

Роль показателя времени нахождения в целевом диапазоне (Time in range) в зависимости от метода оценки гликемического контроля при сахарном диабете

Л.А. Суплотова^{✉1}, А.С. Судницына², Т.С. Душина¹

¹ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России, Тюмень, Россия;

²ГБУЗ ТО «Областная клиническая больница №1», Тюмень, Россия

Аннотация

Несмотря на современные достижения в диабетологии, сахарный диабет (СД) представляет собой прогрессирующее неинфекционное заболевание с возможным развитием сосудистых осложнений, что представляет глобальную проблему для здравоохранения. Поэтому поддержание оптимального гликемического контроля важно для управления СД и предотвращения развития острых и хронических осложнений заболевания. Одним из параметров оценки гликемического контроля является показатель времени нахождения в целевом диапазоне (Time in range – TIR), рассчитанный на основании данных непрерывного мониторингирования уровня глюкозы, который достаточно прост и удобен в расчете и использовании, а также имеет доказанную связь с развитием микро- и макрососудистых осложнений СД. Однако главным препятствием для широкого применения TIR является ограниченное использование систем непрерывного мониторингирования уровня глюкозы. Поэтому особый интерес представляет изучение расчетного показателя времени нахождения в целевом диапазоне гликемии (derived TIR – dTIR), полученного на основании самоконтроля уровня глюкозы крови. В данном литературном обзоре обсуждены вопросы взаимосвязи TIR, dTIR и уровня гликированного гемоглобина, развития микро- и макрососудистых осложнений при СД 1 и 2-го типов, а также проанализирована сопоставимость TIR и dTIR.

Ключевые слова: расчетный показатель времени нахождения в целевом диапазоне гликемии, показатель времени нахождения в целевом диапазоне, сахарный диабет, самоконтроль уровня глюкозы крови, непрерывное мониторингирование уровня глюкозы крови

Для цитирования: Суплотова Л.А., Судницына А.С., Душина Т.С. Роль показателя времени нахождения в целевом диапазоне (Time in range) в зависимости от метода оценки гликемического контроля при сахарном диабете. Consilium Medicum. 2022;24(4):247–251. DOI: 10.26442/20751753.2022.4.201674

REVIEW

The role Time in range depending on the method of assessing glycemic control in diabetes: A review

Lyudmila A. Suplotova^{✉1}, Anna S. Sudnitsyna², Tatyana S. Dushina¹

¹Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia;

²Regional Clinical Hospital №1, Tyumen, Russia

Abstract

Despite modern advances in diabetology, diabetes is a progressive non-communicable disease with the possible development of vascular complications, which is a global health problem. Therefore, maintaining optimal glycemic control is important for managing diabetes and preventing the development of acute and chronic complications of the disease. One of the parameters for assessing glycemic control is the indicator of time in the target range (Time in range – TIR), calculated on the basis of data from continuous glucose monitoring (CGM), which is quite simple and convenient to calculate and use, and also has a proven connection with the development of micro- and macrovascular complications of diabetes. However, the main obstacle to the widespread use of TIR is the limited use of CGM systems. Therefore, of particular interest is the study of the derived indicator of the time in range of glycemia (derived TIR – dTIR), obtained on the basis of self-monitoring of blood glucose. In this review, the issues of the relationship of TIR, dTIR with HbA_{1c} levels, the development of micro- and macrovascular complications of diabetes type 1 and 2 are discussed, and the comparability of TIR and dTIR is analyzed.

Keywords: derived time in range, time in range, diabetes, self-monitoring blood glucose, continuous glucose monitoring

For citation: Suplotova LA, Sudnitsyna AS, Dushina TS. The role Time in range depending on the method of assessing glycemic control in diabetes: A review. Consilium Medicum. 2022;24(4):247–251. DOI: 10.26442/20751753.2022.4.201674

По данным Международной федерации диабета (International Diabetes Federation), в 2021 г. число пациентов с сахарным диабетом (СД) в мире составило 537 млн, а к 2045 г. ожидается увеличение до 784 млн человек [1].

В Российской Федерации также сохраняется рост распространенности заболевания, преимущественно СД 2-го типа (СД 2), с ежегодным увеличением на 250–300 тыс. пациентов. За 2018 г. установлено 10 805 новых случаев

Информация об авторах / Information about the authors

[✉]**Суплотова Людмила Александровна** – д-р мед. наук, проф., зав. курсом эндокринологии каф. терапии Института непрерывного профессионального развития ФГБОУ ВО «Тюменский ГМУ». E-mail: suplotova@mail.ru; ORCID: 0000-0001-9253-8075; SPIN-код: 1212-5397

Судницына Анна Сергеевна – врач-эндокринолог ГБУЗ ТО «ОКБ №1». E-mail: dr.sudnitsyna@mail.ru; ORCID: 0000-0002-1932-1686; SPIN-код: 2347-6680

Душина Татьяна Сергеевна – ассистент каф. акушерства-гинекологии и реаниматологии с курсом клинической лабораторной диагностики Института непрерывного профессионального развития ФГБОУ ВО «Тюменский ГМУ». E-mail: dr.dushina@mail.ru; ORCID: 0000-0002-6329-593X

[✉]**Lyudmila A. Suplotova** – D. Sci. (Med.), Prof., Tyumen State Medical University. E-mail: suplotova@mail.ru; ORCID: 0000-0001-9253-8075; SPIN code: 1212-5397

Anna S. Sudnitsyna – endocrinologist, Regional Clinical Hospital №1. E-mail: dr.sudnitsyna@mail.ru; ORCID: 0000-0002-1932-1686; SPIN code: 2347-6680

Tatyana S. Dushina – Assistant, Tyumen State Medical University. E-mail: dr.dushina@mail.ru; ORCID: 0000-0002-6329-593X

СД 1-го типа (СД 1) и 298 628 – СД 2 [2, 3]. Несмотря на современные достижения в диабетологии, СД представляет собой прогрессирующее неинфекционное заболевание с возможным развитием сосудистых осложнений, что является глобальной проблемой для здравоохранения. Поэтому поддержание оптимального гликемического контроля важно для управления СД и предотвращения развития острых и хронических осложнений заболевания [4–6]. Существуют различные инструменты мониторинга, позволяющие достигать целевых уровней показателей гликемического контроля (лабораторные, самоконтроль уровня глюкозы крови – СГК, непрерывное мониторирование уровня глюкозы – НМГ). Появление систем НМГ и последующее внедрение их в рутинную практику расширило возможности мониторинга СД, позволило определять закономерности и направленность гликемических экскурсий, получать данные о метаболическом контроле за короткий период времени [7–12]. В настоящее время возможно использование различных форм НМГ: в режиме реального времени, в «слепом» режиме или профессиональное НМГ, периодическое сканируемое НМГ или флеш-мониторирование. При использовании данных систем возможен расчет показателей, выполняющих оценку состояния гликемического контроля [13–18]. Рекомендациями для Международного консенсуса о времени нахождения в целевом диапазоне, принятом в 2019 г., регламентировано использование 10 стандартизированных параметров, где преимущество отдано показателям времени нахождения в диапазонах гликемии (время нахождения в целевом диапазоне – Time in range – TIR, время нахождения ниже целевого диапазона – Time below range – TBR, время нахождения выше целевого диапазона – Time above range – TAR) и коэффициенту вариации (coefficient of variation – CV) для использования в клинической практике [14]. TIR определяется как процент времени нахождения глюкозы между 3,9 и 10,0 ммоль/л (70–180 мг/дл). CV показывает, какой процент от среднего значения гликемии составляет стандартное отклонение, при этом повышенная вариабельность гликемии определяется при значениях $\geq 36\%$. И впервые в 2021 г. данные показатели внесены в алгоритмы специализированной медицинской помощи больным СД в РФ [13].

Учитывая современные достижения в мониторинге контроля уровня глюкозы, обучение пациента проведению СГК сохраняет свою актуальность и является необходимым компонентом профилактики осложнений заболевания и его лечения [19–24]. Впервые в исследовании Diabetes control and complications trial (DCCT) продемонстрировано, что выполнение 4-кратного СГК в день с еженедельным контролем уровня глюкозы крови в 03:00 и регулярным лабораторным определением уровня гликированного гемоглобина (HbA_{1c}) снижало риск развития хронических осложнений СД [25]. Ряд более поздних исследований также подтверждает эффективность использования регулярного СГК. Так, W. Polonsky и соавт. оценили эффективность использования регулярного СГК у пациентов с СД 2, находящихся на терапии пероральными сахароснижающими препаратами и имеющих неудовлетворительный гликемический контроль ($n=483$) [26]. Установлено улучшение гликемического контроля (снижение уровня HbA_{1c} на 0,3%) в сравнении с группой контроля при использовании регулярного 7-кратного СГК в течение 3 дней.

Важно отметить, что на основании данных СГК также возможен расчет ряда показателей оценки гликемического контроля, что особенно важно в условиях ограниченного применения систем НМГ. В 2019 г. R. Beck и соавт. совершили первые попытки установления связи между показателем времени нахождения в целевом диапазоне гликемии на основании СГК и риска развития диабетической ретинопатии и нефропатии у пациентов с СД 1 при использовании набора данных DCCT. Установлена четкая ассоциация по-

казателя времени нахождения в целевом диапазоне гликемии с развитием микрососудистых осложнений. Исследователи также высказали предположение о потенциальной возможности использования показателя, полученного по данным СГК, для стратификации риска осложнений [27]. СГК предоставляет значение глюкозы в определенные моменты времени, а не непрерывный тренд, как при НМГ. Поэтому использование термина «расчетный показатель времени нахождения в целевом диапазоне гликемии» (derived TIR – dTIR) более точно отражает полученную информацию и представляет расчетное приблизительное значение времени нахождения в целевом диапазоне гликемии, основанное на значениях концентрации глюкозы капиллярной крови (чаще всего 7-, 8- или 9-точечные измерения) [28].

Таким образом, изучение подходов мониторинга гликемического контроля у пациентов с СД представляет особый интерес, что и явилось основой для написания данного литературного обзора.

HbA_{1c} является эталонным показателем оценки состояния углеводного обмена и основным инструментом для мониторинга долгосрочного гликемического контроля, а также оценки риска развития осложнений заболевания [29–31]. Однако HbA_{1c} имеет и ряд ограничений, например, показатель не может предоставлять информацию о ежедневных колебаниях уровня глюкозы в крови. На уровень HbA_{1c} влияют многочисленные факторы, оказывающие воздействие на продолжительность жизни эритроцитов, а также связывание глюкозы с гемоглобином. Следовательно, HbA_{1c} может неточно отражать контроль уровня глюкозы в крови пациентов с гемоглобинопатиями, анемией, связанной с дефицитом железа, витамина B₁₂, фолиевой кислоты, гемолитической анемией, беременностью [14, 17, 32–35]. TIR – универсальный параметр, который отражает уровень глюкозы в течение коротких периодов времени, имеет установленные связи с рядом сосудистых осложнений СД [14, 16, 36, 37]. Однако TIR не исключает использование HbA_{1c}, а представляет собой дополнительное звено в оценке метаболического контроля. В связи с повышенным использованием систем НМГ в клинической практике возникла необходимость в лучшем понимании взаимосвязи TIR и HbA_{1c}.

В исследованиях R. Vigersky и соавт. приняли участие пациенты с СД 1 и 2; в них изучены и в дальнейшем продемонстрированы корреляции высокой силы между значениями HbA_{1c} и %TIR ($r_1=-0,84$; $r_2=0,71$). На каждые 10% изменения TIR приходилось 0,8% (8,7 ммоль/л) изменения уровня HbA_{1c}. Авторы предположили, что TIR может быть использован в качестве предпочтительного критерия для прогнозирования риска осложнений СД и возможности индивидуальной оценки значений гликемии [38].

В исследовании R. Beck и соавт. оценены данные из четырех рандомизированных клинических исследований, которые включали 545 взрослых с СД 1. В среднем TIR 70 и 50% соответствовали значениям HbA_{1c} 7% (53 ммоль/л) и 8% (64 ммоль/л) соответственно. Увеличение TIR на 10% (2,4 ч в день) соответствовало снижению HbA_{1c} примерно на 0,5% (5,0 ммоль/л) [39].

В работе M. Ohgashi и соавт. изучены взаимосвязи между TIR по данным флеш-мониторирования и HbA_{1c} у пациентов с СД 1 и 2, нарушением толерантности к глюкозе ($n=189$). Результаты исследования показали, что HbA_{1c}, соответствующий TIR 70%, составлял приблизительно 7,0% как для пациентов с СД 1, так и для пациентов с СД 2 [40].

По данным литературных источников, представлено большое количество исследований, подтверждающих зависимость развития осложнений СД от значений TIR. Так, J. Lu и соавт. исследовали взаимосвязь между ретинопатией и %TIR у пациентов с СД 2 ($n=3632$). Выявлены значимые ассоциации между TIR и всеми стадиями диабетической ретинопатии ($p<0,05$). Установлено, что распространенность и степень ретинопатии выше у пациентов с более

низким значением TIR ($p < 0,001$) [36]. L. Mayeda и соавт. также установили связь между TIR по данным НМГ и симптомами периферической нейропатии при СД 2 ($n=105$) [37]. Чем ниже %TIR, тем более высокий риск развития нейропатии согласно оценке по Мичиганскому опроснику для скрининга нейропатии ≥ 2 (отношение шансов – ОШ 1,25, 95% доверительный интервал – ДИ 1,02–1,52). Ограничением данных исследований стала оценка кратковременных результатов НМГ у пациентов с длительным анамнезом СД и невключение данных TIR в течение всего периода заболевания.

В исследовании J. Yoo и соавт. у 866 пациентов с СД 2 установили, что при значениях TIR 70–180 мг/дл существует взаимосвязь с развитием альбуминурии при СД 2 ($p=0,04$) [41].

M. Kim и соавт. исследовали 284 пациента с СД 2 в амбулаторной практике, которым выполнено НМГ. Значения TIR 70–180 мг/дл и TAR > 180 мг/дл в большей степени связаны с развитием автономной нейропатии кардиоваскулярной формы [42]. Увеличение TIR на 10% связано с тяжестью кардиоваскулярной формы автономной нейропатии (ОШ 0,89, 95% ДИ 0,81–0,98). Каждое 10% увеличение TAR также коррелировало с наличием (ОШ 1,141, 97,5% ДИ 1,01–1,29) и тяжестью кардиоваскулярной формы автономной нейропатии (ОШ 1,13, 97,5% ДИ 1,01–1,26).

J. Lu и соавт. изучили взаимосвязь TIR с толщиной интима-медиа сонной артерии как маркера сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов с СД 2 ($n=2215$) [43]. Продемонстрировано, что увеличение TIR на 10% связано с 6,4% более низкого риска развития аномальной толщины интима-медиа сонной артерии ($p < 0,001$). Таким образом, установленная взаимосвязь указывает на ассоциацию TIR и макроваскулярных осложнений заболевания.

Главным препятствием для широкого применения TIR является недостаточное использование технологии НМГ у большинства пациентов с СД. Поэтому изучение ассоциации dTIR с HbA_{1c} и осложнениями заболевания особенно актуально.

В 2019 г. R. Beck и соавт. совершены первые попытки установления связи между dTIR на основании СГК и риска развития диабетической ретинопатии и нефропатии у пациентов с СД 1 при использовании набора данных DCCT. Продемонстрировано увеличение dTIR на 10%, что связано с риском развития диабетической ретинопатии и микроальбуминурии на 64% (95% ДИ 51–78) и 40% (95% ДИ 25–56; $p < 0,001$) соответственно. Авторы также высказали предположение о потенциальной возможности использования TIR, полученного по данным НМГ, для стратификации риска осложнений [27].

В исследовании X. Sheng и соавт. проанализированы данные 3408 госпитализированных пациентов с СД 2. Значение dTIR рассчитывали на основании данных 7-точечного СГК в течение 3 дней, анализировали взаимосвязь между dTIR и HbA_{1c}, а также риском развития микрососудистых осложнений [44]. Отмечено, что при снижении dTIR HbA_{1c} достоверно повышался, что имело статистически значимые различия ($p < 0,01$, $r=0,458$). DTIR, соответствующий 70–80%, соответствовал уровню HbA_{1c} 7,47%, 80–90% – 6,6%, 90–100% – 5,62% соответственно. Продемонстрировано, что более низкий уровень dTIR указывает на более высокий риск развития диабетической нефропатии, ретинопатии, периферической нейропатии. Авторы предположили, что ассоциация между dTIR (СГК) и осложнениями может соответствовать TIR (НМГ).

R. Bergenstal и соавт. на основании данных исследования DEVOTE установили, что dTIR ассоциирован с развитием серьезных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, тяжелой гипогликемией и микроваскулярными осложнениями (ретинопатия и хроническая болезнь почек) при СД 2. Пациенты разделены на 3 группы: TIR $\leq 50\%$ ($n=1252$),

TIR $> 50\text{--}\leq 70\%$ ($n=791$), TIR $> 70\%$ ($n=3731$). В результате получено, что TIR $> 70\%$ против TIR $< 70\%$ снижает риск MACE на 27% ($p < 0,01$), при TIR $> 70\%$ против TIR $\leq 50\%$ – на 31% ($p < 0,01$) и при TIR $> 70\%$ против TIR $> 50\text{--}\leq 70\%$ – на 9% ($p < 0,01$) [28].

Таким образом, на основании проанализированных исследований установлены ассоциации TIR и dTIR с уровнем HbA_{1c} и развитием микро- и макрососудистых осложнений СД, что делает данные показатели ценными в оценке персонализированного гликемического контроля.

Сопоставимость TIR и dTIR

В связи с недостаточным количеством данных о различиях показателей TIR и dTIR сравнительный анализ в зависимости от метода оценки (НМГ и СГК) необходим. Ряд авторов опубликовали противоположные данные при сравнении различных систем НМГ и СГК [30–32, 42]. Так, P. Avari и соавт. проанализировали данные НМГ в реальном времени и СГК у пациентов с СД 1 ($n=226$) на основании исследования REPLACE-BG [45]. Установлены статистически значимые различия %dTIR (5-кратного СГК) и %TIR (НМГ в реальном времени; $p < 0,001$), что говорит не о сопоставимости методов, но о возможности дополнять друг друга. Противоположные данные представлены в 2012 г. R. Beck и соавт., которые изучили данные, объединяющие 6 завершенных исследований в условиях стационарного клинического исследовательского центра при использовании систем НМГ и СГК у пациентов с СД 1 ($n=93$). Выявлено, что среднее значение TIR составило 60% (НМГ), как и dTIR (СГК), что свидетельствует о сопоставимости показателей [46]. Ограничением исследования является продолжительность выполнения НМГ – 3 дня. Подобные результаты получены в многоцентровом открытом исследовании у пациентов с СД 1 ($n=218$), где оценен TIR по данным профессионального НМГ и dTIR по данным 6-кратного СГК. TIR составил 60%, что соответствовало значению, рассчитанному на основе данных СГК dTIR – 60,2% ($p=0,725$). Продемонстрированы четкие корреляционные взаимосвязи и линейная зависимость, что свидетельствует о сопоставимости этих параметров вне зависимости от метода измерения [47]. В исследовании R. Fiallo-Scharer и соавт. в детской популяции пациентов с СД 1 ($n=200$) также продемонстрировано, что показатели TIR и dTIR сопоставимы вне зависимости от метода оценки уровня глюкозы (НМГ в реальном времени и 8-кратный СГК, 49 и 50% соответственно) [48].

Закключение

В настоящее время в диабетологии достигнуты определенные успехи в оценке метаболического контроля, что, в свою очередь, позволяет достигать и поддерживать оптимальные значения гликемического контроля у пациентов с СД. На основании проанализированных литературных данных продемонстрирована взаимосвязь TIR, dTIR и уровня HbA_{1c}, развития микро- и макрососудистых осложнений у пациентов с СД 1 и 2, а также проанализирована сопоставимость TIR по данным НМГ и dTIR по данным СГК. Учитывая продемонстрированные данные, нужно отметить, что в условиях недостаточной возможности применения TIR на основании НМГ dTIR по данным СГК является значимым маркером оценки гликемического контроля и надежным дополнением значения HbA_{1c}.

Раскрытие интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в

равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

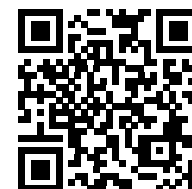
Литература/References

- IDF Diabetes Atlas, 10th edition. Brussels: International Diabetes Federation; 2021. Available at: <https://www.diabetesatlas.org/data/en/world/>. Accessed: 15.02.2022.
- Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К., и др. Атлас регистра сахарного диабета Российской Федерации. Статус 2018 г. *Сахарный диабет*. 2019;22(25):4-61 [Dedov II, Shestakova MV, Vikulova OK, et al. Atlas of Diabetes Register in Russian Federation, status 2018. *Saharnyy diabet*. 2019;22(25):4-61 (in Russian)]. DOI:10.14341/DM12208
- Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К., и др. Эпидемиологические характеристики сахарного диабета в Российской Федерации: клинко-статистический анализ по данным регистра сахарного диабета на 01.01.2021. *Сахарный диабет*. 2021;24(3):204-21 [Dedov II, Shestakova MV, Vikulova OK, et al. Epidemiological characteristics of diabetes mellitus in the Russian Federation: clinical and statistical analysis according to the Federal diabetes register data of 01.01.2021. *Saharnyy diabet*. 2021;24(3):204-21 (in Russian)]. DOI:10.14341/DM12759
- Сахарный диабет 1 типа у взрослых: клинические рекомендации. Утв. Минздравом России. Российская ассоциация эндокринологов. Судебные и нормативные акты РФ. 2019. Режим доступа: https://sudact.ru/law/klinicheskie-rekomendatsii-saharnyy-diabet-1-tipa-u_1/klinicheskie-rekomendatsii. Ссылка активна на 20.02.2022 [Type 1 diabetes mellitus in adults: clinical guidelines. Approved Ministry of Health of Russia. Russian Association of Endocrinologists. Judicial and normative acts of the Russian Federation. 2019. Available at: https://sudact.ru/law/klinicheskie-rekomendatsii-saharnyy-diabet-1-tipa-u_1/klinicheskie-rekomendatsii. Accessed: 20.02.2022 (in Russian)].
- Holt RG, DeVries JH, Hess-Fischl A, et al. The management of type 1 diabetes in adults. A consensus report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diabetes Care*. 2021;44:2589-625. DOI:10.1007/s00125-021-05568-3
- Dattatreya A, Sarangi T. A Review on Diabetes Mellitus: Complications, Management and Treatment Modalities. Research & Reviews: Journal of Medical and Health Sciences. 2015. Available at: <https://www.royj.com/open-access/diabetic-complications-their-treatment.php?aid=52788>. Accessed: 20.02.2022.
- Тарасов Ю.В., Филиппов Ю.И., Борисова Е.К., и др. Технологии непрерывного мониторингирования глюкозы: успехи и перспективы. *Проблемы эндокринологии*. 2015;61(4):54-72 [Tarasov YuV, Filippov IuI, Borisova EK, et al. Continuous glucose monitoring technologies: state of the art and future perspectives in view of artificial pancreas. *Problemy Endokrinologii*. 2015;61(4):54-72 (in Russian)]. DOI:10.14341/probl201561454-72
- Демидова Т.Ю. Современные технологии непрерывного мониторинга гликемии: развивающиеся возможности контроля и управления. *Российский медицинский журнал*. 2018;11:86-90 [Demidova TJu. Modern technologies of continuous glucose monitoring: developing possibilities of control and management. *Rossiyskij medicinskij zhurnal*. 2018;11:86-90 (in Russian)].
- Kovatchev BP. Metrics for glycaemic control-from HbA_{1c} to continuous glucose monitoring. *Nat Rev Endocrinol*. 2017;7(13):425-36. DOI:10.1038/nrendo.2017.3
- Шестакова М.В., Майоров А.Ю., Филиппов Ю.И., и др. Федеральные клинические рекомендации по помповой инсулинотерапии и непрерывному мониторингованию гликемии у больных сахарным диабетом: утв. на VII Всероссийском диабетологическом конгрессе 28.02.2015. Режим доступа: <https://minzdrav.gov-murman.ru/documents/poryadki-okazaniya-meditsinskoy-pomoshchi/pompa>. Ссылка активна на 20.02.2022 [Shestakova MV, Mayorov AYU, Filippov Yul, et al. Federal clinical guidelines for insulin pump therapy and continuous monitoring of glycemia in patients with diabetes mellitus: approved. at the VII All-Russian Diabetology Congress on February 28, 2015. Available at: <https://minzdrav.gov-murman.ru/documents/poryadki-okazaniya-meditsinskoy-pomoshchi/pompa>. Accessed: 20.02.2022 (in Russian)].
- Beers CAJ, DeVries JH, Kleijer SJ, et al. Continuous glucose monitoring for patients with type 1 diabetes and impaired awareness of hypoglycaemia (IN CONTROL): a randomised, open-label, crossover trial. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2016;11(4):893-902. DOI:10.1016/S2213-8587(16)30193-0
- Li F, Liu B, Zhu H, et al. Continuous Glucose Monitoring in Newly Diagnosed Type 2 Diabetes Patients Reveals a Potential Risk of Hypoglycemia in Older Men. *J Diabetes Res*. 2017;2017:2740372. DOI:10.1155/2017/2740372
- Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю., и др. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. 9-й выпуск. *Сахарный диабет*. 2019;22(151):1-144 [Dedov II, Shestakova MV, Mayorov AYu, et al. Standards of specialized diabetes care. 9th edition. *Saharnyy diabet*. 2019;22(151):1-144 (in Russian)]. DOI:10.14341/DM22151
- Battelino T, Danne T, Bergenstal RM, et al. Clinical targets for continuous glucose monitoring data interpretation: Recommendations from the international consensus on time in range. *Diabetes Care*. 2019;42(12):1593-603.
- Aijan RA. How can we realize the clinical benefits of continuous glucose monitoring? *Diabetes Technol Ther*. 2017;52(19):S27-36. DOI:10.1089/dia.2017.0021
- Rodbard D. Metrics to Evaluate Quality of Glycemic Control: Comparison of Time in Target, Hypoglycemic, and Hyperglycemic Ranges with «risk Indices». *Diabetes Technol Ther*. 2018;5(20):325-34. DOI:10.1089/dia.2017.0416
- Danne T, Nimri R, Battelino T, et al. International consensus on use of continuous glucose monitoring. *Diabetes Care*. 2017;12(40):1631-40. DOI:10.2337/dc17-1600
- American Diabetes Association. 6 Glycemic targets: Standards of medical care in diabetes-2019. *Diabetes Care*. 2019;42(1):61-70. DOI:10.2337/dc19-S006
- Петунина Н.А., Гончарова Е.В., Панасенко О.И. Основные аспекты регулярного самоконтроля уровня гликемии у пациентов с сахарным диабетом. *Кардиосоматика*. 2018;1(9):61-6 [Petunina NA, Goncharova EV, Panasenka OI. The main aspects of regular self-monitoring of the level of glycemia in patients with diabetes mellitus. *Kardiosomatika*. 2018;1(9):61-6 (in Russian)].
- Бирюкова Е.В., Платонова Н.М. Самоконтроль гликемии в лечении сахарного диабета: все ли мы знаем о современных возможностях? *Справочник поликлинического врача*. 2019;3:20-3 [Birjukova EV, Platonova NM. Self-control of glycemia in the treatment of diabetes mellitus: do we know everything about modern possibilities? *Spravochnik poliklinicheskogo vracha*. 2019;3:20-3 (in Russian)].
- Blevins T. Value and utility of self-monitoring of blood glucose in non-insulin-treated patients with type 2 diabetes mellitus. *Postgrad Med*. 2013;125(3):191-204. DOI:10.3810/pgm.2013.05.2668
- Parkin CG, Buskirk A, Hinnen DA, et al. Results that matter: structured vs. unstructured self-monitoring of blood glucose in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*. 2012;97(1):6-15. DOI:10.1016/j.diabres.2012.03.002
- Mannucci E, Antenore A, Giorgino F, et al. Effects of Structured Versus Unstructured Self-Monitoring of Blood Glucose on Glucose Control in Patients With Non-insulin-treated Type 2 Diabetes: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Diabetes Sci Technol*. 2018;12(1):183-9. DOI:10.1177/1932296817719290
- Garg SK, Hirsch IB. Self-Monitoring of Blood Glucose. *Diabetes Technol Ther*. 2019;21(5):S4-S12. DOI:10.1089/dia.2019.2501
- Nathan DM, Genuth S, Lachin J, et al; Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The Diabetes Control and Complications Trial Research Group The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications. *New Engl J Med*. 1993;329(14):977-86.
- Polonsky WH, Fisher L, Schikman CH, et al. Structured self-monitoring of blood glucose significantly reduces A1C levels in poorly controlled, noninsulin-treated type 2 diabetes: Results from the structured testing program study. *Diabetes Care*. 2011;34(3):262-7. DOI:10.2337/dc10-1732
- Beck RW, Bergenstal RM, Riddlesworth TD, et al. Validation of time in range as an outcome measure for diabetes clinical trials. *Diabetes Care*. 2019;42(3):400-5. DOI:10.2337/dc18-1444
- Bergenstal RM. Presented at the American Diabetes Association, 80th Scientific Sessions. June 12-16, 2020. Poster 21-LB.
- Бирюкова Е.В. Роль гликированного гемоглобина в диагностике и улучшении прогноза сахарного диабета. *Медицинский совет*. 2017;3:55-7 [Birjukova EV. The role of glycated hemoglobin in the diagnosis and improvement of the prognosis of diabetes mellitus. *Meditsinskij sovet*. 2017;3:55-7 (in Russian)].
- Nathan DM. The diabetes control and complications trial/epidemiology of diabetes interventions and complications study at 30 years: Overview. *Diabetes Care*. 2014;37(1):9-16. DOI:10.2337/dc13-2112
- Use of Glycated Haemoglobin (HbA_{1c}) in the Diagnosis of Diabetes Mellitus: Abbreviated Report of a WHO Consultation / WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. Geneva: World Health Organization, 2011. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26158184/>. Accessed: 18.11.2021.
- Hashimoto K, Osugi T, Noguchi S, et al. A1C but not serum glycated albumin is elevated because of iron deficiency in late pregnancy in diabetic women. *Diabetes Care*. 2010;33(3):509-11. DOI:10.2337/dc09-1954
- Inaba M, Okuno S, Kumeda Y, et al. Osaka CKD Expert Research Group. Glycated albumin is a better glycaemic indicator than glycated hemoglobin values in hemodialysis patients with diabetes: effect of anemia and erythropoietin injection. *J Am Soc Nephrol*. 2007;18(3):896-903. DOI:10.1681/ASN.2006070772
- Bry L, Chen PC, Sacks DB. Effects of hemoglobin variants and chemically modified derivatives on assays for glycohemoglobin. *Clin Chem*. 2001;47(2):153-63.

35. Ford ES, Cowie CC, Li C, et al. Iron-deficiency anemia, non-iron-deficiency anemia and HbA_{1c} among adults in the US. *J Diabetes*. 2011;3(1):67-73. DOI:10.1111/j.1753-0407.2010.00100.x
36. Lu J, Ma X, Zhou J, et al. Association of Time in Range, as Assessed by Continuous Glucose Monitoring, With Diabetic Retinopathy in Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*. 2018;41(11):2370-6. DOI:10.2337/dc18-1131
37. Mayeda L, Katz R, Ahmad I, et al. Glucose time in range and peripheral neuropathy in type 2 diabetes mellitus and chronic kidney disease. *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2020;8(1):e000991. DOI:10.1136/bmjdc-2019-000991
38. Vigersky RA, McMahon C. The Relationship of Hemoglobin A1C to Time-in-Range in Patients with Diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2019;2(21):81-5. DOI:10.1089/dia.2018.0310
39. Beck RW, Bergenstal RM, Cheng P, et al. The relationships between time in range, hyperglycemia metrics, and HbA_{1c}. *J Diabetes Sci Technol*. 2019;13(4):614-26. DOI:10.1177/1932296818822496
40. Ohigashi M, Osugi K, Kusunoki Y, et al. Association of time in range with hemoglobin A1c, glycated albumin and 1,5-anhydro-d-glucitol. *J Diabetes Investig*. 2021;12(6):940-9. DOI:10.1111/jdi.13437
41. Yoo JH, Choi MS, Ahn J, et al. Association Between Continuous Glucose Monitoring-Derived Time in Range, Other Core Metrics, and Albuminuria in Type 2 Diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2020;22(10):768-76. DOI:10.1089/dia.2019
42. Kim MY, Kim G, Park JY, et al. The Association Between Continuous Glucose Monitoring-Derived Metrics and Cardiovascular Autonomic Neuropathy in Outpatients with Type 2 Diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2021;23(6):434-42. DOI:10.1089/dia.2020.0599
43. Lu J, Ma X, Shen Y, et al. Time in Range Is Associated with Carotid Intima-Media Thickness in Type 2 Diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2020;22(2):72-8. DOI:10.1089/dia.2019.0251
44. Sheng X, Xiong G-H, Yu P-F, et al. The Correlation between Time in Range and Diabetic Microvascular Complications Utilizing Information Management Platform. *Int J Endocrinol*. 2020;2020:8879085. DOI:10.1155/2020/8879085
45. Avari P, Uduku C, George D, et al. Differences for Percentage Times in Glycemic Range between Continuous Glucose Monitoring and Capillary Blood Glucose Monitoring in Adults with Type 1 Diabetes: Analysis of the REPLACE-BG Dataset. *Diabetes Technol Ther*. 2020;23(22):222-7. DOI:10.1089/dia.2019.0276
46. Beck RW, Calhoun P, Kollman C. Use of continuous glucose monitoring as an outcome measure in clinical trials. *Diabetes Technol Ther*. 2012;10(14):877-82. DOI:10.1089/dia.2012.0079
47. Суплотова Л.А., Судницына А.С., Романова Н.В., и др. Анализ времени нахождения в целевом диапазоне в зависимости от метода оценки уровня глюкозы. *Медицинский Совет*. 2021;7:46-55 [Suplotova LA, Sudnicyna AS, Romanova NV. Analysis of time in range depending on the method of assessing the glucose level. *Medicinskij Sovet*. 2021;7:46-55 (in Russian)]. DOI:10.21518/2079-701X-2021-7-46-55
48. Fiallo-Scharer R. Eight-point glucose testing Versus the continuous glucose monitoring system in evaluation of glycemic control in type 1 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab*. 2005;90(6):3387-91. DOI:10.1210/jc.2004-2510

Статья поступила в редакцию / The article received: 28.03.2022

Статья принята к печати / The article approved for publication: 23.05.2022



OMNIDOCTOR.RU