

Непрерывное мониторирование концентрации глюкозы крови в практике эндокринолога

Филиппов Ю.И.*

ФГБУ Эндокринологический научный центр Минздрава РФ, Москва
(директор – академик РАН и РАМН И.И. Дедов)

Резюме. Непрерывное мониторирование гликемии – важный диагностический, обучающий и лечебный инструмент для пациентов с сахарным диабетом (СД), который все шире входит в рутинную клиническую практику эндокринологов. Статья посвящена обзору современных методик, их преимуществам и недостаткам, доказательной базе и месту в повседневной клинической практике на современном этапе. В статье обсуждены ключевые факторы, влияющие на эффективность, а также представлен проект рекомендаций (показания, противопоказания, условия использования) по применению непрерывного мониторирования гликемии у пациентов с СД, приведен алгоритм применения данной методики в современной клинической практике. *Ключевые слова:* сахарный диабет, мониторирование глюкозы, обучение, гипогликемии.

Continuous monitoring of blood glucose in the practice of endocrinologist
Filippov Yu.I.*

Resume. Continuous glucose monitoring - an important diagnostic, teaching and treatment tool for patients with diabetes mellitus, which is increasingly becoming a part of routine clinical practice in endocrinology. This article presents an overview of modern techniques, their advantages and disadvantages, evidence basis and place in everyday clinical practice. The article discusses the key factors affecting the efficiency, indications, contraindications, conditions of use of the continuous glucose monitoring systems in patients with diabetes mellitus, gives an algorithm for the application of this technique in clinical practice. *Keywords:* diabetes, glucose monitoring, training, hypoglycemia.

*Автор для переписки/Correspondence author – yuriyivanovich@gmail.com

История

Первым прибором, способным измерять содержание глюкозы в крови непрерывно, был, по сути, прототип инсулиновой помпы, созданный А. Kadish в 1963 г. [1]. Всемирно известный прибор Biostatator® GCIIIS (Glucose Controlled Insulin Infusion System) также позволял измерять гликемию в непрерывном режиме. При использовании этих устройств стало очевидно, что по результату однократного анализа крови из пальца (или из вены) невозможно даже приблизительно судить о реальных колебаниях концентрации глюкозы в крови. Долгое время Biostatator и его аналоги использовали в клинических исследованиях для оценки реальных изменений гликемии в ответ на действие лекарств (различных инсулинов и их генно-инженерных аналогов). Однако ввиду большого размера приборы подобного типа могли использоваться только в условиях стационара и практически полностью приковывали пациента к постели на время исследования, что исключало возможность получения адекватной информации о характере углеводного обмена в повседневной жизни человека.

В 1999 г. на рынке появилось первое устройство для длительного определения гликемии у пациентов с сахарным диабетом (СД) в условиях обычной жизни – CGMS (Continuous Glucose Monitoring System, Medtronic MiniMed, США) (рис. 1а). Этот прибор способен измерять содержание глюкозы в интерстициальной жидкости подкожной жировой клетчатки каждые 5 минут в течение 3 дней подряд, после чего данные переносят на компьютер и анализируют. В этом же году в Канаде

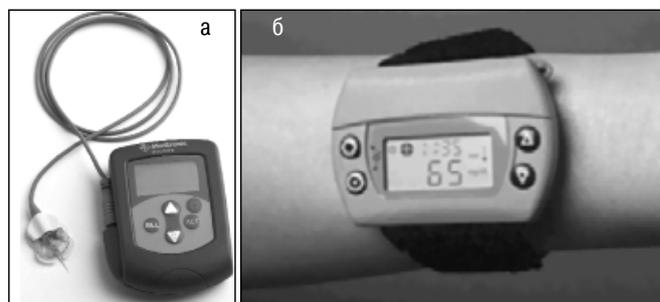


Рис. 1. Первые приборы для непрерывного мониторирования гликемии в условиях повседневной жизни пациента: а) Continuous Glucose Monitoring System (CGMS), Medtronic MiniMed, США; б) GlucoWatch automatic glucose biographer, Cygnus, Inc., Redwood City, Канада.



Рис. 2. Современные устройства для непрерывного мониторинга гликемии: а) для профессионального мониторинга в «слепом» режиме (слева – CGM System Gold; справа – CGM iPro2); б) для персонального мониторинга в режиме «реального времени» (слева направо – Guardian Real-Time, Dexcom Seven Plus, FreeStyle Navigator).

успешно прошел клинические испытания прибор GlucoWatch Automatic Glucose Biographer (Cygnus, Inc., Redwood City, Канада) (рис. 16). Прибор работал без использования подкожного сенсора (неинвазивно), позволял записывать показатели гликемии в память и отображал их в режиме реального времени [2].

В 2004 г. и у фирмы Medtronic MiniMed появилось устройство для непрерывного мониторинга гликемии, способное отображать концентрацию глюкозы в крови непосредственно в процессе измерения – Guardian Real-Time, применяемый до настоящего времени. Сегодня в мире широко используют еще два прибора для непрерывного мониторинга гликемии в режиме реального времени (*Continuous Glucose Monitoring in Real-Time – CGM-RT*): Dexcom Seven Plus (Dexcom Inc. Калифорния, США), а также FreeStyle Navigator Abbott (рис. 2). В России для непрерывного мониторинга гликемии доступны только устройства фирмы Medtronic: CGM System Gold (второе поколение приборов CSMS), CGM iPro2 (четвертое поколение приборов для CGMS), Guardian Real-Time, а также инсулиновые помпы с функцией CGM-RT – Paradigm Real-Time и Paradigm Veo.

Принцип действия

Принцип работы всех широко используемых в клинической практике приборов для непрерывного мониторинга гликемии одинаков и основан на ферментативном расщеплении глюкозы межтканевой жидкости подкожной жировой клетчатки – электрохимическом методе измерения концентрации глюкозы. Электрохимический принцип используется также и в абсолютном большинстве современных глюкометров и биохимических лабораторных анализаторов. Измерение происходит благодаря двухступенчатой химической реакции (рис. 3):

- на первом этапе глюкоза (из крови или межтканевой жидкости подкожной жировой клетчатки) попадает на тестовую область и под действием фермента глюкозооксидазы расщепляется на молекулу глюконовой кислоты и перекиси водорода;
- на втором этапе каждая молекула перекиси водорода под действием небольшого электрического поля распадается с образованием молекулы кислорода, двух протонов (H^+) и двух электронов (e^-).

В итоге каждая молекула глюкозы отдает $2e^-$, которые создают электрический ток. А анализатор, будь то глюкометр или прибор для непрерывного мониторинга гликемии, измеряет силу тока –

как амперметр. Разница лишь в том, что результат он отображает не в «А», а в «ммоль/л». В глюкометрах тестовое поле – это тест-полоска, в приборах для непрерывного мониторинга гликемии – сенсор. Структура всех сенсоров для непрерывного мониторинга одинакова: они представляют собой трехслойный гибкий стержень, центр которого состоит из системы электродов (обычно 3 тонких платиновых проволоочки), между которыми расположен фермент глюкозооксидаза, а внешне сенсор покрыт полупроницаемой для кислорода, воды и глюкозы мембраной (см. рис. 3). В зависимости от технологии изготовления, сенсоры могут отличаться по своей чувствительности и точности, сроку работы, селективности и другим параметрам, однако все они определяют концентрацию глюкозы в межтканевой жидкости подкожной жировой клетчатки. К сенсору присоединяется сам анализатор, который может записывать и хранить информацию (CGM System Gold, CGM iPro2) или передавать ее по радиосвязи на считывающее устройство для отображения в режиме «реального времени» (Guardian Real-Time, Paradigm Real-Time, Paradigm Veo, Dexcom Seven Plus, FreeStyle Navigator).

Классификация методов непрерывного мониторинга

Учитывая особенности работы приборов непрерывного мониторинга гликемии, целесообразно разделять их на две категории [3]:

- для непрерывного мониторинга гликемии и оценки результатов в режиме «реального времени» (CGM-RT);
- для непрерывного мониторинга гликемии в «слепом» режиме и ретроспективной оценки результатов.

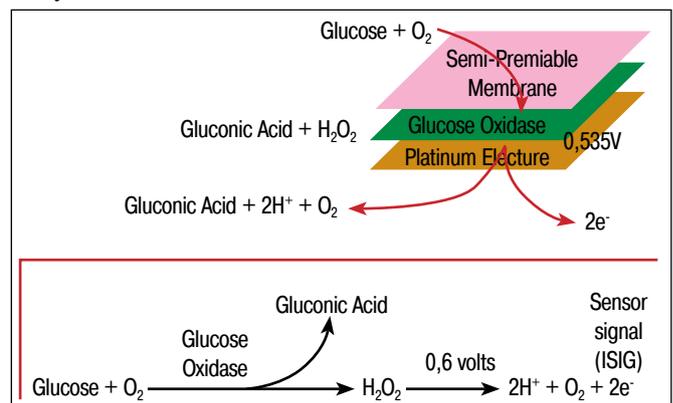


Рис. 3. Общий принцип строения и работы электрохимического сенсора (глюкозооксидазного) для непрерывного мониторинга гликемии.

Соответственно, методы непрерывного мониторинга также целесообразно подразделять на **профессиональное** («слепое») и **персональное** (пользовательское или мониторинг в режиме «реального времени») [4, 5].

Такое деление имеет, в первую очередь, практический смысл, так как методы кардинально отличаются по своим возможностям, целям, показаниям и противопоказаниям к проведению и др.

Профессиональное мониторинг (в «слепом» режиме) — это, в первую очередь, диагностическая процедура. Ее смысл состоит в получении достоверной информации об истинном состоянии углеводного обмена у пациента на фоне его обычной жизнедеятельности. Таким образом, прибор для такого исследования должен оказывать минимальное влияние на поведение человека, а его использование не должно быть сопряжено с необходимостью длительного интенсивного обучения пользователя. Фактически, пользователь не должен менять в своей жизни ничего до момента расшифровки результатов исследования.

В современной клинической практике профессиональное мониторинг используют во многих ситуациях с диагностической целью [6]:

- оценка истинного состояния углеводного обмена и вариабельности гликемии в течение суток;
- выявление скрытых гипогликемий;
- верификация феномена «утренней зари»;
- выявление индивидуальных особенностей всасывания углеводов и адаптация режима инсулинотерапии (ускоренное или замедленное всасывание углеводов из ЖКТ);
- уточнение эффекта физической нагрузки на гликемию и др.

Кроме того, все большее значение профессиональное непрерывное мониторинг приобретает в процессе индивидуального обучения пациентов с СД, так как по отчету с монитора можно сделать достоверный вывод о влиянии того или иного фактора (заболевание, стресс, физическая активность, определенный вид пищи и др.) на углеводный обмен пациента. Это позволяет сформировать индивидуальные рекомендации по поддержанию оптимальных показателей контроля гликемии, а не ограничиваться общепринятыми стандартами.

Персональное мониторинг (пользовательское) в режиме «реального времени» (CGM-RT) преследует иные цели: в первую очередь, оно должно предотвратить наступление гипо- или гипергликемии в максимально возможном числе случаев. Именно поэтому производители стараются оснастить приборы интуитивно-понятным интерфейсом; все используемые в настоящее время устройства отображают подробный график изменений гликемии во времени, подают сигналы тревоги о выходе гликемии за пределы индивидуальных целевых показателей, а также обладают другими функциями. Для получения эффекта от использования таких приборов пациент должен быть обучен принципам рационального реагирования на сигналы тревоги, правилам интерпретации результатов мониторинга, в том числе за длительные промежутки времени, а также правилам работы с прибором (калибровки, внесения данных об инсулинотерапии и еде и др.) [7, 8]. Использование CGM-RT может ощутимо улучшить показатели контроля гликемии у пациента с СД, но только в том случае, если пользователь будет с ними *постоянно работать*. Учитывая необходимость интенсивного обучения, а также зависимость эффекта от непосредственных действий пациентов, безусловно, не все люди с СД смогут использовать CGM-RT в повседневной жизни. Некоторые из пациентов просто не захотят — подобные приборы активно влияют на жизнедеятельность, что может быть воспринято как «вмешательство в личную жизнь» [9, 10].

Использование CGM-RT следует расценивать как способ самоконтроля, дополняющий (но не заменяющий!) обычный самоконтроль с помощью глюкометра путем взятия крови из пальца. В то же время, CGM-RT обладает рядом существенных преимуществ перед обычным самоконтролем [11].

1. **CGM-RT дает возможность видеть в непрерывном режиме концентрацию глюкозы в крови.** Часто оказывается, что 4–6-кратного измерения гликемии в сутки недостаточно ни для оценки истинной степени компенсации углеводного обмена, ни для предотвращения гипо- и гипергликемий. Особенно часто потребность в CGM-RT встречается при так называемом «лабильном диабете», а если точнее — при выраженной лабильности гликемии. В этих случаях содержание глюкозы в крови может меняться очень быстро,

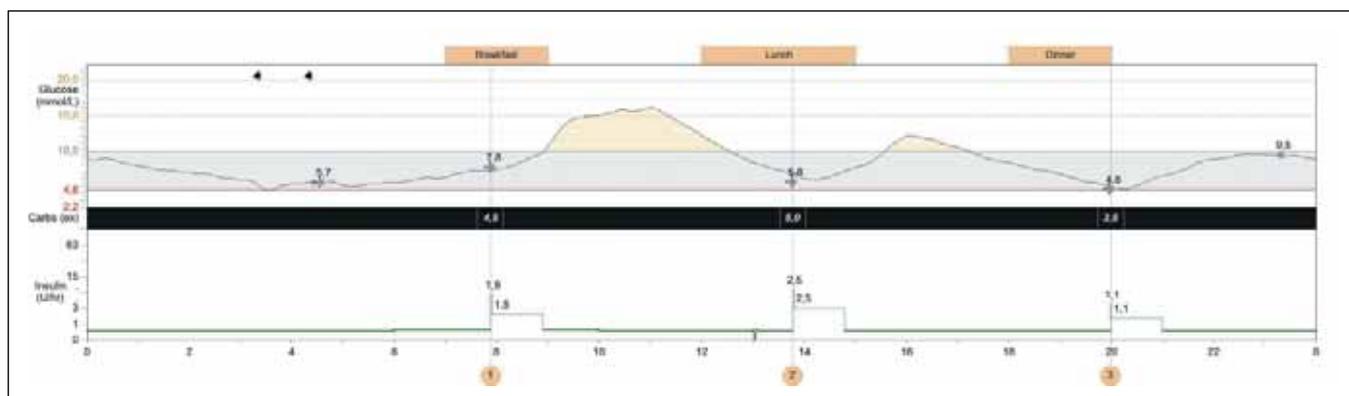


Рис. 4. Отчет с прибора для непрерывного мониторинга гликемии. Если учитывать только результаты самоконтроля с помощью глюкометра, можно сказать, что компенсация углеводного обмена в этом была практически идеальной. Но при виде реального графика, отображающего изменения гликемии, становится ясно, что в действительности ситуация очень далека от идеала.

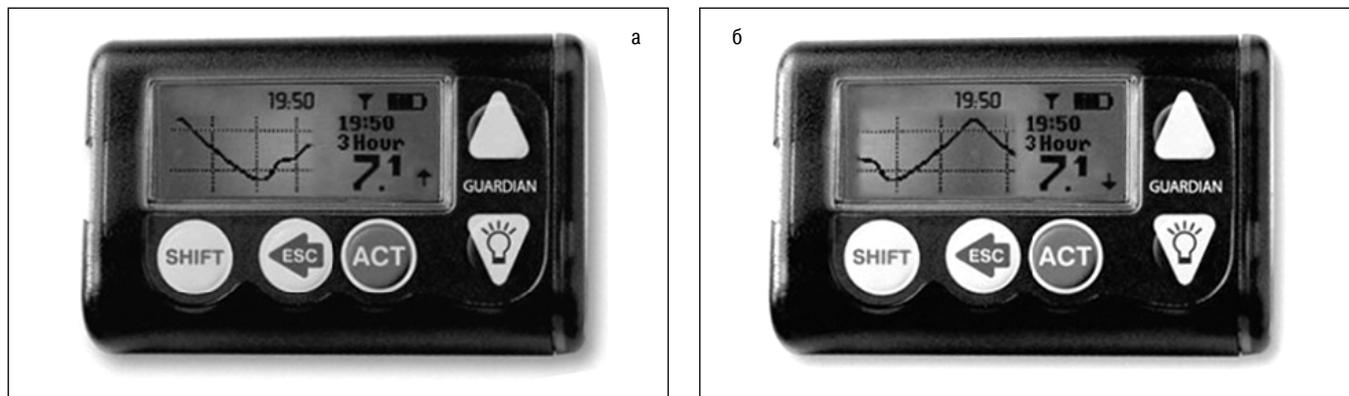


Рис. 5. Показания Guardian Real-Time в случаях быстрого снижения (б) и быстрого повышения гликемии (а), требующие принятия разных решений в отношении доз инсулина и еды.

порой непредсказуемо. На рисунках ниже можно наглядно увидеть, что CGM-RT гораздо информативнее, чем обычный самоконтроль (рис. 4).

2. **Монитор прибора для CGM-RT всегда позволяет определить тенденцию изменений гликемии.** Глюкометр отображает лишь содержание глюкозы в крови в момент исследования. CGM-RT дает представление о том, как менялась гликемия на протяжении длительного времени (прибор отображает график за период от 3 до 24 ч). Это часто бывает очень важно для принятия решений, в том числе для расчета дозы инсулина. Очевидно, что в двух приведенных ниже примерах следует ввести совершенно разную дозу инсулина (рис. 5).
3. **CGM-RT предупреждает о выходе гликемии из целевой зоны.** Именно благодаря этой возможности в большинстве случаев удается уменьшить выраженность колебаний гликемии. В приборе можно установить диапазон желаемых значений, например 4,0–9,0 ммоль/л. Соответственно, когда гликемия превысит 9,0 ммоль/л или снизится ниже 4,0 ммоль/л, устройство просигнализирует и, при адекватной реакции со стороны пользователя (введение дополнительной дозы инсулина или прием пищи), позволит предотвратить нежелательную гипо- или гипергликемию (а не бороться с уже развившимся состоянием). Таким образом, CGM-RT позволяет направить максимум усилий на профилактику неудовлетворительного уровня гликемии и, как следствие, осложнений СД.
4. **Результаты непрерывного мониторинга можно оценивать большими историческими блоками, вы-**

числя закономерности изменения гликемии в разное время суток день ото дня. Если анализировать данные о содержании глюкозы в крови в течение только одного дня, сложно исключить влияние на гликемию случайных факторов (внезапная болезнь, непредвиденный стресс, незапланированная физическая нагрузка). Когда накапливаются данные за множество дней и есть возможность «наложить» один день на другой, можно понять, какие происшествия случайны, а какие – закономерны (рис. 6). Закономерные изменения хороши тем, что, зная о них, очень просто их избежать.

Рекомендации по использованию непрерывного мониторинга гликемии

Учитывая существенные различия методов непрерывного мониторинга гликемии, их целесообразно использовать для решения разных лечебно-диагностических задач. В России отсутствуют принятые на государственном уровне стандарты проведения непрерывного мониторинга гликемии в рамках оказания медицинской помощи населению. В США и Европе такие показания сформированы и базируются преимущественно на доказательствах эффективности и безопасности каждого из методов.

Так, к настоящему времени не получено убедительных доказательств положительного влияния профессионального мониторинга гликемии (в «слепом» режиме) на показатели контроля углеводного обмена или отдаленные результаты лечения, в том числе на частоту гипогликемий (положительные результаты были

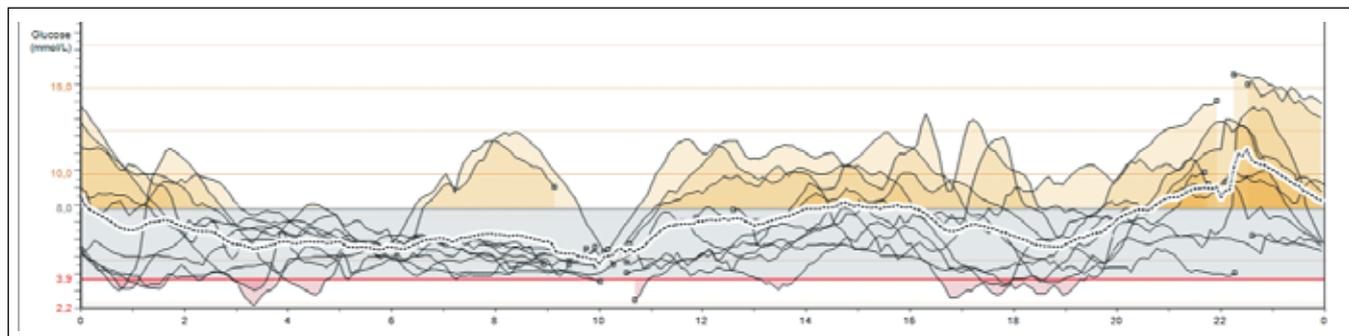


Рис. 6. Суммарные показания Guardian Real-Time за 10 суток. Индивидуальные границы целевых показателей гликемии 3,9–8,0 ммоль/л (область графика залита серым цветом). Интенсивность окрашивания графика (желто-оранжевый – гипергликемия, красно-розовый – гипогликемия) увеличивается при повторении события в это же время в последующие дни. Пунктиром отмечена «средняя» гликемия за указанный период.

получены лишь в небольших клинических наблюдениях) [12]. Тем не менее, данный метод признается всеми экспертами как «золотой стандарт» диагностики скрытых гипогликемий, верификации нарушения распознавания гипогликемии, а также определения истинной вариабельности гликемии в ходе клинических исследований [6].

Мировой опыт применения CGM-RT позволяет расценивать данную процедуру, в первую очередь, как способ самоконтроля. Накоплены убедительные доказательства эффективности и безопасности данного метода, однако до настоящего времени ведется активная дискуссия о том, кому, когда и в каком объеме оно показано, а также каких результатов позволяет достичь (какие надежды можно возлагать на этот метод). Ответы на эти вопросы позволят сформировать объективные показания к применению данного метода, а также оценить его эффективность у каждого пациента.

Факторы, определяющие эффективность CGM-RT

Мотивация и обучение

Объем информации о состоянии углеводного обмена, получаемый пользователем при использовании CGM-RT, несопоставим с тем, к которому привыкли пользователи обычных глюкометров. Для правильной интерпретации, принятия наиболее оптимальных решений на основе полученных данных пациентам требуется специальное обучение. Кроме того, для управления приборами CGM-RT необходимы особые навыки и значительный объем знаний о закономерностях изменения гликемии под влиянием различных факторов, а также о технологических особенностях работы устройств [8]. Без этого CGM-RT не способен оказать положительного влияния на углеводный обмен пациентов, а у части пользователей может привести к худшим результатам, чем использование обычных средств самоконтроля гликемии [7]. Таким образом, очевидно, что CGM-RT будет эффективно улучшать результаты самоконтроля только у мотивированных пациентов (готовых уделить дополнительное внимание управлению гликемией), и только после специального обучения [13]. Так, в исследовании STAR 3, наиболее убедительно продемонстрировавшем преимущества CGM-RT и помповой инсулинотерапии, пользователям проводилось специальное обучение, при этом на освоение метода CGM-RT отводилось до 3 недель [14].

Длительность использования

Чтобы CGM-RT оказал значимое воздействие на результаты контроля гликемии, пациент должен использовать его регулярно и длительно, а не эпизодически. Причем достоверное улучшение показателей самоконтроля гликемии происходит только если пациент применяет CGM-RT в течение 6 дней и более в течение каждой недели, то есть практически постоянно [14, 15].

Показано, что использование CGM-RT в течение 3 суток 2 раза в месяц не оказывает значимого влияния на результаты контроля гликемии. В другом исследовании было показано, что даже непрерывное

использование CGM-RT, но в течение только 4 недель, не оказывает существенного влияния на результаты контроля гликемии [16].

Возраст пользователя

Использование CGM-RT в разных возрастных группах приводит к разным результатам.

У взрослых пациентов доказательства эффективности CGM-RT в отношении контроля гликемии наиболее убедительные и многочисленные. Это может быть обусловлено в том числе тем, что именно в этой группе пациенты, в целом, гораздо более мотивированы на поддержание хороших показателей контроля гликемии. Однако очевидно, что пациенты старшей возрастной группы (60 лет и старше) будут испытывать сложности при проведении CGM-RT и потребуют дополнительного обучения, что связано с относительной сложностью прибора и самого процесса интерпретации данных и принятия правильного решения на основе результатов мониторинга.

В 2012 г. опубликован консенсус по применению непрерывного мониторинга гликемии у детей и подростков от имени Европейской ассоциации детских эндокринологов (European Society for Pediatric Endocrinology), Общества детских эндокринологов (Pediatric Endocrine Society) и Международной ассоциации по изучению диабета у детей и подростков (International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes) [6]. В рамках данного документа авторы рекомендуют длительное использование CGM-RT всем мотивированным пациентам, независимо от возраста. По мнению экспертов, длительное применение CGM-RT у детей и подростков позволяет:

- **улучшить контроль гликемии в ночное время** благодаря сигналам тревоги об опасности гипогликемии и возможности ретроспективной оценки результатов мониторинга, на основе которой возможен наиболее рациональный подбор оптимальной скорости подачи инсулина в базальном режиме (или дозы инсулина продленного действия);
- **улучшить контроль гликемии в дневное время** путем адаптации доз болюсов инсулина (короткого действия) в зависимости от результатов CGM-RT (тенденции изменения гликемии);
- **улучшить качество обучения** пациентов благодаря наглядному отражению влияния различных типов еды, физической нагрузки, стресса и других факторов на гликемию в режиме реального времени;
- **улучшить контроль гликемии** в случае развития сопутствующих заболеваний или состояний.

Есть и другие исследования, подтверждающие сопоставимую эффективность и безопасность использования CGM-RT у детей, подростков и взрослых пациентов с СД 1 типа [12]. Однако вопрос до сих пор открыт: во многих работах показано, что в группе детей и подростков непрерывное мониторингирование не приводит к улучшению показателей гликемии, не снижает частоту гипогликемий, не оказывает положительного влияния на качество жизни [13, 15, 17].

При этом в специально проведенных исследованиях с участием пациентов раннего детского возраста эффективность CGM-RT в отношении улучшения пока-

зателей контроля гликемии или концентрации HbA_{1c} не доказана [18]. Однако отмечено его существенное положительное влияние на психоэмоциональное состояние членов семей с больными СД 1 типа детьми (более 40% семей продолжили использовать CGM-RT на постоянной основе и после окончания 6-месячного исследования).

В отношении детей от 4 до 10 лет также встречаются противоречивые данные. Так, некоторые работы показывают, что длительное использование CGM-RT значимо не влияет на результаты самоконтроля гликемии, хотя признают большое значение данного метода в облегчении контроля со стороны родителей и членов семьи [19]. Другие работы, в том числе обзоры, обобщающие результаты наблюдения детей и подростков, показывают, что длительное применение CGM-RT оказывает положительное влияние на результаты лечения независимо от возраста пациентов: достоверно снижает содержание HbA_{1c} и частоту и длительность гипогликемий, а том числе ночных [20].

Исходное состояние углеводного обмена

У пациентов с исходно худшими показателями самоконтроля гликемии ($HbA_{1c} \geq 7,0\%$) использование CGM-RT приводит к более значительным улучшениям показателей [21–23]. Однако благодаря сокращению частоты и длительности гипогликемических состояний, которое происходит и у пользователей CGM-RT с исходно удовлетворительными показателями контроля углеводного обмена ($HbA_{1c} < 7,0\%$), считается, что CGM-RT улучшает качество контроля гликемии независимо от исходного показателя HbA_{1c} [24, 25].

Беременность

Несмотря на большое число опубликованных работ, посвященных доказательству эффективности и безопасности CGM-RT и помповой инсулинотерапии у беременных с СД1 типа, в настоящее время нет единого мнения о целесообразности их использования. Так в обзоре 2012 г. после описания всех преимуществ данного метода самоконтроля гликемии авторы, тем не менее, делают вывод о недостаточности доказательной базы по эффективности CGM-RT в ходе беременности для формирования однозначного мнения [26].

Тип сахарного диабета

Единого мнения о целесообразности использования CGM-RT в качестве средства самоконтроля гликемии у пациентов с СД 2 типа нет. В некоторых работах говорится об отсутствии достаточной доказательной базы [17], в других описывается успешный опыт применения и обсуждаются условия наиболее эффективного использования [27]. Большинство авторов сходятся во мнении, что CGM-RT может быть эффективным средством самоконтроля гликемии у некоторых пациентов с СД 2 типа.

Точки влияния CGM-RT

Рекомендуя использование CGM-RT тому или иному пациенту, следует точно представлять, что именно может изменить данный метод, какие положительные и отрицательные изменения оно привнесет в жизнь пациента.

Углеводный обмен

Часто в ходе исследований CGM-RT используют вместе с помповой инсулинотерапией и сравнивают результаты с использованием стандартных средств введения инсулина (шприцы/шприц-ручки) и самоконтроля гликемии (индивидуальный глюкометр), в связи с чем трудно отделить эффект помповой инсулинотерапии от CGM-RT. В исследованиях, селективно оценивавших роль CGM-RT, показано, что его использование статистически достоверно (однако не так клинически значимо, как совместное использование с инсулиновой помпой – в среднем на $-0,2\%$ (ДИ $-0,4\%$; $-0,1\%$) [4]) снижает показатель HbA_{1c} в сравнении со стандартными средствами самоконтроля гликемии [12, 28]. Более того, среди пользователей CGM-RT значительно больше тех, кто достигает индивидуальных целей лечения [12].

Гипогликемии

Как показано в больших клинических исследованиях, улучшение показателей контроля гликемии у пациентов с СД сопровождается увеличением частоты гипогликемий, в том числе тяжелых [29]. При этом улучшение показателей гликемии на фоне использования CGM-RT не приводит к увеличению частоты гипогликемических состояний, как легких, так и тяжелых [4]. Более того, использование CGM-RT достоверно снижает как частоту гипогликемий, так и время, проведенное в состоянии гипогликемии [12, 20], в том числе в ночное время [30].

Качество жизни

Во многих работах описана роль CGM-RT как инструмента, сильно повышающего удовлетворенность лечением у пациентов с СД [15], а также у членов семей с больными СД детьми.

Вопрос о влиянии CGM-RT на качество жизни продолжает активно дискутироваться. В некоторых работах убедительно показано, что многие показатели качества жизни, в том числе оцениваемые по специфичным для людей с СД методикам, улучшаются на фоне использования CGM-RT [7, 17]. При этом большой Кохрановский обзор от 2012 г., включивший 22 исследования (направленных на сравнение влияния CGM-RT и стандартных средств самоконтроля гликемии на различные аспекты качества жизни), не показал каких-либо достоверных отличий [4].

Следует отметить, что в вопросе влияния на качество жизни проявляется большая часть негативных аспектов использования CGM-RT. Так, по данным различных исследований, почти половина пользователей CGM-RT отмечают дискомфорт от «навязчивого вторжения в личную жизнь» со стороны прибора [10]. Объясняется это возникающее у пациентов неприятное ощущение потому, что приборы для CGM-RT заставляют пользователей приковывать свое внимание к контролю углеводного обмена и «общению с устройством» не только в то время, которое удобно самому пользователю. Отдельные переживания вызывают такие факторы, как неточность отображаемых данных (каждый раз при принятии решения о дозе инсулина у пользователей встает вопрос о выборе источника информации о гликемии: CGM-RT или глюкометр,

показания которых могут существенно различаться) и болевые ощущения при установке сенсора. При анализе причин отказов от дальнейшего использования метода 64% пользователей обосновали свое решение слишком большими сложностями правильного управления прибором и частые технические ошибки; 36% пользователей ведущей причиной назвали «вмешательство в личную жизнь» [9].

Страх гипогликемии

Отдельной проблемой, которую часто пытаются устранить с помощью CGM-RT, является страх гипогликемии. К сожалению, во многих исследованиях показано, что, несмотря на объективное снижение частоты и длительности гипогликемических состояний, выраженность страха гипогликемии у пациентов с СД 1 типа не снижается при использовании CGM-RT [31], даже на фоне общего повышения качества жизни.

Обучение

Непрерывное мониторирование – признанный инструмент обучения пациентов. Это в полной мере относится и к CGM-RT. Обучение – одно из показаний к непродолжительному использованию CGM-RT, когда целью данного способа самоконтроля становится не сиюминутное улучшение показателей гликемии, а создание у пациента правдоподобного представления об истинных изменениях концентрации глюкозы в крови под влиянием различных факторов [20]. Это относится как ко взрослым пациентам, так и к детям, когда основная задача состоит в обучении семьи [32].

Обсуждение

Учитывая приведенные данные литературы и существующие в мировой практике рекомендации по проведению непрерывного мониторирования гликемии [33], в отсутствие официальных Российских стандартов или алгоритмов каждый практикующий в нашей стране эндокринолог может сформировать свои представления о показаниях и противопоказаниях к проведению метода непрерывного мониторирования гликемии. Ниже приведен пример показаний, противопоказаний и условий для проведения различных методов непрерывного мониторирования.

Показания для профессионального непрерывного мониторирования гликемии

Исследование проводят врачи. Пациент выполняет пассивную роль (задача сводится к подробному ведению дневника). Изменения жизни под действием прибора на этапе проведения исследования – минимальные.

Цели использования

- Оценка истинного состояния углеводного обмена и вариабельности гликемии в течение суток.
- Выявление скрытых гипогликемий.
- Верификация феномена «утренней зари».
- Выявление индивидуальных особенностей всасывания углеводов и адаптация режима инсулинотерапии (ускоренное или замедленное всасывание углеводов из ЖКТ).
- Уточнение эффекта физической нагрузки, гиподинамии, стресса и других факторов на гликемию.

- Формирование индивидуальных рекомендаций в отношении сахароснижающей терапии и оптимальных алгоритмов снижения вариабельности гликемии (в том числе предотвращения гипогликемий и выраженных гипергликемий).
- В рамках клинических исследований – полноценная оценка эффекта лекарственных средств на гликемию.

Целевая аудитория

- Пациенты с СД 1 типа или 2 типа, независимо от показателей контроля гликемии на этапе:
 - обучения по программе «Школы диабета»;
 - изменения схемы лечения (в том числе в процессе перевода на помповую инсулинотерапию);
 - планирования беременности и беременность;
 - изменения образа жизни (начало активных занятий спортом, смена часовых поясов, выраженные изменения графика и условий труда и т.д.).
 - Пациенты, у которых результаты самоконтроля гликемии с помощью индивидуального глюкометра не соответствуют показателю HbA_{1c}.
 - Пациенты со сниженным порогом чувствительности к гипогликемии, анамнезом частых тяжелых гипогликемий.
 - Неэффективность изменений лечения (сахароснижающей терапии), проводимых под контролем показаний индивидуального глюкометра.
- Условия получения ожидаемого эффекта**
- Наличие необходимого оборудования для проведения исследования, расшифровки данных (в том числе – подключения к сети Internet).
 - Опыт проведения исследования и интерпретации полученных результатов у эндокринолога.

Показания для персонального непрерывного мониторирования гликемии

CGM-RT – метод самоконтроля, проводимый пациентами. В задачи врача входит обучение пациентов. Результаты мониторирования активно влияют на действия пациента в отношении инсулинотерапии и пищевого поведения.

Цели использования

- Улучшение показателей контроля углеводного обмена: пре- и постпрандиальной гликемии, вариабельности гликемии, показателя HbA_{1c} (у взрослых пациентов и подростков).
- Обучение пациентов (членов семьи – когда СД болен ребенок).
- Снижение частоты и длительности гипогликемий, в том числе ночных (во всех возрастах).
- Восполнение недостатка информации о гликемии у тех, кто редко проводит самоконтроль с помощью индивидуального глюкометра.
- Снижение частоты проколов пальцев для определения гликемии у тех, кто часто проводит самоконтроль с помощью глюкометра.
- Повышение удовлетворенности лечением, а также влияние на качество жизни в определенной группе пациентов.

Целевая аудитория

- Пациенты с СД 1 типа и 2 типа в следующих случаях:

- показатели контроля углеводного обмена (пре- и/или постпрандиальная гликемия, HbA_{1c}) превышают индивидуальные целевые значения;
 - сниженный порог чувствительности к гипогликемии;
 - анамнез частых гипогликемий, в том числе тяжелых;
 - активный образ жизни и профессиональный спорт;
 - неадекватно частый или крайне редкий самоконтроль гликемии;
 - период планирования беременности и беременность.
- Условия получения ожидаемого эффекта**
- Желание пациента (желание семьи, когда СД у ребенка) улучшить результаты контроля углеводного обмена.
 - Полноценное обучение по программе школы диабета и подробное обучение техническим принципам управления прибором, а также правилам интерпретации результатов мониторингования.
 - Использование данного метода самоконтроля гликемии на постоянной основе (>6 суток в неделю).
- Данный пример рекомендаций приведен в настоящей статье, в первую очередь, с целью создания повода для открытой дискуссии и формирования в результате ее взвешенных и рациональных Российских стандартов использования методов непрерывного мониторингования гликемии в рутинной клинической практике врачей-эндокринологов.
- Автор настоящей статьи декларирует отсутствие конфликта интересов, связанного с материалом статьи.*

Литература

1. Kadish A.H. Automation control of blood sugar a servomechanism for glucose monitoring and control. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1963;9:363–7.
2. Garg S.K., et al. Correlation of fingerstick blood glucose measurements with GlucoWatch biographer glucose results in young subjects with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 1999;22(10):1708–14.
3. Wentholt I.M., Hoekstra J.B., DeVries J.H. Continuous glucose monitors: the long-awaited watch dogs? *Diabetes Technol Ther* 2007;9(5):399–409.
4. Langendam M., et al. Continuous glucose monitoring systems for type 1 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;1:CD008101.
5. Joubert M., Reznik Y. Personal continuous glucose monitoring (CGM) in diabetes management: review of the literature and implementation for practical use. *Diabetes Res Clin Pract* 2012;96(3):294–305.
6. Phillip M., et al. Use of continuous glucose monitoring in children and adolescents (*). *Pediatr Diabetes* 2012;13(3):215–228.
7. Ибрагимова Л.И., Филиппов Ю.И., Майоров А.Ю. Эффективность обучения и качество жизни у больных сахарным диабетом 1 типа на помповой инсулинотерапии. *Сахарный диабет* 2012;1:35–40.
8. Филиппов Ю.И., Пекарева Е.В., Майоров А.Ю. Некоторые аспекты помповой инсулинотерапии и непрерывного мониторингования гликемии в режиме реального времени (ответ на письмо Е.Д. Горбачева). *Сахарный диабет* 2010;4:119–124.
9. Ramchandani N., et al. Real-life utilization of real-time continuous glucose monitoring: the complete picture. *Journal of diabetes science and technology* 2011;5(4):860–70.
10. Markowitz J.T., et al. Psychosocial correlates of continuous glucose monitoring use in youth and adults with type 1 diabetes and parents of youth. *Diabetes Technol Ther* 2012;14(6):523–6.
11. Дедов И.И., et al. САХАРНЫЙ ДИАБЕТ: диагностика, лечение, профилактика. 2011: Медицинское информационное агенство.
12. Wojciechowski P., et al. Efficacy and safety comparison of continuous glucose monitoring and self-monitoring of blood glucose in type 1 diabetes: systematic review and meta-analysis. *Pol Arch Med Wewn* 2011;121(10):333–43.
13. Ludwig-Seibold C.U., et al. Continuous glucose monitoring in children, adolescents, and adults with type 1 diabetes mellitus: analysis from the prospective DPV diabetes documentation and quality management system from Germany and Austria. *Pediatr Diabetes* 2012;13(1):12–4.
14. Rubin R.R., Borgman S.K., Sulik B.T. Crossing the technology divide: practical strategies for transitioning patients from multiple daily insulin injections to sensor-augmented pump therapy. *Diabetes Educ* 2011. 37 Suppl 1:5S-18S; quiz 19S-20S.
15. Maura N., et al. Continuous glucose monitoring in type 1 diabetes. *Endocrine* 2012.
16. Langeland L.B., et al. Short-term continuous glucose monitoring: effects on glucose and treatment satisfaction in patients with type 1 diabetes mellitus; a randomized controlled trial. *Int J Clin Pract* 2012;66(8):741–747.
17. Hermanides J., Phillip M., DeVries J.H. Current application of continuous glucose monitoring in the treatment of diabetes: pros and cons. *Diabetes Care* 2011;34 Suppl 2:S197–201.
18. Tsalikian E., et al. Feasibility of prolonged continuous glucose monitoring in toddlers with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes* 2012;13(4):301–7.
19. Maura N., et al. A randomized clinical trial to assess the efficacy and safety of real-time continuous glucose monitoring in the management of type 1 diabetes in young children aged 4 to <10 years. *Diabetes Care* 2012;35(2):204–10.
20. Vazeou A. Continuous blood glucose monitoring in diabetes treatment. *Diabetes Research and Clinical Practice* 2011;93 Suppl 1:S125–S130.
21. Juvenile Diabetes Research Foundation Continuous Glucose Monitoring Study, G., et al., The effect of continuous glucose monitoring in well-controlled type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2009; 32(8):1378–83.
22. Deiss D. et al. Improved glycemic control in poorly controlled patients with type 1 diabetes using real-time continuous glucose monitoring. *Diabetes Care* 2006;29(12):2730–2.
23. O'Connell M.A., et al. Glycaemic impact of patient-led use of sensor-guided pump therapy in type 1 diabetes: a randomised controlled trial. *Diabetologia* 2009;52(7):1250–7.
24. Klonoff D.C., et al. Continuous glucose monitoring: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2011;96(10):2968–79.
25. Szypowska A., et al. Beneficial effect of real-time continuous glucose monitoring system on glycemic control in type 1 diabetic patients: systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Eur J Endocrinol* 2012;166(4):567–74.
26. Combs C.A. Continuous glucose monitoring and insulin pump therapy for diabetes in pregnancy. *Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine*. 0(0):1–3.
27. Vigersky R.A., et al. Short- and long-term effects of real-time continuous glucose monitoring in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2012;35(1):32–8.
28. Golden S.H., et al. in *Methods for Insulin Delivery and Glucose Monitoring: Comparative Effectiveness*. 2012: Rockville (MD).
29. Hemmingsen B., et al. Targeting intensive glycaemic control versus targeting conventional glycaemic control for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;6:CD008143.
30. Slover R.H., 2nd. Continuous glucose monitoring in children and adolescents. *Curr Diab Rep* 2012;12(5):510–6.
31. Davey R.J., et al. The effect of short-term use of the Guardian RT continuous glucose monitoring system on fear of hypoglycaemia in patients with type 1 diabetes mellitus. *Prim Care Diabetes* 2012;6(1):35–9.
32. Hirose M., Beverly E.A., Weinger K. Quality of Life and Technology: Impact on Children and Families With Diabetes. *Curr Diab Rep*. 2012.
33. Schwartz S., Scheiner G. The Role of Continuous Glucose Monitoring in the Management of Type-1 and Type-2 Diabetes, in *Evidence Based Management of Diabetes*. 2012.