоглобина 7,9 [7,0; 9,0]%.

Показатели HbA_{1c} за весь период

Уровень HbA_{1c} за анализируемый период постепенно снижался с 8,6 [7,6; 9,7] % в 2016 г. до 7,7 [6,9; 8,7] % в 2023 г. (рис. 1). Снижение уровня HbA_{1c} сопровождалось перераспределением доли пациентов с различным уровнем компенсации, в частности с увеличением пациентов с уровнем $HbA_{1c} < 7,0\%$ (11% в 2016 и 29% в 2023 гг., $p < 0,001$) и снижением пациентов с уровнем $HbA_{1c} \geq 9\%$ (39% в 2016 и 22% в 2023 гг., $p < 0,001$) (рис. 2).

Распространение НПИИ и НМГ за весь период

Снижение уровня гликированного гемоглобина сопровождалось увеличением доли пациентов, использующих НМГ и в меньшей степени НПИИ (рис. 3). В частности, число пациентов, использующих НМГ, увеличилось с 11,6% (7,5–17,4) в 2016 г. до 84,0% (78,3–88,5) в 2023 г. ($p < 0,001$), а НПИИ — с 38,7% (31,6–46,2) до 42,3% (35,6–49,2) ($p < 0,001$). Также существенно возросло число пациентов, применяющих НМГ и НПИИ совместно (2016: 6,6% (3,6–11,6); 2023: 34,7% (28,4%–41,6%)).



	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
N	370	569	612	1066	851	1267	1342	305
Среднее	8,7	8,6	8,5	8,2	8,1	8,1	8,0	8,0
Медиана	8,6	8,3	8,2	7,9	7,8	7,8	7,7	7,7
Q1-Q3	7,6–9,7	7,5–9,4	7,3–9,4	7,0–9,1	7,0–8,9	7,0–8,8	6,9–8,7	6,9–8,7

Рисунок 1. Показатели гликированного гемоглобина (HbA_{1c}) по годам в период 2016–2023 гг. Данные на графике представлены в виде медиан. Для сравнения HbA_{1c} в разные годы использован критерий χ^2 : $\chi^2=79$, $p<0,001$. Показатели HbA_{1c} скорректированы с поправкой на возраст и длительность сахарного диабета 1 типа.

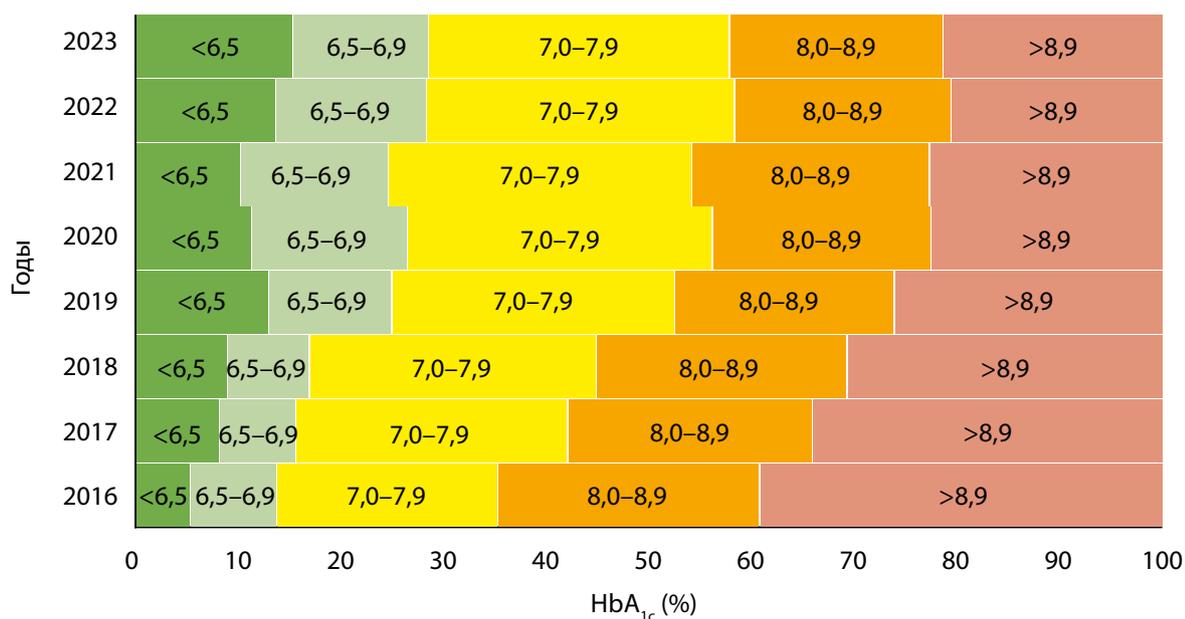


Рисунок 2. Распределение показателей гликированного гемоглобина (HbA_{1c}) по различным диапазонам в период 2016–2023 гг. Показатели HbA_{1c} скорректированы с поправкой на возраст и длительность сахарного диабета 1 типа.

Влияние метода проводимой терапии на гликемический контроль

Также нами проанализирован гликемический контроль у участников исследования в зависимости от метода проводимой терапии (рис. 4). Уровень HbA_{1c} и доля пациентов, достигших компенсации СД1 (HbA_{1c}<7,0%), находились в прямой зависимости от вида и количества используемых в лечении технологий. Наименее оптимальный гликемический контроль отмечался у пациентов, получающих МИИ и СКГК (HbA_{1c}: 8,3% [7,4; 9,6]; HbA_{1c}<7,0%: 17% (15–19)), в то время как у пациентов, получавшими инсулинотерапию путем НПИИ под контролем НМГ, отме-

чались статистически значимо наименьшие показатели HbA_{1c} и большее число участников, достигших компенсации СД1 (HbA_{1c}: 7,6% [6,9; 8,4]; HbA_{1c}<7,0%: 29% (26–32)).

Гликемический контроль в зависимости от возраста

За весь анализируемый период гликемический контроль также определялся возрастом участников исследования. Наиболее низкие показатели HbA_{1c} и большая частота компенсации СД1 отмечались в детском возрасте (до 12 лет), а более высокие показатели HbA_{1c} и меньшая частота компенсации СД1 — в подростковом (старше 12 лет) и раннем возрасте (до 3 лет) (рис. 5).

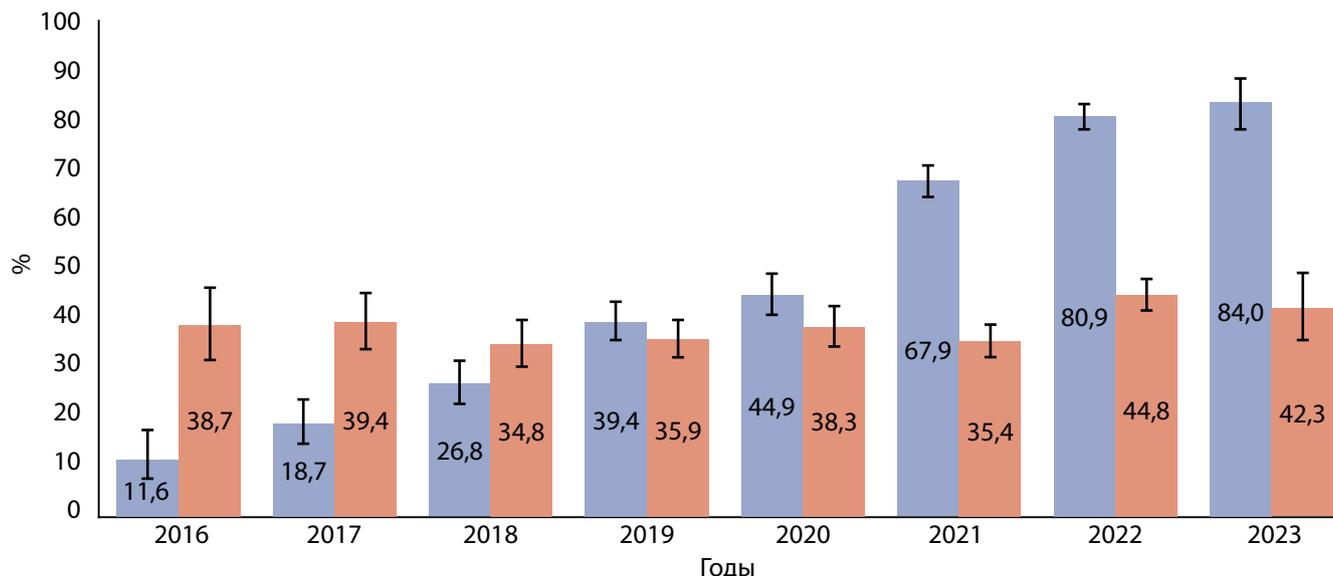
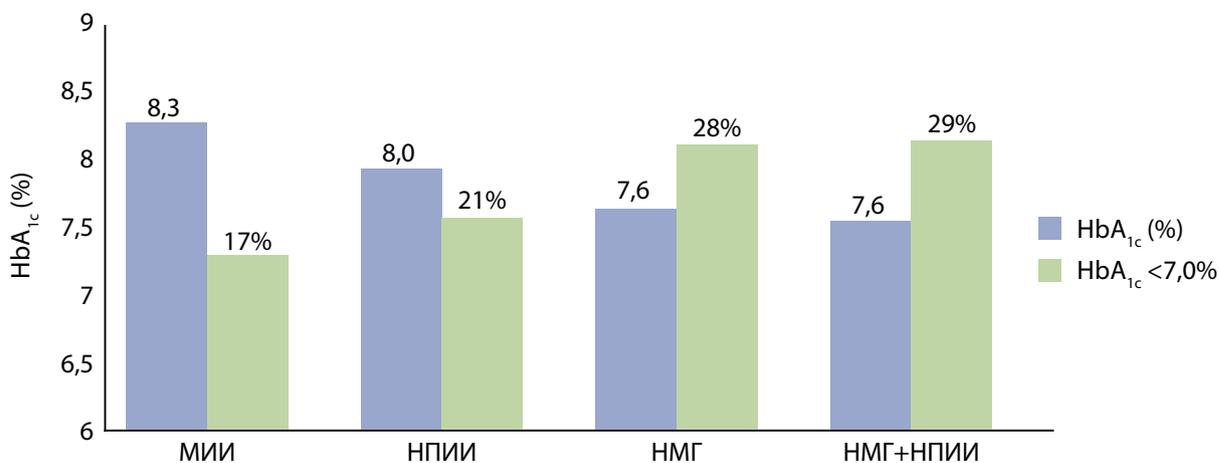


Рисунок 3. Доля участников исследования, использующих непрерывный мониторинг глюкозы (синие столбцы) и непрерывную подкожную инфузию инсулина (красные столбцы) в период 2016–2023 гг. Данные представлены в виде частот и 95% доверительный интервалов. Для сравнения частот использования НМГ и НПИИ в разные годы применяли критерий χ^2 : НМГ: $\chi^2=942$, $p<0,001$; НПИИ: $\chi^2=27$, $p<0,001$.



	МИИ	НПИИ	НМГ	НМГ+НПИИ
N	2177	1138	1833	1234
Среднее	8,7	8,3	8,0	7,7
Медиана	8,3	8,1	7,7	7,6
Q1–Q3	7,3–9,7	7,2–9,1	6,9–8,6	6,9–8,4

Рисунок 4. Показатели HbA_{1c} (синие столбцы) и доля участников с HbA_{1c} < 7,0% (зеленые столбцы) в зависимости от метода терапии. Данные на графике представлены в виде медиан.

МИИ — множественные инъекции инсулина, НПИИ — непрерывная подкожная инфузия инсулина, НМГ — непрерывный мониторинг глюкозы. Для сравнения показателей HbA_{1c} между групп терапии использован критерий Краскела-Уолиса: $\chi^2=204$, $p<0,001$. Для сравнения долей участников с HbA_{1c} < 7,0% между групп терапии использован критерий χ^2 : $\chi^2=59$, $p<0,001$. Показатели HbA_{1c} скорректированы с поправкой на возраст и длительность сахарного диабета 1 типа.

ОБСУЖДЕНИЕ

В данном исследовании была проанализирована динамика изменения гликемического контроля (уровень HbA_{1c} и процент участников исследования, достигших компенсации) и распространения НМГ и НПИИ лечения СД1 у детей, а также их взаимная зависимость. Показано, что за последние годы наблюдается снижение показателей HbA_{1c}, что сопровождается увеличением числа детей с HbA_{1c} < 7,0%. Эта динамика сопровождается увеличением доли детей, использующих НМГ и, в меньшей степени, НПИИ. Уровень глике-

мического контроля был напрямую связан с используемым методом инсулинотерапии и контроля уровня глюкозы: лучший уровень наблюдался при использовании НПИИ под контролем НМГ.

В нашем исследовании основными контрольными точками был уровень HbA_{1c} и доля участников с HbA_{1c} менее 7,0%. Неоднородный характер выборок, при сравнении в зависимости от времени госпитализации и методов лечения СД1, мог в значительной степени повлиять на полученные результаты — хорошо известно, что уровень HbA_{1c} у детей больше всего зависит от возраста и длительности СД1. Поэтому для анализа

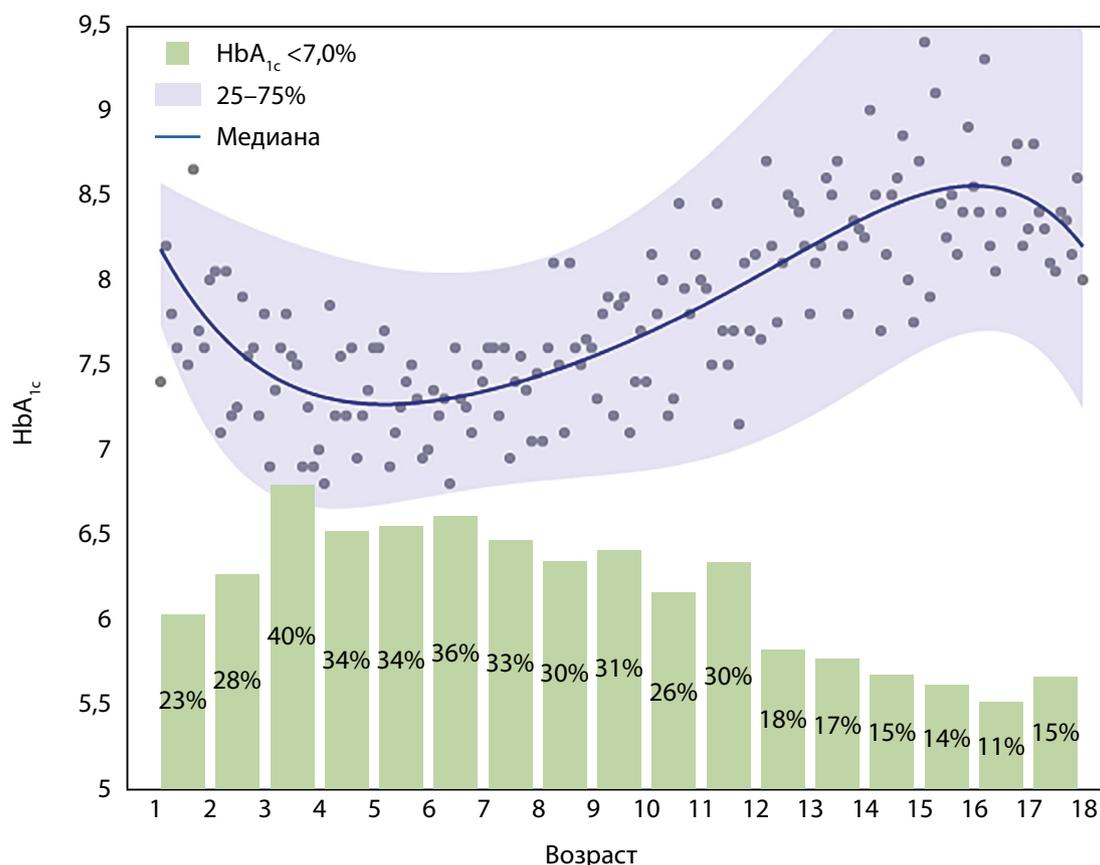


Рисунок 5. Показатели HbA_{1c} (синяя линия и диапазон: медиана и 25–75% перцентиль) и доля пациентов с HbA_{1c} < 7,0% (зеленые столбцы) в зависимости от возраста участников.

мы использовали скорректированный уровень HbA_{1c} (с поправкой на возраст и длительность СД1).

Снижение уровня HbA_{1c} у пациентов с СД1 за последние годы отмечено многими исследованиями, проведенными в том числе в РФ. Так, по данным Федерального регистра больных сахарным диабетом, в период с 2010 по 2022 гг. уровень HbA_{1c} у пациентов с СД1 снизился с 8,3 до 7,9% [3]. По данным Московского сегмента Федерального регистра больных сахарным диабетом, уровень HbA_{1c} у детей с СД1 в период 2015–2020 гг. снизился с 8,0 до 7,9% (у подростков остался без изменений — 8,0%), а доля детей с HbA_{1c} менее 7,0% увеличилась с 19,1 до 33,4% (у подростков — с 14,3 до 20,1%) [8]. Следует отметить, что в целом положительная динамика по уровню гликемического контроля наблюдалась и в предыдущие годы [9]. В то же время оценить вклад использования технологий (НМГ и НПИИ) в улучшение гликемического контроля в нашей стране сложно, так как детально эти данные не представлены.

Изменение уровня HbA_{1c} сопровождалось увеличением доли детей, использующих НМГ и НПИИ. Число пользователей инсулиновых помп и НМГ постоянно растет во всем мире [1–3]. В Российской Федерации в 2018 г. появилась система флеш-мониторирования глюкозы — FreeStyle Libre, удобство применения которой, а также хорошая точность способствовали широкому распространению НМГ в нашей стране. В то же время число пользователей инсулиновых помп не претерпело больших изменений. Отчасти это может отражать меньшую потребность в инсулиновых помпах по сравнению с НМГ, но также быть связано и с меньшей доступностью НПИИ.

Зависимость уровня HbA_{1c} от применения НМГ и НПИИ продемонстрирована рядом зарубежных исследований. Общей тенденцией в результатах этих исследований является лучший гликемический контроль при сочетанном использовании НПИИ и НМГ [2, 4, 5]. Аналогичные результаты были показаны и в нашем исследовании. Учитывая дизайн исследования, нельзя однозначно говорить о прямой зависимости между использованием НПИИ/НМГ и уровнем HbA_{1c}, так как на это могут влиять и сопутствующие факторы (приверженность к лечению, социальный статус и др.). В то же время, учитывая данные проспективных (в т.ч. рандомизированных) исследований у детей, можно ожидать такой ассоциации [10–15], особенно при сочетанном использовании НПИИ и НМГ [16]. Помимо больших функциональных возможностей, очевидно, что общее удобство введения инсулина с НПИИ и контроля уровня глюкозы с НМГ будет способствовать большей приверженности к контролю СД1, кроме того, отдельные инсулиновые помпы имеют функции автоматического управления подачей инсулина, что положительно сказывается на гликемическом контроле [17, 18].

Улучшение гликемического контроля, безусловно, является результатом комплексного взаимодействия: не только более широкого использования технологий в лечении СД1, но и внедрения новых аналогов инсулина, а также изменения подходов в лечении СД1, в частности определения более низких целевых уровней HbA_{1c} [19].

В то же время, несмотря на значительное улучшение гликемического контроля за последние годы, следует отметить, что большая часть детей с СД1 не достигает

целевого уровня HbA_{1c}. Даже при совместном использовании НПИИ и НМГ только 30% детей имеют HbA_{1c} менее 7,0%, а без использования этих технологий эта цифра практически в два раза меньше. Безусловно, характер выборки данного исследования мог определять полученный результат: за стационарной помощью чаще обращаются при худшем гликемическом контроле, однако данные других исследований демонстрируют схожую тенденцию [2, 8, 9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный на большой сплошной выборке 6382 детей с СД1 анализ взаимосвязи внедрения в клиническую практику помповой инсулинотерапии и НМГ в течение последних 8 лет (2016–2023 гг.) сопровождался значительным нарастанием процента детей, достигающих целевых показателей HbA_{1c} <7,0% (критерий международного консенсуса по лечению сахарного диабета у детей 2022 г.) с 11% в 2016 до 29% в 2023 гг. параллельно с увеличением использования НМГ с 11%

до 84%. Увеличение распространения НМГ у детей связано с бесплатным обеспечением детей за счет государственного бюджета в рамках национальной программы «Сахарный диабет».

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источники финансирования. Исследование выполнено в рамках исполнения государственного задания №123021000040-9.

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

Участие авторов. Безлепкина О.Б. — научное руководство, дизайн и планирование исследования; Лаптев Д.Н. — выгрузка данных из регистра, анализ и статистическая обработка полученных данных, написание текста; Князева Т.Т. — выгрузка данных из регистра, анализ и статистическая обработка полученных данных.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- Miller KM, Hermann J, Foster N, et al. Longitudinal Changes in Continuous Glucose Monitoring Use Among Individuals With Type 1 Diabetes: International Comparison in the German and Austrian DPV and U.S. T1D Exchange Registries. *Diabetes Care*. 2020;43(1):e1-e2. doi: <https://doi.org/10.2337/dc19-1214>
- 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>
- Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К., и др. Сахарный диабет в Российской Федерации: динамика эпидемиологических показателей по данным Федерального регистра сахарного диабета за период 2010–2022 гг. // *Сахарный диабет*. — 2023. — Т. 26. — №2. — С. 104–123. [Dedov II, Shestakova MV, Vikulova OK, et al. Diabetes mellitus in the Russian Federation: dynamics of epidemiological indicators according to the Federal Register of Diabetes Mellitus for the period 2010–2022. *Diabetes mellitus*. 2023;26(2):104-123. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/DM13035>
- Beck RW, Tamborlane WV, Bergenstal RM, Miller KM, DuBoise SN, Hall CA. The T1D Exchange Clinic Registry. *J Clin Endocrinol Metab*. 2012;97(12):4383-4389. doi: <https://doi.org/10.1210/jc.2012-1561>
- Blackman SM, Raghinaru D, Adi S, et al. Insulin pump use in young children in the T1D Exchange clinic registry is associated with lower hemoglobin A1c levels than injection therapy. *Pediatr Diabetes*. 2014;15(8):564-572. doi: <https://doi.org/10.1111/pedi.12121>
- Virtanen P, Gommers R, Oliphant TE, et al. SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python. *Nat Methods*. 2020;17(3):261-272. doi: <https://doi.org/10.1038/s41592-019-0686-2>
- Shan G, Lou X, Wu SS. Continuity Corrected Wilson Interval for the Difference of Two Independent Proportions. *J Stat Theory Appl*. 2023;22(1-2):38-53. doi: <https://doi.org/10.1007/s44199-023-00054-8>
- Петрайкина Е.Е., Лаптев Д.Н., Воронцова И.Г., и др. Сахарный диабет 1 типа у детей и подростков г. Москвы. Данные Московского сегмента Федерального регистра больных сахарным диабетом 2015–2020 гг. // *Проблемы эндокринологии*. — 2021. — Т. 67. — №6. — С. 113–123. [Petrayaykina EE, Laptev DN, Vorontsova IG, et al. Diabetes mellitus type 1 in children and adolescents in Moscow. Data from the Moscow Segment of the Federal Register of Diabetic Patients 2015–2020. *Problems of Endocrinology*. 2021;67(6):113-123. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/probl12795>
- Дедов И.И., Шестакова М.В., Петеркова В.А., и др. Сахарный диабет у детей и подростков по данным Федерального регистра Российской Федерации: динамика основных эпидемиологических характеристик за 2013–2016 гг. // *Сахарный диабет*. — 2017. — Т. 20. — №6. — С. 392–402. [Dedov II, Shestakova MV, Peterkova VA, et al. Diabetes mellitus in children and adolescents according to the Federal diabetes registry in the Russian Federation: dynamics of major epidemiological characteristics for 2013–2016. *Diabetes mellitus*. 2017;20(6):392-402. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/DM9460>
- Misso ML, Egberts KJ, Page M, O'Connor D, Shaw J. Continuous subcutaneous insulin infusion (CSII) versus multiple insulin injections for type 1 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010;(1):CD005103. doi: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005103.pub2>
- Емельянов А.О., Кураева Т.Л., Лаптев Д.Н., Петеркова В.А. Проспективное наблюдение эффективности и безопасности помповой инсулинотерапии у детей и подростков // *Сахарный диабет*. — 2010. — Т.48. — №3. — С. 143–146 [Emelyanov AO, Kuraeva TL, Laptev DN, Peterkova VA. Prospective study of efficacy and safety of insulin pump therapy in children and adolescents. *Diabetes mellitus*. 2010;13(3):143-146. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/2072-0351-5503>
- Лаптев Д.Н., Емельянов А.О., Медведева Е.Д., и др. Длительный гликемический контроль и факторы, ассоциированные с ответом на помповую инсулинотерапию у детей // *Сахарный диабет*. — 2021. — Т.24. — №2. — С. 122–132 [Laptev DN, Emelyanov AO, Medvedeva ED, et al. Long-term glycemetic control and factors, associated with response to pump insulin therapy in children. *Diabetes mellitus*. 2021;24(2):122-132. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/DM12530>
- 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, Bezlepikina OB, Demina ES, et al. Evaluation of FreeStyle Libre in pediatric t1dm: improved glycemetic 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>
- Campbell FM, Murphy NP, Stewart C, Biester T, Kordonouri O. Outcomes of using flash glucose monitoring technology by children and young people with type 1 diabetes in a single arm study. *Pediatr Diabetes*. 2018;19(7):1294-1301. doi: <https://doi.org/10.1111/pedi.12735>

15. Boucher SE, Gray AR, de Bock M, et al. Effect of 6 months' flash glucose monitoring in adolescents and young adults with type 1 diabetes and suboptimal glycaemic control: managing diabetes in a 'flash' randomised controlled trial protocol. *BMC Endocr Disord.* 2019;19(1):50. doi: <https://doi.org/10.1186/s12902-019-0378-z>
16. Bergenstal RM, Tamborlane WV, Ahmann A, et al. Sensor-Augmented Pump Therapy for A1C Reduction (STAR 3) Study. *Diabetes Care.* 2011;34(11):2403-2405. doi: <https://doi.org/10.2337/dc11-1248>
17. Abraham MB, Nicholas JA, Smith GJ, et al. Reduction in Hypoglycemia With the Predictive Low-Glucose Management System: A Long-term Randomized Controlled Trial in Adolescents With Type 1 Diabetes. *Diabetes Care.* 2018;41(2):303-310. doi: <https://doi.org/10.2337/dc17-1604>
18. Passanisi S, Lombardo F, Mameli C, et al. Safety, Metabolic and Psychological Outcomes of Medtronic MiniMed 780GTM in Children, Adolescents and Young Adults: A Systematic Review. *Diabetes Ther.* 2024;15(2):343-365. doi: <https://doi.org/10.1007/s13300-023-01501-6>
19. de Bock M, Codner E, Craig ME, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2022: Glycemic targets and glucose monitoring for children, adolescents, and young people with diabetes. *Pediatr Diabetes.* 2022;23(8):1270-1276. doi: <https://doi.org/10.1111/pedi.13455>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ [AUTHORS INFO]

***Князева Тила Тимуровна**, н.с. [**Tila T. Knyazeva**, MD, researcher]; ORCID: <https://orcid.org//0000-0003-0630-936X>; e-library SPIN: 4357-4926; e-mail: shmushkovich_til@mail.ru

Безлепкина Ольга Борисовна, д.м.н., проф. [Olga B. Bezlepkina, MD, PhD, Professor];

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9621-5732>; eLibrary SPIN: 3884-0945; e-mail: olgabezlepkina@mail.ru

Лаптев Дмитрий Никитич, д.м.н. [Dmitry N. Laptev, MD, PhD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4316-8546>;

Researcher ID: O-1826-2013; Scopus Author ID: 24341083800; e-library SPIN: 2419-4019; e-mail: laptevdn@ya.ru

ЦИТИРОВАТЬ:

Лаптев Д.Н., Князева Т.Т., Безлепкина О.Б. Внедрение новых технологий инсулинотерапии и контроля гликемии в клинической практике в период 2016–2023 гг., и их влияние на достижение целевых показателей лечения у детей с сахарным диабетом 1 типа // Сахарный диабет. — 2024. — Т. 27. — №5. — С. 461-467. doi: <https://doi.org/10.14341/DM13129>

TO CITE THIS ARTICLE:

Laptev DN, Knyazeva TT, Bezlepkina OB. The introduction of new technologies for insulin therapy and glycemic control in clinical practice in the period 2016-2023, and their impact on achieving treatment targets in children with type 1 diabetes mellitus. *Diabetes Mellitus.* 2024;27(5):461-467. doi: <https://doi.org/10.14341/DM13129>