

# Инновационные технологии в управлении сахарным диабетом: предупреждение гипогликемии

О.В. Светлова<sup>1✉</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-5146-2032>, merylan@yandex.ru

И.В. Гурьева<sup>1,2</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-2284-2893>, igurieva@mail.ru

<sup>1</sup> Федеральное бюро медико-социальной экспертизы; 127486, Россия, Москва, ул. Ивана Сусанина, д. 3

<sup>2</sup> Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования; 125993, Россия, Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1

## Резюме

Одной из стратегий предупреждения гипогликемии, наряду со структурированным обучением пациентов и применением современных сахароснижающих средств, является самоконтроль гликемии с достижением индивидуальных терапевтических целей. Часто повторяющиеся гипогликемические эпизоды ассоциированы с нарушением распознавания гипогликемии и повышают риск возникновения тяжелой гипогликемии до 6 раз. Профилактика развития тяжелой гипогликемии может иметь ключевое значение для предупреждения неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и риска внезапной смерти у пациентов с сахарным диабетом. Повторяющиеся гипогликемические эпизоды могут приводить к нарушению распознавания гипогликемий, вследствие чего для развития клинических симптомов гипогликемии необходим более низкий уровень глюкозы крови. Применение индивидуальных глюкометров актуально в настоящее время, несмотря на активное внедрение в клиническую практику непрерывного мониторинга гликемии и флеш-мониторинга. Согласно российским «Алгоритмам специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом», пациентам рекомендуется проведение самоконтроля при помощи индивидуальных глюкометров не менее 4 раз в сутки при использовании непрерывного мониторинга гликемии в режиме реального времени и не менее 2 раз в сутки при использовании флеш-мониторинга гликемии для оценки точности и/или калибровки данных мониторинга и с целью решения вопроса о коррекции проводимой терапии. Стремление к строгому и адекватному самоконтролю диктует необходимость использования новейших средств контроля гликемии – интеллектуальных глюкометров, обладающих высокой точностью, простотой использования и надежностью измерений глюкозы в крови. Внедрение интеллектуальных технологий – «умных» глюкометров с использованием мобильного приложения, с функциями «без кодирования», «второго шанса», передачи данных лечащему врачу – дает возможность осуществления дистанционного контроля, обеспечивая более эффективное управление сахарным диабетом.

**Ключевые слова:** терапевтические цели, гипогликемия, нераспознавание гипогликемии, глюкометр, самоконтроль

**Для цитирования:** Светлова О.В., Гурьева И.В. Инновационные технологии в управлении сахарным диабетом: предупреждение гипогликемии. *Медицинский совет*. 2023;17(9):89–95. <https://doi.org/10.21518/ms2023-167>.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

# Innovative technologies in the management of diabetes mellitus: prevention of hypoglycemia

Olga V. Svetlova<sup>1✉</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-5146-2032>, merylan@yandex.ru

Irina V. Gurieva<sup>1,2</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-2284-2893>, igurieva@mail.ru

<sup>1</sup> Federal Bureau of Medical and Social Expertise; 3, Ivan Susanin St., Moscow, 127486, Russia

<sup>2</sup> Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; 2/1, Bldg. 1, Barrikadnaya St., Moscow, 125993, Russia

## Abstract

One of the strategies for preventing hypoglycemia, along with structured patient education and the use of modern hypoglycemic agents, is self-control of glycemia with the achievement of individual therapeutic goals. Frequently recurring hypoglycemic episodes are associated with impaired recognition of hypoglycemia and increase the risk of severe hypoglycemia up to six times. Prevention of the development of severe hypoglycemia may be of key importance for the prevention of adverse cardiovascular events and the risk of sudden death in patients with diabetes mellitus. Repeated hypoglycemic episodes can lead to impaired recognition of hypoglycemia, as a result of which a lower blood glucose level is necessary for the development of clinical symptoms of hypoglycemia. The use of individual glucose meters is currently relevant, despite the active introduction into clinical practice of continuous monitoring of glycemia and flash monitoring. According to the Russian "Algorithms of specialized medical care for patients with diabetes mellitus", patients are recommended to conduct self-monitoring using individual glucose meters at least 4 times a day when using continuous monitoring of glycemia in real time and at least 2 times a day when using flash monitoring of glycemia to assess accuracy and / or calibration monitoring data and in order to resolve the issue of correction of ongoing therapy. The desire for strict and adequate self-control dictates the need to use the latest means of glycemia control – intelligent glucose meters with high accuracy, ease of use and reliability of blood glucose measurements. The introduction

of intelligent technologies – “smart” glucose meters using a mobile application, with the functions of “no coding”, “second chance”, data transmission to the attending physician – makes it possible to carry out remote monitoring, providing more effective management of diabetes mellitus.

**Keywords:** therapeutic goals, hypoglycemia, non-recognition of hypoglycemia, glucose meter, self-monitoring

**For citation:** Svetlova O.V., Gurieva I.V. Innovative technologies in the management of diabetes mellitus: prevention of hypoglycemia. *Meditsinskiy Sovet.* 2023;17(9):89–95. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2023-167>.

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

## ВВЕДЕНИЕ

За последнее десятилетие численность больных сахарным диабетом (СД) в мире увеличилась более чем в 2 раза, и к концу 2021 г. превысила 537 млн человек. На основании прогнозов Международной диабетической федерации к 2030 г. СД будет страдать 643 млн человек, а к 2045 г. – 784 млн человек. В Российской Федерации, как и во всех странах мира, отмечается значимый рост распространенности СД. По данным федерального регистра СД в РФ на 01.01.2022 г., состояло на диспансерном учете 4 871 863 человека (3,34% населения), из них 92,3% (4 498 826) – СД 2-го типа, 5,6% (271 468) – СД 1-го типа и 2,1% (101 569) – другие типы СД [1].

Гипогликемии являются частыми состояниями при СД, и риск их развития существует постоянно при проведении любой сахароснижающей терапии в течение всей жизни пациента [2, 3]. Гипогликемия является серьезным препятствием к достижению адекватного и эффективно-го гликемического контроля. Одной из стратегий предупреждения гипогликемии, наряду со структурированным обучением пациентов и применением современных сахароснижающих средств является самоконтроль гликемии с достижением индивидуальных терапевтических целей. Часто повторяющиеся гипогликемические эпизоды ассоциированы с нарушением распознавания гипогликемии и повышают риск возникновения тяжелой гипогликемии до 6 раз [4].

В среднем больные СД 1-го типа переносят 2 симптомные гипогликемии в неделю, тысячи эпизодов в течение жизни; ежегодно по крайней мере в 1 случае происходит потеря сознания и требуется посторонняя помощь. Подсчитано, что 2–4% случаев смертельных исходов при СД имеют связь с гипогликемией [2, 5].

В исследовании DCCT стремление к строгим терапевтическим целям гликемического контроля повышало риск развития гипогликемических состояний, в том числе тяжелых, в 3 раза [2, 6]. В исследовании InHypo-DM (Канада) изучалась частота гипогликемии среди пациентов (452 человека с СД 2-го типа), получающих инсулин или препараты, стимулирующие секрецию инсулина. Опрос пациентов на предмет развития гипогликемических эпизодов показал, что нетяжелые гипогликемии наблюдались у 54% пациентов (12,1 случай на человека в год), тяжелые гипогликемии – у 38% (2,5 случая на человека в год) [4, 7].

В исследовании Dialog было подтверждено, что провоцирующими факторами возникновения гипогликемии являлось наличие частых гипогликемических эпизодов

в анамнезе, более 2 инъекций инсулина в день, индекс массы тела менее 30 кг/м<sup>2</sup>, длительность инсулинотерапии более 10 лет. Уровень гликированного гемоглобина (HbA1c) не позволял спрогнозировать развитие гипогликемии ни при СД 1-го типа, ни при СД 2-го типа, на основании чего сделан вывод, что гипогликемия может возникать при уровнях HbA1c, не соответствующих терапевтическим целям [4, 7].

Особую опасность представляет нарушение способности к распознаванию гипогликемий. По данным ряда авторов, нарушение распознавания к гипогликемиям выявляется у 20–25% пациентов с СД 1-го типа, у 10% пациентов с СД 2-го типа на инсулинотерапии. Многие исследователи признают, что причиной или фактором риска развития гипогликемических состояний, в том числе бессимптомных, может являться диабетическая автономная невропатия, однако данные литературы по этому вопросу противоречивы [2, 5, 8].

## НАРУШЕНИЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ГЛИКЕМИИ

Согласно российским «Алгоритмам специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом», значения глюкозы плазмы от 3,0 ммоль/л до <3,9 ммоль/л (с симптомами или без) у пациентов с СД, получающих сахароснижающую терапию, указывают на риск развития гипогликемии и требуют начала мероприятий по купированию гипогликемии независимо от наличия или отсутствия симптомов. Значения глюкозы плазмы <3,0 ммоль/л, с симптомами или без – клинически значимая гипогликемия, требующая немедленного купирования. Тяжелая гипогликемия – гликемия в пределах вышеуказанного диапазона с такими нарушениями когнитивных функций (включая потерю сознания, т. е. гипогликемическую кому), которые требуют помощи другого лица для купирования [1].

Повторные эпизоды гипогликемии нарушают нейрогуморальный ответ на последующую гипогликемию, снижают выраженность ее симптомов и приводят к нарушенной адаптации головного мозга к низкому уровню глюкозы крови [2, 9, 10].

Частые повторяющиеся эпизоды гипогликемии связаны с существующим риском развития тяжелой гипогликемии, страхом гипогликемии и когнитивными нарушениями. Сочетание данных факторов приводит к нераспознаванию гипогликемии [2, 9, 10]. По данным DCCT (Diabetes Control and Complications Trial), нераспознавание гипогликемии является одним из показателей ее тяжести. Согласно American Diabetes Association Workgroup on

hypoglycemia, синдром нераспознавания гипогликемий может быть установлен при ее индуцировании методом гипогликемического клэмпа при повышении порога развития нейрогликопенических симптомов. Нераспознавание гипогликемии становится серьезным препятствием к достижению эффективного управления СД [9, 10].

Гипогликемии без клинических симптомов могут быть ассоциированы с высоким риском различных травм, несчастных случаев и летального исхода. По данным различных авторов, тяжелые гипогликемии приводят к снижению вербальной функции, нарушениям памяти, внимания, мышления. Страх перед тяжелыми гипогликемиями значительно снижает приверженность пациентов к лечению и обучению.

К основным факторам риска развития тяжелой гипогликемии относятся: высокая вариабельность гликемии, тяжелые гипогликемии в анамнезе, автономная нейропатия, в том числе с нарушением распознавания, длительность СД более 15 лет, хроническая болезнь почек 3–5-й стадии [4, 11].

Избегание гипогликемий улучшает контррегулирующие механизмы, способствует смещению гликемического порога для активации симпатоадреналового ответа и тем самым восстанавливает способность к распознаванию гипогликемий [9, 12].

Клинические проявления гипогликемии зачастую сложно диагностировать, т. к. они характеризуются полиморфизмом и неспецифичностью. Автономные (вегетативные) симптомы развиваются при активации автономной нервной системы при быстром снижении уровня гликемии. Нейрогликопенические симптомы обусловлены недостаточным снабжением центральной нервной системы глюкозой. Для распознавания гипогликемии имеет значение наличие любого начального симптома (вегетативного или нейрогликопенического), который пациент ассоциирует с развивающейся гипогликемией [9, 13, 14].

Секреция контринсулярных гормонов (в первую очередь глюкагона и адреналина) и активация автономной нервной системы начинаются при снижении гликемии до 3,9 ммоль/л. В случае если нормогликемия не восстанавливается, то при уровне плазмы примерно 3,3 ммоль/л возникают симптомы, обусловленные выбросом катехоламинов и ацетилхолина. Нейрогликопенические симптомы обычно появляются при концентрации глюкозы около 2,8 ммоль/л [13, 14].

У пациентов с диабетической автономной нейропатией контринсулярные механизмы особенно страдают, поэтому эти пациенты склонны к тяжелым гипогликемиям. В таких случаях возможно развитие комы без соответствующих симптомов-предшественников, в связи с развитием нераспознавания гипогликемии.

При нарушении автономной регуляции снижается пороговый уровень глюкозы крови, запускающий контринсулярный ответ, необходимый для восстановления нормального уровня глюкозы. При этом на фоне отсутствия клинических симптомов возникают многократно повторяющиеся гипогликемические эпизоды [14, 15]. Продолжительные гипогликемические эпизоды могут

вызывать нарушение процесса реполяризации миокарда удлинением интервала QT и его дисперсии (QTd), что может быть предиктором развития жизнеугрожающих аритмий. Р. Kempler еще в 1993 г. подтвердил сильную положительную связь между удлинением интервала QT и тяжестью автономной дисфункции и гипогликемическими состояниями [16].

## САМОКОНТРОЛЬ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Самоконтроль гликемии является важным инструментом, позволяющим избегать, а также своевременно распознавать и купировать гипогликемии. Частота самоконтроля зависит от проводимой сахароснижающей терапии, необходимости ее коррекции, возможностей пациента и условий его жизни, уровня приверженности, психологического состояния и сопутствующих заболеваний, необходимых знаний и навыков по управлению СД [17, 18]. Российские «Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом» рекомендуют у пациентов с СД 1-го типа проводить самоконтроль гликемии не менее 4 раз в сутки (до еды, через 2 часа после еды, на ночь, периодически ночью), при СД 2-го типа частота зависит от вида сахароснижающей терапии. Очень важно не просто называть больному частоту проведения самоконтроля гликемии и цифры целевых значений, необходимо занести их либо в дневник пациента (бумажную версию), либо с появлением новых умных глюкометров – в их базу [2, 4].

Золотым стандартом остается измерение гликированного гемоглобина (HbA1c), однако на основании последних исследований понятно, что недостаточно опираться только на эти показатели, поскольку HbA1c интегрирует данные за 3 последних месяца, и поэтому нет возможности достоверно оценить, в какой момент за этот период было больше высоких цифр глюкозы крови, в какой – меньше, когда имела место большая вариабельность, отмечались гипогликемии [18, 19].

Для достижения конкретных терапевтических целей целесообразно повышать приверженность пациентов адекватному самоконтролю с помощью обучения в школах сахарного диабета. На основании исследований ряда авторов, с помощью анализа данных самоконтроля можно спрогнозировать и предупредить до 50% гипогликемий [4, 8, 19].

Выбор индивидуальных терапевтических целей зависит от возраста пациента, ожидаемой продолжительности жизни, сердечно-сосудистых заболеваний и риска тяжелой гипогликемии [1, 20]. Для большинства взрослых пациентов с СД адекватным является целевой уровень гликированного гемоглобина (HbA1c) менее 7,0% (табл.).

Достижение адекватного самоконтроля диктует необходимость использования новейших средств контроля гликемии – интеллектуальных глюкометров, обладающих высокой точностью, простотой использования и надежностью измерений глюкозы в крови [20, 21].

Важным условием, обеспечившим внедрение самоконтроля гликемии в практику, явилось создание глюкометров для самостоятельного измерения уровня глюкозы

● **Таблица.** Алгоритм индивидуализированного выбора целей терапии по HbA1c [2]

● **Table.** Algorithm for individualizing HbA1c therapy targets [2]

| Клинические характеристики / риски                                                          | Категории пациентов |                 |                           |                                       |                                   |                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                                                                             | Молодой возраст     | Средний возраст | Пожилой возраст           |                                       |                                   |                                                 |
|                                                                                             |                     |                 | Функционально независимые | Функционально зависимые               |                                   |                                                 |
|                                                                                             |                     |                 |                           | Без старческой астении и/или деменции | Старческая астения и/или деменция | Завершающий этап жизни                          |
| Нет атеросклеротических сердечно-сосудистых заболеваний* и/или риска тяжелой гипогликемии** | <6,5%               | <7,0%           | 7,5%                      | <8,0%                                 | <8,5%                             | Избегать гипогликемий и симптомов гипергликемии |
| Есть атеросклеротические сердечно-сосудистые заболевания и/или риск тяжелой гипогликемии    | <7,0%               | <7,5%           | 8,0%                      |                                       |                                   |                                                 |

*Примечание.* Данные целевые значения не относятся к детям, подросткам и беременным женщинам. Нормальный уровень в соответствии со стандартами DCCT: до 6%.

\*ИБС (инфаркт миокарда в анамнезе, шунтирование/стентирование коронарных артерий, стенокардия); нарушение мозгового кровообращения в анамнезе; заболевания артерий нижних конечностей (с симптоматикой).

\*\*Основными критериями риска тяжелой гипогликемии являются: тяжелая гипогликемия в анамнезе, бессимптомная гипогликемия, большая продолжительность СД, хроническая болезнь почек СЗ–5, деменция.

крови. С развитием технологий появились новые умные глюкометры. Интеллектуальной разработкой среди современных инновационных технологий является, например «Умная» система Контур Плюс Уан (Contour™ Plus One), которая представляет собой глюкометр Контур Плюс Уан, тест-полоски к нему и мобильное приложение Контур Диабитис (Contour Diabetes), значительно расширяющая возможности управления СД [8, 18].

Данный инновационный прибор превосходит требования международного стандарта ISO 15197:2013, включает технологии «Без кодирования» и «Второй шанс» и дает возможность более эффективно управлять диабетом за счет передовых технологических решений.

Прибор с помощью Bluetooth синхронизируется с бесплатным русскоязычным приложением Контур Диабитис, которое устанавливается на смартфон. Неограниченное количество показаний уровня глюкозы в крови напрямую синхронизируется с Contour™ Cloud (Облако). Данные хранятся в безопасном, соответствующем сертификату ISO 27001 центре данных [22].

Современные глюкометры характеризуются высокой точностью и не требуют введения цифрового кода, что облегчает процедуру измерения и позволяет избежать ошибок, которые возможны при работе с глюкометрами с кодированием [22–24].

Точность глюкометра – показатель его соответствия международным стандартам качества (ISO), которые предъявляются ко всем глюкометрам [18, 19, 22].

От точности глюкометра зависит достижение и поддержание целевого уровня гликемии. Аналитическая точность глюкометра – это близость результатов измерений концентрации глюкозы в крови в широком диапазоне, выполненных с помощью глюкометра, к результатам референтных измерений, получаемых с помощью эталонного лабораторного анализатора.

На точность прибора могут оказывать влияние различные факторы, не зависящие от производителя: экзогенные (лекарства, питание) и эндогенные (уровень гематокрита, мочевой кислоты, билирубина, липидов и др.), ошибки пациента (нет навыков пользования прибором), воздействие внешней среды (высота, влажность,

температура). В настоящее время приборы все меньше реагируют на такие факторы. Но следует предупреждать пациентов, что большинство тест-полосок нельзя хранить при отрицательных температурах [19, 23].

Согласно новой версии стандарта ISO 15197:2013, система мониторинга уровня глюкозы крови признается точной, если 95% результатов тестирования при помощи глюкометров укладывается в следующие диапазоны отклонений от соответствующих значений, полученных контрольным методом:

■  $\pm 0,83$  ммоль/л – при концентрациях глюкозы крови менее 5,55 ммоль/л;

■  $\pm 15\%$  – при концентрациях глюкозы крови более или равно 5,55 ммоль/л [8, 18, 22].

Глюкометр Контур Плюс Уан характеризуется мультиимпульсной технологией, что повышает точность измерения за счет многократной оценки одного образца крови и делает точность прибора сопоставимой с лабораторной, а также снижает влияние различных экзо- и эндогенных факторов.

Технология «Второй шанс» позволяет пациенту в течение 60 с повторно нанести кровь на тест-полоску в случае ее недостаточного заполнения.

Результаты всех измерений автоматически загружаются в приложение Контур Диабитис, установленное на мобильном устройстве. При необходимости пациент может вручную вносить дополнительную информацию к показаниям уровня глюкозы в крови. «Умная подсветка» обеспечивает незамедлительную обратную связь. Данная технология позволяет интерпретировать результаты, избегая ошибок при определении гликемических отклонений с помощью цветового индикатора. Индикатор прибора подсвечивается тремя цветами (принцип светофора). В мобильном приложении отображается результат с аналогичным цветом и подсказками к действию. Таким образом пациент может оценить уровень глюкозы в крови (в пределах установленного диапазона целевого значения, выше или ниже его границ) [18, 19].

Система Контур Плюс Уан отслеживает показатели гликемии для выявления тенденций с помощью функции «Мои тенденции» и структурирования самоконтроля

гликемии. Приложение позволяет вносить и редактировать данные о питании, принятых лекарственных препаратах, физической нагрузке, благодаря чему пациенты могут самостоятельно оценить ситуацию и принять более осознанное решение о необходимости коррекции сахароснижающей терапии. Интеллектуальная система Контур Плюс Уан по сути является многофункциональной электронной версией дневника самоконтроля, что также позволяет пациентам более уверенно и активно управлять своим заболеванием [8, 18, 19].

Большим шагом к повышению приверженности пациентов к терапии стала возможность предоставлять детализированный отчет врачу через приложение. Образец отчета представлен на *рис. 1*.

При получении критически низкого значения показателя приложение Контур Диабитис предлагает варианты последующих действий, которые необходимо предпринять. Приложение дает инструкции, как поднять уровень глюкозы в крови, и предлагает пациенту возможность автоматически запустить 15-минутный таймер для напоминания о повторном тестировании (*рис. 2*) [8, 22].

Если показатели гликемии все еще критически низкие, система предложит позвонить по телефону из списка экстренных контактов.

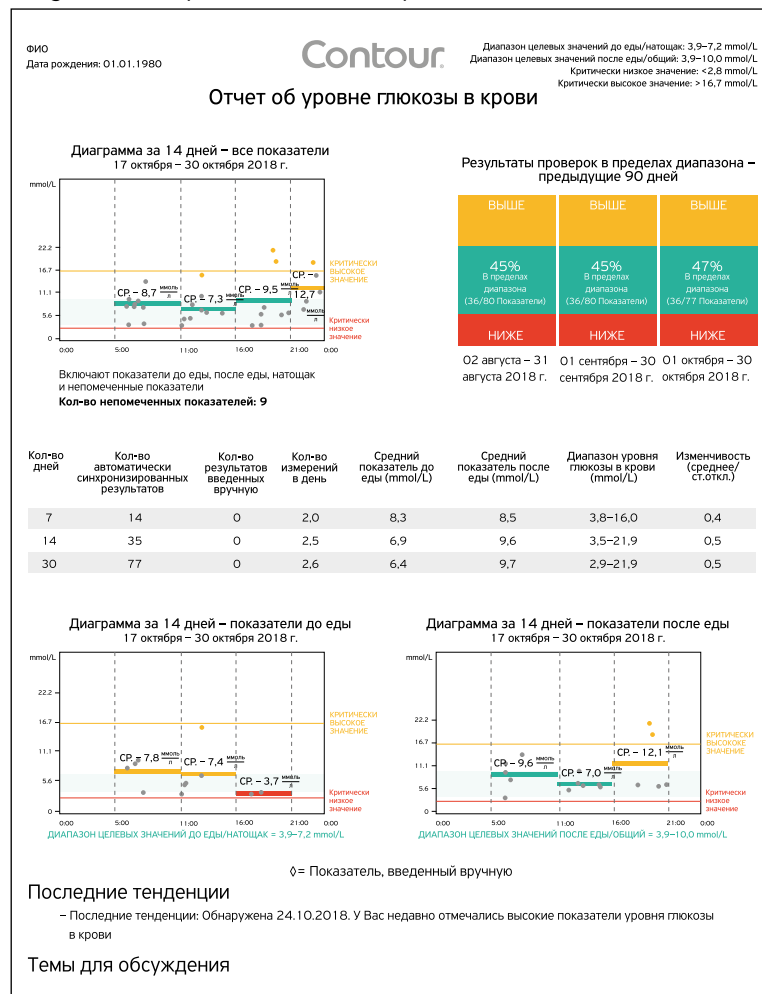
## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опасные последствия гипогликемических эпизодов, особенно бессимптомных, определяют целесообразность комплексного подхода к ведению пациентов с высоким риском нераспознавания гипогликемии, который включает оценку в анамнезе предыдущих эпизодов гипогликемии, индивидуализацию целевых показателей гликемии, выбор сахароснижающих препаратов с наименьшим риском гипогликемии, более частый контроль гликемии, использование непрерывного мониторингирования гликемии, терапевтическое обучение по структурированным программам (в том числе и родственников пациентов), психологическую поддержку и сопровождение, перевод на постоянную подкожную инфузию инсулина (использование систем для введения инсулина с замкнутым контуром) [23–28].

Самоконтроль гликемии является основной стратегией предупреждения гипогликемических состояний, в том числе и бессимптомных, как и обучение пациентов эффективному управлению своим заболеванием. Важно мотивировать пациентов вести дневник самоконтроля, анализировать и обсуждать полученные результаты, их связь с тем или иным событием и т. д. Пользуясь

● **Рисунок 1.** Образец структурированного отчета

● **Figure 1.** A template of structured report



● **Рисунок 2.** Алгоритм действий при критически низких уровнях гликемии [22]

● **Figure 2.** Algorithm for actions to be taken at critical low glucose levels [22]



электронным дневником системы Контур Диабитис, у пациентов появляется возможность модифицировать свой образ жизни, достичь своих терапевтических целей и получить хорошие результаты лечения.

Актуальным остается вопрос по разработке мер предупреждения развития гипогликемий, особенно тяжелых. С этой целью целесообразно использование инновационных технологических подходов в самоконтроле гликемии.

Новая система Контур Плюс Уан позволяет по-новому подойти к сбору и обработке информации при СД.

Высокая приверженность самоконтролю гликемии может быть достигнута благодаря эффективной совместной работе врача и пациента, обучению по структурированным программам и использованию инновационных интеллектуальных технологий, что в свою очередь будет способствовать повышению качества и увеличению продолжительности активной и трудоспособной жизни больных сахарным диабетом.



Поступила / Received 18.04.2023

Поступила после рецензирования / Revised 30.04.2023

Принята в печать / Accepted 05.05.2023

## Список литературы / References

- Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю., Мокрышева Н.Г., Викулова О.К., Галстян Г.Р. и др. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. *Сахарный диабет*. 2021;24(15):1–148. <https://doi.org/10.14341/DM12802>.
- Dedov I.I., Shestakova M.V., Mayorov A.Yu., Mokrysheva N.G., Vikulova O.K., Galstyan G.R. et al. Standards of specialized diabetes care. *Diabetes Mellitus*. 2021;24(15):1–148. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/DM12802>.
- Светлова О.В., Гурьева И.В., Савченко Л.С. Современные возможности самоконтроля: Новая эра эффективного управления сахарным диабетом. *Медицинский совет*. 2019;(4):30–33. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2019-4-30-33>.
- Svetlova O.V., Guryeva I.V., Savchenko L.S. Modern strategies for self-monitoring: new era of effective diabetes management. *Meditsinskiy Sovet*. 2019;(4):30–33. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2019-4-30-33>.
- Bednarik P., Moheet A.A., Grohn H., Kumar A.F., Eberly L.E., Seaquist E.R., Mangia S. Type 1 Diabetes and Impaired Awareness of Hypoglycemia Are Associated with Reduced Brain Gray Matter Volumes. *Front Neurosci*. 2017;(11):529. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00529>.
- Урлаева И.В. Гипогликемия – барьер в достижении гликемического контроля. Значимость самоконтроля гликемии. *Клинический разбор в общей медицине*. 2021;(7):40–44. <https://doi.org/10.47407/kr2021.2.7.00087>.
- Urtaeva I.V. Hypoglycemia, an obstacle to achieving glycemic control. Importance of blood glucose self-monitoring. *Clinical Review for General Practice*. 2021;(7):40–44. (In Russ.) <https://doi.org/10.47407/kr2021.2.7.00087>.
- Светлова О.В., Гурьева И.В. Новый уровень технологий – новый уровень самоконтроля в управлении сахарным диабетом. *Медицинский совет*. 2015;(7):48–50. Режим доступа: <https://www.med-sovet.pro/jour/article/view/210/210>.
- Svetlova O.V., Guryeva I.V. A new level of technology is a new level of self-monitoring in the management of diabetes. *Meditsinskiy Sovet*. 2015;(7):48–50. (In Russ.) Available at: <https://www.med-sovet.pro/jour/article/view/210/210>.
- Diabetes Control and Complications Trial Research Group, Nathan D.M., Genuth S., Lachin J., Cleary P., Crofford O. et al. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med*. 1993;329(14):977–986. <https://doi.org/10.1056/NEJM199309303291401>.
- Ratzki-Leewing A., Harris S.B., Mequanint S., Reichert S.M., Brown J.B., Black J.E., Ryan B.L. Real-world crude incidence of hypoglycemia in adults with diabetes: Results of the InHypo-DM Study, Canada. *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2018;6(1):e000503. <https://doi.org/10.1136/bmjdc-2017-000503>.
- Бирюкова Е.В. Современные возможности самоконтроля гликемии в лечении сахарного диабета. *Consilium Medicum*. 2019;21(10):117–121. Режим доступа: <https://journals.eco-vector.com/2075-1753/article/view/95257>.
- Biryukova E.V. Current possibilities of glycemic self-control in the treatment of diabetes mellitus. *Consilium Medicum*. 2019;21(10):117–121. (In Russ.) Available at: <https://journals.eco-vector.com/2075-1753/article/view/95257>.
- Климонтов В.В. Нарушение распознавания гипогликемии при сахарном диабете: эпидемиология, механизмы развития, терапевтические подходы. *Сахарный диабет*. 2018;21(6):513–523. <https://doi.org/10.14341/DM9597>.
- Klimontov V.V. Impaired hypoglycemia awareness in diabetes: epidemiology, mechanisms and therapeutic approaches. *Diabetes Mellitus*. 2018;21(6):513–523. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/DM9597>.
- Cariou B., Fontaine P., Eschwege E., Lévêque M., Gouet D., Madani S. et al. Frequency and predictors of confirmed hypoglycaemia in type 1 and insulin-treated type 2 diabetes mellitus patients in a real-life setting: results from the DIALOG study. *Diabetes Metab*. 2015;41(2):116–125. <https://doi.org/10.1016/j.diabet.2014.10.007>.
- Geddes J., Schopman J.E., Zammitt N.N., Frier B.M. Prevalence of impaired awareness of hypoglycaemia in adults with Type 1 diabetes. *Diabet Med*. 2008;25(4):501–504. <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2008.02413.x>.
- Hendrickx C., Hagger V., Jenkins A., Skinner T.C., Pouwer F., Speight J. Severe hypoglycemia, impaired awareness of hypoglycemia, and self-monitoring in adults with type 1 diabetes: Results from Diabetes MILES-Australia. *J Diabetes Complications*. 2017;31(3):577–582. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2016.11.013>.
- Conget I., Ávila D., Giménez M., Quiros C., Salaverria V., Dueñas B. Impaired awareness of hypoglycaemia in subjects with type 1 diabetes. Results of an online survey in a diabetes web site. *Endocrinol Nutr*. 2016;63(3):121–125. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2015.11.003>.
- Henriksen M.M., Faerch L., Thorsteinsson B., Pedersen-Bjergaard U. Long-Term Prediction of Severe Hypoglycemia in Type 1 Diabetes: Is It Really Possible? *J Diabetes Sci Technol*. 2016;10(6):1230–1235. <https://doi.org/10.1177/1932296816664745>.
- Rickels M.R., Pelecekis A.J., Dalton-Bakes C., Naji J.R., Ran N.A., Nguyen H.L. et al. Continuous Glucose Monitoring for Hypoglycemia Avoidance and Glucose Counterregulation in Long-Standing Type 1 Diabetes. *J Clin Endocrinol Metab*. 2018;103(1):105–114. <https://doi.org/10.1210/je.2017-01516>.
- Kempler P., Váradi A., Tamás G. Autonomic neuropathy in newly diagnosed diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 1993;16(5):848–849. <https://doi.org/10.2337/diacare.16.5.848>.
- Шестакова М.В., Викулова О.К., Исаков М.А., Дедов И.И. Сахарный диабет и COVID-19: анализ клинических исходов по данным регистра сахарного диабета Российской Федерации. *Проблемы эндокринологии*. 2020;66(1):35–46. <https://doi.org/10.14341/probl12458>.
- Shestakova M.V., Vikulova O.K., Isakov M.A., Dedov I.I. Diabetes and COVID-19: analysis of the clinical outcomes according to the data of the Russian diabetes registry. *Problemy Endokrinologii*. 2020;66(1):35–46. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/probl12458>.
- Трухан Д.И. Актуальность самоконтроля уровня глюкозы крови в аспекте профилактики сердечно-сосудистых осложнений у больных сахарным диабетом. *Медицинский совет*. 2021;(14):104–109. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-14-104-109>.
- Trukhan D.I. Relevance of self-control of blood glucose in the aspect of prevention of cardiovascular complications in patients with diabetes mellitus. *Meditsinskiy Sovet*. 2021;(14):104–109. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-14-104-109>.
- Майоров А.Ю., Мельникова О.Г., Филиппов Ю.И. Самоконтроль гликемии – неотъемлемый компонент лечения сахарного диабета. *Медицинский совет*. 2013;(1–2):90–97. Режим доступа: <https://www.med-sovet.pro/jour/article/view/847>.
- Mayorov A.Yu., Melnikova O.G., Filippov Yu.I. Self-monitoring of blood glucose: an indispensable component of diabetes treatment. *Meditsinskiy Sovet*. 2013;(1–2):90–97. (In Russ.) Available at: <https://www.med-sovet.pro/jour/article/view/847>.
- Cryer P.E. Mechanisms of Hypoglycemia-Associated Autonomic Failure and Its Component Syndromes in Diabetes. *Diabetes*. 2005;54(12):3592–3601. <https://doi.org/10.2337/diabetes.54.12.3592>.
- Шестакова М.В., Майоров А.Ю., Филиппов Ю.И., Ибрагимова Л.И., Пекарева Е.В., Лаптев Д.Н., Глазунова А.М. Федеральные клинические рекомендации по помповой инсулинотерапии и непрерывному мониторингу гликемии у больных сахарным диабетом. ПРОЕКТ. *Проблемы эндокринологии*. 2015;61(6):55–78. <https://doi.org/10.14341/probl201561655-78>.
- Shestakova M.V., Mayorov A.Yu., Philippov Yu.I., Ibragimova L.I., Pekareva E.V., Laptev D.N., Glazunova A.M. Russian national guidelines on insulin pump

- therapy and continuous glucose monitoring for diabetes mellitus patients. DRAFT. *Problemy Endokrinologii*. 2015;61(6):55–78. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/probl201561655-78>.
22. Mannucci E., Antenore A., Giorgino F., Scavini M. 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):183–189. <https://doi.org/10.1177/1932296817719290>.
  23. Bailey T.S., Wallace J.F., Pardo S., Warchal-Windham M.E., Harrison B., Morin R., Christiansen M. Accuracy and User Performance Evaluation of a New, Wireless-enabled Blood Glucose Monitoring System That Links to a Smart Mobile Device. *J Diabetes Sci Technol*. 2017;11(4):736–743. <https://doi.org/10.1177/1932296816680829>.
  24. Моругова Т.В., Шестакова М.В. Индивидуальные и госпитальные глюкометры: баланс между несомненной пользой и безопасностью. *Consilium Medicum*. 2014;4(16):19–22. Режим доступа: <https://journals.eco-vector.com/2075-1753/article/view/94005>.  
Morugova T.V., Shestakova M.V. Individual and hospital blood glucose meters: undoubted benefit-risk balance. *Consilium Medicum*. 2014;4(16):19–22. (In Russ.) Available at: <https://journals.eco-vector.com/2075-1753/article/view/94005>.
  25. Самойлова Ю.Г., Кошмелева М.В., Олейник О.А., Трифонова Е.И., Качанов Д.А., Муталими В.Э. Осознанный самоконтроль гликемии в реальной клинической практике как доступный инструмент для достижения компенсации сахарного диабета: пилотное исследование. *Медицинский совет*. 2023;17(1):82–88. <https://doi.org/10.21518/ms2023-038>.  
Samoilova I.G., Koshmeleva M.V., Oleynik O.A., Trifonova E.I., Kachanov D.A., Motalimi V.E. Self-monitoring with a home glucometer as a reliable method for controlling for diabetes mellitus type 1: pilot study. *Meditinskiy Sovet*. 2023;17(1):82–88. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2023-038>.
  26. Wiegers E.C., Becker K.M., Rooijackers H.M., von Samson-Himmelstjerna F.C., Tack C.J. et al. Cerebral blood flow response to hypoglycemia is altered in patients with type 1 diabetes and impaired awareness of hypoglycemia. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2017;37(6):1994–2001. <https://doi.org/10.1177/0271678X16658914>.
  27. Davis I.C., Ahmadizadeh I., Randell J., Younk L., Davis S.N. Understanding the impact of hypoglycemia on the cardiovascular system. *Expert Rev Endocrinol Metab*. 2017;12(1):21–33. <https://doi.org/10.1080/17446651.2017.1275960>.
  28. Sommerfield A.J., Wilkinson I.B., Webb D.J., Frier B.M. Vessel wall stiffness in type 1 diabetes and the central hemodynamic effects of acute hypoglycemia. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2007;293(5):E1274–E1279. <https://doi.org/10.1080/17446651.2017.1275960>.

### Информация об авторах:

**Светлова Ольга Владимировна**, к.м.н., заведующий кабинетом реабилитации и профилактики инвалидности вследствие сахарного диабета сектора реабилитации и профилактики инвалидности вследствие эндокринной патологии и формирования здорового образа жизни, Федеральное бюро медико-социальной экспертизы; 127486, Россия, Москва, ул. Ивана Сусанина, д. 3; [merylan@yandex.ru](mailto:merylan@yandex.ru)

**Гурьева Ирина Владимировна**, д.м.н., профессор, заведующий сектором реабилитации и профилактики инвалидности вследствие эндокринной патологии и формирования здорового образа жизни, Федеральное бюро медико-социальной экспертизы; 127486, Россия, Москва, ул. Ивана Сусанина, д. 3; Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования; 125993, Россия, Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1; [igurieva@mail.ru](mailto:igurieva@mail.ru)

### Information about the authors:

**Olga V. Svetlova**, Cand. Sci. (Med.), Head of Diabetes Disability Rehabilitation and Prevention Room, Sector for Endocrine Pathology Disability Rehabilitation & Prevention and Healthy Lifestyle Formation, Federal Bureau of Medical and Social Expertise; 3, Ivan Susanin St., Moscow, 127486, Russia; [merylan@yandex.ru](mailto:merylan@yandex.ru)

**Irina V. Gurieva**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Sector for Endocrine Pathology Disability Rehabilitation & Prevention and Healthy Lifestyle Formation, Federal Bureau of Medical and Social Expertise; 3, Ivan Susanin St., Moscow, 127486, Russia; Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; 2/1, Bldg. 1, Barrikadnaya St., Moscow, 125993, Russia; [igurieva@mail.ru](mailto:igurieva@mail.ru)