



Самоконтроль гликемии – основа эффективного лечения сахарного диабета

А.Ю. Майоров, О.Г. Мельникова, Ю.И. Филиппов

Адрес для переписки: Александр Юрьевич Майоров, education@endocrincentr.ru

В статье освещаются основные вопросы самоконтроля гликемии (СКГ) при лечении сахарного диабета: терапевтические цели в зависимости от возраста больного, наличия тяжелых осложнений и риска гипогликемии; частота измерений уровня глюкозы крови при различных вариантах сахароснижающей терапии; значение СКГ для пациента и врача и другие. Описаны принципы действия фотометрических и электрохимических глюкометров и требования к их точности, принятые Международной организацией по стандартизации для систем СКГ в 2013 г. Перечислены причины ошибок при определении гликемии, такие как попадание на пальцы частиц глюкозы, нарушение установки кода тест-полосок, внешние условия, гематокрит, ацидоз, гиперлипидемия, повышенная или пониженная концентрация кислорода в крови, прием ряда лекарственных препаратов. Представлены структура и правила ведения дневника самоконтроля как основного способа хранения результатов СКГ. Приведены данные международных и российских исследований по оценке эффективности СКГ.

Ключевые слова: самоконтроль гликемии, сахарный диабет, глюкометр

Введение

Традиционными составляющими лечения сахарного диабета (СД) принято считать диету, таблетированные сахароснижающие препараты и инсулин. В последние де-

сятилетия получил развитие еще один полноправный компонент лечения – обучение больных [1, 2]. Самые подробные рекомендации, полученные от врача, не могут охватить все разнообразие жизнен-

ных ситуаций, поэтому успешное лечение многих хронических заболеваний, в том числе и СД, невозможно без активного, грамотного и самостоятельного проведения лечения самими больными в амбулаторных условиях. В 1998 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) официально признала терапевтическое обучение методом лечения хронических заболеваний [3], и в настоящее время оно стало неотъемлемой частью организации диабетологической помощи. Во многом это оказалось возможным благодаря техническому прогрессу, в частности появлению доступных средств самоконтроля обмена веществ.

Самоконтроль в широком смысле предусматривает учет больными СД, прошедшими обучение, субъективных ощущений, уровня гликемии и других показателей, а также режима питания и физической активности с целью принятия самостоятельных терапевтических решений [4]. Более корректным представляется использовать термин «самоконтроль» лишь для



обозначения самоконтроля обмена веществ, то есть самостоятельного определения большими некоторыми показателями в крови или моче. Используя современные методы экспресс-анализа, больные самостоятельно могут оценить уровень гликемии с точностью, близкой к лабораторной. Поскольку эти показатели определяются в повседневных, привычных больному условиях, они имеют большую ценность для коррекции терапии, чем полученные в стационаре или поликлинике.

Основное условие профилактики и лечения поздних осложнений СД – стабильное поддержание близкого к норме уровня гликемии. Но лишь немногие больные способны чувствовать перепады гликемии от 4 до 13 ммоль/л, а именно в этих пределах чаще всего оказываются показатели пациента. Кроме того, длительно декомпенсированные больные (с постоянным высоким уровнем глюкозы в крови) адаптируются к гипергликемии и чувствуют себя удовлетворительно, а снижение гликемии до нормы воспринимают на первых этапах лечения как гипогликемию. Следовательно, полагаться на субъективные ощущения пациента для оценки состояния углеводного обмена нельзя. Высказывание одного из основоположников диабетологии Э. Джослина (США) о том, что инсулинотерапия – это потеря времени и средств, если больной не проводит самоконтроля, стало особенно актуальным после внедрения тест-полосок для экспресс-анализа гликемии. Согласно современным представлениям об эффективном лечении пациентов с СД, неотъемлемой частью всех программ обучения и длительного наблюдения является регулярный самоконтроль гликемии (СКГ). Получаемые пациентом показатели используются им для принятия самостоятельных решений в различных жизненных ситуациях (например, для коррекции дозы гипогликемизирующих препаратов в зависимости от характера питания, планирования двигательных нагрузок и т.д.) [5].

Таблица 1. Показатели контроля углеводного обмена* (алгоритм индивидуализированного выбора целей терапии по уровню HbA1c**)

Факторы риска	Возраст		
	Молодой	Средний	Пожилрой и/или ожидаемая продолжительность жизни < 5 лет
Отсутствие тяжелых осложнений и/или риска тяжелой гипогликемии	< 6,5%	< 7,0%	< 7,5%
Наличие тяжелых осложнений и/или риска тяжелой гипогликемии	< 7,0%	< 7,5%	< 8,0%

* Данные целевые значения не относятся к детям, подросткам и беременным женщинам.

** Нормальный уровень в соответствии со стандартами DCCT (Diabetes Control and Complication Trial – Исследование по контролю сахарного диабета и его осложнений) до 6%.

Терапевтические цели при сахарном диабете

Никто не оспаривает утверждения о том, что содержание глюкозы в крови у больного СД должно быть максимально (насколько это возможно) приближено к норме, напротив, это основное условие профилактики и лечения осложнений СД. Но в то же время следует помнить о безопасном уровне гликемии. Именно поэтому индивидуальный подход к больному и, соответственно, определение индивидуального целевого уровня гликемического контроля должны являться основой выбора стратегии сахароснижающего лечения. Недавно завершившиеся рандомизированные исследования ACCORD (Action to Control Cardiovascular Risk in Diabetes – Исследование по контролю риска развития сердечно-сосудистых заболеваний при сахарном диабете 2 типа) [6], ADVANCE (Action in Diabetes and Vascular disease: preterAx and diamicroN-MR Controlled Evaluation trial – Действие при сахарном диабете и заболеваниях сосудов: контролируемая оценка Претеракса и Диамикрона MB) [7] и VADT (Veteran Affairs Diabetes Trial – Исследование диабета у ветеранов вооруженных сил США) [8] убедительно продемонстрировали важность выбора индивидуальных целей гликемического контроля для каждого пациента в зависимости от возраста, длительности СД, наличия сердечно-сосудистых осложнений. Целевые показатели гликемического контроля для па-

циентов с СД отражены во многих документах, таких как стандарты Американской диабетической ассоциации (American Diabetes Association – ADA) [9], руководство Международной диабетической федерации (International Diabetes Federation – IDF) по лечению СД 2 типа [10], российские Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом [11], последние фактически являются национальными стандартами диагностики и лечения СД. При создании отечественных Алгоритмов были предложены рекомендации по индивидуализации целей лечения по уровню гликированного гемоглобина (HbA1c) в зависимости от возраста, риска развития тяжелой гипогликемии, выраженности поздних сосудистых осложнений СД, а также от ожидаемой продолжительности жизни пациентов (табл. 1).

Величина HbA1c в качестве интегрального показателя ежедневных колебаний гликемии на протяжении последних 3 месяцев наиболее удобна для определения степени компенсации углеводного обмена у пациентов с СД. Определение HbA1c используется как своего рода оценка совместных усилий врача и больного, помогающая увидеть в динамике эффективность проводимого лечения. Получив результат, необходимо объяснить больному, какому среднему уровню глюкозы он соответствует (табл. 2) [11].

Однако не следует забывать о том, что за уровнем HbA1c стоят пока-



Таблица 2. Соответствие HbA1c среднесуточному уровню глюкозы плазмы крови за последние 3 месяца

HbA1c, %	Глюкоза плазмы, ммоль/л						
4	3,8	8	10,2	12	16,5	16	22,9
4,5	4,6	8,5	11,0	12,5	17,3	16,5	23,7
5	5,4	9	11,8	13	18,1	17	24,5
5,5	6,2	9,5	12,6	13,5	18,9	17,5	25,3
6	7,0	10	13,4	14	19,7	18	26,1
6,5	7,8	10,5	14,2	14,5	20,5	18,5	26,9
7	8,6	11	14,9	15	21,3	19	27,7
7,5	9,4	11,5	15,7	15,5	22,1	19,5	28,5

Таблица 3. Соответствие целевых показателей пре- и постпрандиальной гликемии* целевому уровню HbA1c

HbA1c, %**	Глюкоза плазмы натощак/ перед едой, ммоль/л	Глюкоза плазмы через 2 часа после еды, ммоль/л
< 6,5	< 6,5	< 8,0
< 7,0	< 7,0	< 9,0
< 7,5	< 7,5	< 10,0
< 8,0	< 8,0	< 11,0

* Данные целевые значения не относятся к детям, подросткам и беременным женщинам.

** Нормальный уровень в соответствии со стандартами DCCT до 6%.

Таблица 4. Показатели контроля углеводного обмена у беременных с СД

HbA1c, %*	Глюкоза плазмы натощак/ перед едой/перед сном/3 ч, ммоль/л	Глюкоза плазмы через 1 час после еды, ммоль/л
≤ 6,0	< 5,1	< 7,0

*Нормальный уровень в соответствии со стандартами DCCT до 6%.

затели препрандиальной (перед приемом пищи) и постпрандиальной (после приема пищи) гликемии. В связи с этим были рекомендованы индивидуальные целевые значения данных показателей, соответствующие целевому HbA1c (табл. 3) [5].

Согласно Алгоритмам, в связи с введением индивидуализированных целей лечения понятия «компенсация», «субкомпенсация», «декомпенсация» у взрослых пациентов не используются. При этом после формулировки диагноза необходимо указать целевой уровень гликемического контроля [11].

Цели лечения у беременных с любым типом СД более строгие (табл. 4) [11].

У детей и подростков в соответствии с Российским консенсусом

по терапии сахарного диабета у детей и подростков [12], рекомендациями ADA [9] и Международного общества по сахарному диабету у детей и подростков (International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes – ISPAD) [13] цели лечения зависят от возраста. При этом в российских рекомендациях остаются понятия «компенсация», «субкомпенсация» и «декомпенсация» (табл. 5) [11].

Оптимизация лечения с использованием показателя HbA1c требует понимания взаимосвязи между уровнем HbA1c, глюкозы плазмы натощак и постпрандиальной гликемией. Как показали L. Monnier и соавт. [14], основной вклад (~70%) в показатели HbA1c, превышающие 10,2%, вносит препрандиальная гипергликемия, а при HbA1c < 7,3% роль препран-

диальной гликемии не превышает 30%. Вклад пре- и постпрандиальной гликемии в итоговую величину HbA1c примерно равны при варьировании HbA1c в пределах от 7,3 до 8,4%. Таким образом, HbA1c может быть хорошим инструментом для формирования лечебной тактики в отношении наиболее первостепенных задач коррекции сахароснижающей терапии. Например, HbA1c > 8,4% указывает врачу на необходимость первоочередного влияния на препрандиальную гликемию, а HbA1c < 7,3% – на постпрандиальную.

Частота самоконтроля гликемии

Профилактика поздних микро- и макрососудистых осложнений СД возможна только при условии длительного поддержания оптимальных показателей гликемии (соответствующих индивидуальным целям лечения) [15]. В свою очередь, достижение индивидуальных целевых показателей гликемии возможно лишь путем адекватного СКГ со стороны пациента. При этом среди экспертов во всем мире до сих пор нет единого мнения о том, с какой частотой необходимо проводить СКГ у разных групп пациентов с СД [16]. Принято считать, что для больных СД 1 и 2 типа, получающих инсулинотерапию, достижение целей лечения прямо пропорционально зависит от частоты СКГ: чем чаще – тем лучше показатели гликемии. Так, в соответствии с Алгоритмами [11], пациентам с СД



1 типа без осложнений рекомендовано проводить СКГ не менее 4 раз в сутки, а пациентам с СД 2 типа – в зависимости от вида принимаемого лечения и степени компенсации углеводного обмена (табл. 6).

Дополнительное проведение СКГ рекомендуется в следующих случаях:

- острые заболевания, стресс;
- изменения в терапии;
- гипогликемия;
- беременность;
- ухудшение значений HbA1c;
- изменение образа жизни (необычное питание, физические нагрузки, путешествия, перемена часовых поясов и т.д.).

ISPAD дает следующие рекомендации по мониторингу показателей углеводного обмена [13]:

- пациентам, находящимся на интенсифицированной инсулинотерапии или на терапии с использованием инсулиновой помпы, рекомендуется проводить исследование гликемии от 4 до 6 раз в день;
- количество исследований может повышаться при подборе дозы инсулина у пациентов с декомпенсацией СД, при стрессах, интеркуррентных заболеваниях и физических нагрузках;
- определение кетонов в крови или моче должно проводиться при заболеваниях с лихорадкой и/или рвотой, при плохом самочувствии и уровне глюкозы плазмы >14 ммоль/л, особенно при помповой инсулинотерапии, полиурии, сонливости, болях в животе, одышке;
- частота проведения анализа на HbA1c зависит от местных условий и не должна быть реже 1 раза в год. В идеале у маленьких детей необходимо проводить исследование 4–6 раз в год, а у детей старшего возраста – 3–4 раза в год.

Значение самоконтроля гликемии

Контроль гликемии можно рассматривать с двух позиций: пациента и врача. Для пациентов цели СКГ (его смысл) различаются в за-

Таблица 5. Целевые показатели углеводного обмена у детей и подростков с СД 1 типа, индивидуализированные по возрасту

Возрастные группы	Степень компенсации углеводного обмена	Глюкоза плазмы перед едой, ммоль/л	Глюкоза плазмы через 2 часа после еды, ммоль/л	Глюкоза плазмы перед сном/ночью, ммоль/л	HbA1c, %*
Дошкольники (0–6 лет)	Компенсация	5,5–9,0	7,0–12,0	6,0 – 11,0	< 8,5, но > 7,5
	Субкомпенсация	9,0–12,0	12,0–14,0	< 6,0 или > 11,0	8,5–9,5
	Декомпенсация	> 12,0	> 14,0	< 5,0 или > 13,0	> 9,5
Школьники (6–12 лет)	Компенсация	5,0–8,0	6,0–11,0	5,5–10,0	< 8,0
	Субкомпенсация	8,0–10,0	11,0–13,0	< 5,5 или > 10,0	8,0–9,0
	Декомпенсация	> 10,0	> 13,0	< 4,5 или > 12,0	> 9,0
Подростки (13–18 лет)	Компенсация	5,0–7,5	5,0–9,0	5,0–8,5	< 7,5
	Субкомпенсация	7,5–9,0	9,0–11,0	< 5,0 или > 8,5	7,5–9,0
	Декомпенсация	> 9,0	> 11,0	< 4,0 или > 10,0	> 9,0

* Нормальный уровень в соответствии со стандартами DCCT до 6%.

висимости от типа заболевания и вида лечения.

Так, для больных СД 1 типа основная цель СКГ состоит в расчете дозы инсулина, способной не только «распределить по тканям» содержащуюся в предстоящей еде глюкозу, но и нормализовать гликемию в случае неудовлетворительного исходного показателя (для этого им рекомендовано проводить СКГ перед каждым приемом пищи). Существуют и другие цели, актуальные для пациентов с СД 1 типа в разных жизненных ситуациях:

- профилактика гипогликемии (рекомендовано дополнительно проводить СКГ перед физической нагрузкой и во время занятий, а также перед сном);
- профилактика гипергликемии (рекомендован более частый СКГ во время интеркуррентных заболеваний или травм, при сильном стрессе, в период беременности).

У пациентов с СД 2 типа цели СКГ (как и рекомендуемая частота измерений) зависят от вида получаемой терапии:

- при интенсифицированной базисно-болюсной инсулинотерапии цели проведения СКГ та-

Таблица 6. Частота самоконтроля гликемии

Тип СД, вид терапии	Частота самоконтроля
СД 1 типа	Не менее 4 раз ежедневно
СД 2 типа в дебюте заболевания или при декомпенсации	Ежедневно несколько раз
СД 2 типа, интенсифицированная инсулинотерапия	Не менее 4 раз ежедневно
СД 2 типа, пероральная сахароснижающая терапия и/или лечение агонистами рецепторов ГПП-1 и/или базальным инсулином	Не менее 1 раза в сутки в разное время + 1 гликемический профиль (не менее 3 раз в сутки) в неделю
СД 2 типа, лечение готовыми смесями инсулина	Не менее 2 раз в сутки в разное время + 1 гликемический профиль (не менее 3 раз в сутки) в неделю
СД 2 типа, диетотерапия	1 раз в неделю в разное время суток
СД любого типа во время беременности	Не менее 7 раз в сутки (перед едой и через 1 час после приема пищи, на ночь, при необходимости в 3 и 6 ч)

ГПП-1 – глюкагоноподобный пептид 1.

- кие же, как и для пациентов с СД 1 типа;
- при лечении диетой и физическими нагрузками, пероральны-



ми сахароснижающими препаратами, агонистами рецепторов глюкагоноподобного пептида 1 (ГПП-1) в виде моно- или комбинированной терапии, а также при сочетании с препаратами инсулина продленного действия основной задачей СКГ считают обеспечение пациента и врача доказательствами необходимости изменения лечения или сохранения прежней терапии. Для пациентов этой группы результаты СКГ, как правило, не являются поводом для принятия немедленных решений об изменении лечения, но именно они должны играть роль стимула для обращения к врачу с целью коррекции терапии.

Таким образом, частое проведение СКГ, безусловно, необходимо пациентам с СД, получающим интенсифицированную инсулинотерапию, независимо от типа заболевания как средство для принятия правильного сиюминутного решения в отношении дозы препарата. Правильность принятых решений, в свою очередь, зависит от качества обучения пациента. По результатам СКГ опытный врач может выявить и восполнить недостатки знаний больного об оптимальных способах поддержания целевых показателей гликемии в разных ситуациях.

Для врача результаты СКГ – основной источник информации для принятия решения о дальнейшем лечении СД или дополнительном обучении пациента. Результаты СКГ, проводимого регулярно по определенной схеме и представленные в удобном для понимания и интерпретации формате, позволяют понять индивидуальные закономерности изменения гликемии под действием различных факторов. Только путем анализа результатов СКГ возможно скорректировать сахароснижающую терапию, поведение пациента, его диету и другие аспекты жизни для длительного поддержания оптимальных показателей гликемии.

В 2007 г. IDF опубликовала Руководство по контролю постпран-

диальной гликемии [17], которое было обновлено в 2011 г. [18]. Целью Руководства является представление тех данных, которые характеризуют взаимосвязь между уровнем постпрандиальной гликемии и развитием осложнений СД; на их основании были разработаны рекомендации по правильному контролю показателей постпрандиальной гликемии при СД 1 и 2 типа. Согласно Руководству, СКГ в настоящее время является оптимальным методом оценки содержания глюкозы в плазме, уровень доказательности очень высокий. Однако для достижения целей гликемического контроля требуется обучение больных проведению СКГ, интерпретации полученных результатов и правильному составлению режима лечения. Более того, клиницисты должны обладать опытом интерпретации данных СКГ, назначать соответствующие препараты и осуществлять частое наблюдение в целях своевременной коррекции режима лечения, если это потребуется.

Технические вопросы самоконтроля гликемии

Особенности СКГ при помощи глюкометров

В настоящее время для быстрого определения гликемии применяют фотометрические и электрохимические приборы. Основными ферментами, используемыми в глюкометрах, являются глюкозооксидаза и глюкозодегидрогеназа. В фотометрических глюкометрах (Betachek, Accu-Chek Active) ферменты тест-полосок вступают в реакцию с глюкозой исследуемой крови, в результате чего пропорционально уровню гликемии меняется цвет тестовой зоны и с помощью спектрометра регистрируется изменение окраски. В других глюкометрах (OneTouch Ultra, OneTouch Ultra Easy, OneTouch Select, OneTouch Select Simple, OneTouch Verio Pro+, Contour TS, Accu-Chek Performa, Accu-Chek Performa Nano, IMEDC, Clever Chek, iCheck, Bionime, Сателлит Плюс, Сателлит Экс-

пресс) используются электрохимические методы. В большинстве электрохимических систем применяется технология амперометрии, то есть измеряется сила тока, возникающая в ходе химической реакции между ферментом тестовой зоны и глюкозой крови.

Основными характеристиками работы глюкометров являются точность и воспроизводимость. Точность («правильность») прибора определяется как степень близости среднего значения, рассчитанного на основании серии результатов измерений, к принятому референсному показателю, полученному в лабораторных условиях. Показателем точности обычно является значение систематической погрешности. Соответственно, при высокой точности прибора каждое из измерений может не соответствовать референсному и разброс их может быть велик, однако среднее значение показателей максимально приближено к лабораторному. В свою очередь воспроизводимость – это степень близости друг к другу результатов измерений. В идеале значения, отражаемые прибором, должны быть и точными, и воспроизводимыми.

В 2003 г. Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization – ISO) предложила стандарт для систем мониторинга уровня глюкозы крови ISO 15197 [19]. В соответствии с этим стандартом 95% результатов гликемии должны находиться в диапазоне $\pm 0,83$ ммоль/л от результатов, полученных контрольным методом, при концентрации глюкозы крови $< 4,2$ ммоль/л и в диапазоне $\pm 20\%$ при уровне глюкозы крови $\geq 4,2$ ммоль/л. Подавляющее большинство представленных на рынке глюкометров отвечают этому требованию минимальной приемлемой точности. Однако стоит иметь в виду, что в 5% случаев регистрируемые прибором значения могут значительно выходить за обозначенные пределы, что крайне нежелательно в ситуациях, требующих частого

эндокринология



СКГ. В 2013 г. ISO выпустила обновленную версию стандарта ISO 15197 [20], в которую внесены следующие изменения:

- в области высоких значений глюкозы крови требования к точности системы стали более строгими, а именно: 95% полученных результатов должны укладываться в диапазон $\pm 15\%$ при концентрации глюкозы $\geq 5,55$ ммоль/л и в диапазон $\pm 0,83$ ммоль/л при концентрации глюкозы $< 5,55$ ммоль/л;
- впервые появились требования к гематокриту и интерферирующим веществам.

При оценке полученного показателя гликемии необходимо помнить, что на результат может влиять ряд факторов:

- содержание глюкозы в венозной, капиллярной и артериальной крови различно;
- концентрация глюкозы на 10–15% выше в плазме, чем в цельной крови, а подавляющее большинство глюкометров, представленных на российском рынке, откалиброваны по плазме. Именно поэтому врачам следует указывать целевые показатели по глюкозе плазмы и не заставлять пациентов пересчитывать значения на цельную кровь;
- попадание на пальцы частиц глюкозы (из фруктов, сока, меда или таблеток глюкозы, например, при купировании гипогликемии) приводит к ложно завышенному результату, в связи с чем перед проколом пальца необходимо вымыть руки;
- протираание пальца спиртовой салфеткой может повлиять на результат, поэтому лучше просто вымыть руки. Но если проводится дезинфекция кожи с помощью спирта (например, в медицинском учреждении), то перед проколом пальца необходимо дождаться, когда спирт испарится, или протереть палец сухой салфеткой;
- кодирование глюкометра под характеристики тест-полосок представляет определенную сложность. Значительное число

пациентов допускают ошибки в установке кода тест-полосок, что может приводить к погрешности измерений уровня глюкозы крови в сторону как завышения, так и занижения показателя (в пределах от -37 до $+29\%$) [21]. Следует отметить, что в настоящее время имеются глюкометры, не требующие установки кода (Contour TS, OneTouch Select Simple, Accu-Chek Mobile), или с заранее предусмотренным единым кодом 25 (OneTouch Select, OneTouch Ultra Easy);

- внешние условия – обычно приборы работают с приемлемой точностью на высоте до 3000 м над уровнем моря, при температуре 10–40 °С и влажности 10–90%;
- гематокрит – наиболее точно большинство тест-полосок работает при гематокрите в диапазоне 30–55% [22]. При низких значениях гематокрита (анемия, применение диализа) результаты завышаются, при высоких (полицитемия, выраженная дегидратация) – занижаются;
- ацидоз может приводить к ложно заниженным результатам измерения глюкозы крови, тогда как алкалоз завышает значения глюкозы крови на глюкометре [23]. Это очень важно при диабетическом кетоацидозе, в связи с чем он является ограничением для использования практически всех глюкометров, за исключением нового госпитального глюкометра OneTouch Verio Pro+;
- гиперлипидемия – высокие концентрации холестерина (> 18 ммоль/л) и триглицеридов (> 34 ммоль/л) могут привести к занижению уровня гликемии [22];
- концентрация кислорода в крови – при хронических obstructивных заболеваниях легких (при снижении насыщения крови кислородом) отмечается завышение показателей гликемии [24], а у пациентов, получающих оксигенотерапию, уровень глюкозы в крови может оказаться заниженным;

- прием лекарственных препаратов – известен ряд лекарственных препаратов, прием которых должен учитываться при анализе данных СКГ. Влияние этих препаратов может быть разным в зависимости от используемого фермента. К ним относятся: аскорбиновая кислота в концентрациях, значительно превышающих физиологические; ацетаминофен; леводопа [25]; лекарственные средства, содержащие другие углеводы (мальтоза, ксилоза, галактоза, икодекстрин), – растворы для перитонеального диализа, некоторые иммуноглобулины [26];
- истекший срок использования или неправильные условия хранения тест-полосок.

Стоимость аппаратов и тест-полосок для СКГ может показаться очень высокой. Однако необходимо признать, что достичь стабильной компенсации СД и проводить интенсивную инсулинотерапию возможно только при СКГ. В конечном итоге это позволит сократить затраты на госпитализацию больного и лечение осложнений, которые развиваются вследствие плохого контроля заболевания.

Получение образца крови

Для проведения СКГ прежде всего должна быть получена капля крови. Для забора крови удобно пользоваться специальным устройством (автоматической ручкой-прокалывателем), позволяющим регулировать глубину прокола и сделать его менее болезненным. Прокол лучше делать на боковых поверхностях концевой фаланги пальца, где меньше нервных окончаний. Если руки перед забором крови вымыть, нет необходимости дезинфицировать их спиртом или другим антисептиком. Примесь спирта или другой жидкости может исказить результаты исследования, кожа должна быть сухой.

Можно также использовать образцы капиллярной крови, полученные из альтернативных мест – плеча, предплечья, области большого пальца на ладони, бедра или икры

эндокринология



ног [27]. Но при этом следует помнить о том, что капиллярная кровь из кончика пальца быстрее отражает изменения уровня глюкозы крови. В связи с этим измерение с использованием крови, полученной из альтернативных мест, рекомендуется только в стабильном состоянии (непосредственно перед приемом пищи или перед сном) и, наоборот, не рекомендуется в ближайшее время после приема пищи, когда уровень глюкозы крови быстро повышается, после введения инсулина короткого действия, когда уровень глюкозы крови может быстро снижаться, а также после физической нагрузки, во время сопутствующих заболеваний (повышенная температура тела), при гипогликемии.

Контроль гликемии в медицинских учреждениях

Применение глюкометров в медицинских учреждениях уже стало обычной практикой. Это объясняется возможностью быстрого и простого получения результата, зачастую прямо у постели больного, что значительно сокращает время на принятие решения о дальнейшем обследовании или лечении, поскольку больше не возникает задержек, связанных с транспортировкой образца крови и его подготовкой, а результаты теста оперативно становятся доступными непосредственно в месте наблюдения пациента.

Однако системы для мониторинга уровня глюкозы крови, которые подходят для персонального использования в домашних условиях, могут не отвечать требованиям для проведения тестирования в медицинском учреждении. Контаминация глюкометров кровью может способствовать распространению опасных инфекций. Так, по результатам исследований, сообщалось о передаче как минимум 20 различных гемоконтактных патогенов при использовании глюкометра для тестирования большого количества пациентов в медицинских учреждениях [28–31]. Как пациенты, так и персонал больниц подвергаются риску воз-

действия вирусов, передающихся с кровью, среди которых вирусы гепатита В и С, а также вирус иммунодефицита человека [30].

Данные, собранные в отношении распространенности видимой или скрытой контаминации кровью глюкометров для проведения анализа у постели больного, показали, что кровью были контаминированы в среднем 30,2% глюкометров, использовавшихся у большого количества пациентов, и 48,2% глюкометров, использовавшихся в отделениях интенсивной терапии [29].

В настоящее время существуют портативные глюкометры, специально разработанные для применения в условиях медицинских учреждений. На российском рынке это глюкометр OneTouch Verio Pro+, который сконструирован таким образом, чтобы максимально снизить риск контаминации и последующей передачи патогенных микроорганизмов. Он оснащен кнопочным инжектором тест-полоски, что минимизирует контакт с кровью. Но главное – это то, что данный глюкометр можно дезинфицировать для минимизации риска передачи инфекции. Система позволяет анализировать уровень глюкозы в капиллярной, венозной и артериальной крови, что немаловажно для экстренной медицины. В глюкометре используется новая высокоспецифичная к глюкозе ферментная технология ФАД-ГДГ (флавинадениндинуклеотид-глюкозодегидрогеназа), и проведенные исследования показали соответствие точности прибора требованиям ISO 15197:2013. Кроме того, глюкометр OneTouch Verio Pro+ учитывает влияние 57 наиболее часто встречающихся экзогенных и эндогенных веществ (интерферонов), таких как креатинин, молочная кислота, липиды, холестерин, мальтоза, галактоза, ксилоза и многие лекарственные вещества. Новая технология позволяет нивелировать влияние кислорода на результат, благодаря чему глюкометр можно использовать в условиях оксигенотерапии.

Дневник самоконтроля

Существуют различные способы учета и последующей оценки результатов СКГ, но основным является дневник самоконтроля, применяемый повсеместно. Для пациента он служит базисом для самостоятельного лечения и его последующего обсуждения с врачом. Определяя уровень глюкозы в разное время в течение суток, обученный больной сам может менять дозы сахароснижающих препаратов или корректировать свое питание, добиваясь приемлемых значений глюкозы, позволяющих предотвратить развитие тяжелых осложнений.

Несмотря на простоту, значение такого способа учета результатов неоднозначно. Как и любое действие, рекомендуемое пациентам с СД, ведение дневника самоконтроля позволяет решить определенные задачи:

- ✓ накопить данные о колебаниях гликемии пациента с СД в зависимости:
 - от времени суток;
 - приемов пищи, ее объема и состава;
 - лечения (дозы сахароснижающих препаратов);
 - физической активности и др.;
- ✓ собрать данные о гликемии, рационе питания (в том числе количестве углеводов), дозах сахароснижающих препаратов, физической активности и других значимых для лечения СД событиях в удобной для понимания форме;
- ✓ оценить частоту угрожающих здоровью и жизни пациентов событий, связанных с лечением СД, таких как гипогликемия, выраженная гипергликемия, кетоз и др.;
- ✓ оценить действия, предпринимаемые пациентом для поддержания оптимальных показателей углеводного обмена.

У пациента с СД 1 типа в структуре дневника самоконтроля предусматривается несколько обязательных разделов: «Значения глюкозы крови», «Дозы вводимого инсулина», «Количество хлебных единиц (углеводов пищи)». В гра-



фе «Примечания» могут быть отражены эпизоды гипогликемии, сопутствующие заболевания, физическая активность, наличие кетоновых тел, уровень артериального давления и т.д. В дневнике больного СД 2 типа, не получающего инсулина, соответственно, имеется графа «Сахароснижающие препараты», а графа «Хлебные единицы» отсутствует, кроме того, должна быть предусмотрена возможность периодической регистрации массы тела. При каждом посещении врача пациенту следует показывать дневник самоконтроля и обсуждать возникающие проблемы.

Эффективность самоконтроля гликемии

Эффективность СКГ можно оценить по суррогатным параметрам (например, по влиянию результатов СКГ на принятие решения об изменении лечения) или по конечным точкам (степень улучшения показателей под влиянием того или иного режима СКГ). Самым крупным исследованием, посвященным изучению влияния контроля СД, в том числе СКГ, на частоту и степень тяжести поздних осложнений, явилось многоцентровое исследование по контролю сахарного диабета и его осложнений DCCT (Diabetes Control and Complication Trial) [32], которое проводилось с 1982 по 1993 г. в 29 диабетологических центрах США и Канады. В исследовании участвовал 1441 больной СД 1 типа, пациенты были разделены на 2 группы. Одним пациентам назначалась традиционная инсулинотерапия, а другим – интенсивная. Целью традиционной терапии была клиническая компенсация – отсутствие симптомов гипергликемии, кетонурии, частых и тяжелых гипогликемий. Достигалось это за счет одной или двух инъекций инсулина, не очень частого СКГ, обучения принципам диеты. Больные, как правило, не проводили ежедневной самостоятельной коррекции доз инсулина, обследование выполнялось один раз в 3 месяца. При интен-

сивной терапии преследовались те же клинические цели, а также поддержание гликемии, максимально приближенной к норме. Интенсивная терапия предусматривала режим многократных инъекций инсулина (3 и более в день) или использование носимого дозатора инсулина (помпы), частый СКГ (4 раза в день и чаще) и обучение больных принципам самостоятельной коррекции доз инсулина. Больные посещали свой центр ежемесячно, а кроме того, осуществлялся регулярный телефонный контакт с врачом. На протяжении всего исследования уровень HbA1c в группе интенсивного лечения поддерживался на уровне, близком к 7%, тогда как в группе традиционной инсулинотерапии он был около 9% (то есть таким же, как исходный). Было показано, что развитие и прогрессирование диабетической ретинопатии в группе интенсивной терапии снизилось почти на 60%, тяжелой непролиферативной и пролиферативной ее форм, требующих лазеркоагуляции, – наполовину. В результате интенсивной терапии на 34–56% снизилась частота диабетической нефропатии, оцениваемой по экскреции белка с мочой, а также статистически достоверно снизилась частота клинической невропатии (на 60%) и макрососудистых осложнений (на 41%).

В настоящее время большинство исследований доказали эффективность программ обучения больных и СКГ по ряду клинических, метаболических и медико-социальных параметров [2, 33, 34]. Проведены и отечественные исследования по длительному наблюдению больных после обучения; в этих исследованиях оценивались динамика различных показателей, а также частота развития поздних осложнений СД 1 типа [35]. Так, с 1990 по 2005 г. в ФГБУ «Эндокринологический научный центр» наблюдали группу больных СД 1 типа после программы лечения и обучения с целью поиска и оценки факторов, определяющих возможность

поддержания компенсации углеводного обмена на долгосрочной основе. Наиболее интересной представляется оценка эффективности длительного наблюдения больных СД 1 типа по параметрам поведения, связанного с диабетом. Она проводилась по следующим показателям: наличие дневника самоконтроля с записями, частота СКГ (число измерений за последние 4 недели, частота самостоятельного изменения дозы инсулина). До обучения ни один больной не вел дневник самоконтроля, а уже через 1 год после программы обучения 68% пациентов имели такие дневники с записями результатов СКГ, количества хлебных единиц, дозы инсулина и других необходимых показателей (HbA1c, эпизоды гипогликемии и т.д.). Через 7 и 15 лет после программы обучения количество таких пациентов уменьшилось и составило 33 и 29% соответственно. У больных, ведущих дневник самоконтроля, HbA1c был достоверно ниже ($8,3 \pm 1,5\%$), чем у пациентов без дневника ($9,4 \pm 1,9\%$, $p < 0,01$). Следует отметить, что в группе интенсивного наблюдения количество больных, ведущих дневник, было достоверно больше (42 и 22% соответственно, $p < 0,05$). Если через 1 год после программы обучения около 60% больных выполняли СКГ более 2 раз в сутки ежедневно, то через 15 лет после обучения их число составило 43%. У этих больных наблюдался значительно более низкий уровень HbA1c ($8,4 \pm 1,9\%$), чем у пациентов, проводящих измерения менее 2 раз в сутки ($9,7 \pm 1,8\%$, $p < 0,01$). Была установлена отрицательная корреляционная связь уровня HbA1c с частотой самостоятельных измерений гликемии ($r = -0,489$, $p < 0,001$).

Таким образом, проведение СКГ с достаточной частотой в сочетании с коррекцией доз инсулина соответственно этим показателям является важным аспектом для поддержания компенсации углеводного обмена. Были также установлены различия в частоте СКГ

Эндокринология



по группам. Данный показатель в группе больных с интенсивным длительным наблюдением был достоверно выше и составил в среднем $26,1 \pm 17,7$ раза в неделю по сравнению с группой традиционного наблюдения – $10,3 \pm 9,5$ раза в неделю ($p < 0,001$). Кроме того, выявлены статистически значимые различия между группами в отношении количества пациентов, проводящих регулярный (более 2 раз в день) СКГ: 79% – при интенсивном наблюдении, в то время как в группе традиционного наблюдения – 27% ($p < 0,01$). Следовательно, необходимым компонентом в организации интенсивного длительного наблюдения является оценка качества проведения СКГ, включающая достаточную частоту измерений, изменение доз инсулина в зависимости от данных показателей и заполнение дневника самоконтроля.

Новые методы самоконтроля гликемии

В некоторых случаях, когда требуется очень частое определение уровня глюкозы крови (например, подозрение на гипогликемию),

может быть установлено устройство, которое будет измерять глюкозу постоянно. Непрерывное мониторирование гликемии – относительно новая технология наблюдения за больными СД [36]. Для этого в подкожный жир вводится сенсор, который измеряет уровень глюкозы и передает эти данные в устройство для хранения. Сенсор может работать в течение 3–5 дней. Он определяет глюкозу в тканевой жидкости и переводит эти значения в значения глюкозы крови (для этого необходимо несколько раз в день вносить в данное устройство результаты измерений, сделанных на обычном глюкометре). К СКГ можно отнести только мониторинг в режиме «реального времени», когда пациент видит на экране свой уровень глюкозы, что помогает предотвратить наступление гипо- или гипергликемии. 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. Пока

эти устройства достаточно дороги и имеют ряд технических недостатков, но со временем могут появиться и простые неинвазивные методы СКГ.

Заключение

Учитывая то, что СД является хроническим заболеванием, которое требует длительного амбулаторного наблюдения за больными, его эффективная терапия в современном уровне предусматривает обязательное проведение СКГ. Оптимальный способ СКГ следует подбирать индивидуально для каждого пациента с СД, в зависимости от получаемой сахароснижающей терапии и других факторов. Однако необходимо помнить, что сам по себе СКГ не улучшает компенсации, это происходит лишь в том случае, если обученный пациент использует его результаты как отправную точку для принятия правильных решений в отношении значимых для лечения СД событий (питание, физическая активность, доза сахароснижающих препаратов и др.). Именно в этом случае СКГ будет оказывать наиболее значимое влияние на результаты лечения. ☼

Литература

1. Дедов И.И., Суркова Е.В., Майоров А.Ю. и др. Терапевтическое обучение больных сахарным диабетом. М.: Реафарм, 2004. 193 с.
2. Суркова Е.В., Майоров А.Ю., Галстян Г.Р., Токмакова А.Ю. Обучение больных сахарным диабетом: Руководство для эндокринологов / под ред. И.И. Дедова. М.: Медицина для Вас, 2007.
3. Терапевтическое обучение больных. Программы непрерывного обучения для работников здравоохранения в области профилактики хронических заболеваний. Отчет рабочей группы ВОЗ, 1998. М.: Митра-Пресс, 2001.
4. Старостина Е.Г., Галстян Г.Р., Дедов И.И. Современные методы и средства самоконтроля обмена веществ при сахарном диабете // Проблемы эндокринологии. 1994. № 1. С. 36–39.
5. Сахарный диабет: диагностика, лечение, профилактика / под ред. И.И. Дедова, М.В. Шестаковой. М.: МИА, 2011. 808 с.
6. Gerstein H.C., Miller M.E., Byington R.P. et al. Effects of intensive glucose lowering in type 2 diabetes // N. Engl. J. Med. 2008. Vol. 358. № 24. P. 2545–2559.
7. Patel A., MacMahon S., Chalmers J. et al. Intensive blood glucose control and vascular outcomes in patients with type 2 diabetes // N. Engl. J. Med. 2008. Vol. 358. № 24. P. 2560–2572.
8. Duckworth W., Abraira C., Moritz T. et al. Glucose control and vascular complications in veterans with type 2 diabetes // N. Engl. J. Med. 2009. Vol. 360. № 2. P. 129–139.
9. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes-2013 // Diabetes Care. 2013. Vol. 36. Suppl. 1. P. S11–S66.
10. Global Guideline for Type 2 Diabetes. International Diabetes Federation, 2012.
11. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом / под ред. И.И. Дедова, М.В. Шестаковой. 6-е изд. М., 2013.
12. Дедов И.И., Петеркова В.А., Кураева Т.Л. Российский консенсус по терапии сахарного диабета у детей и подростков // Сахарный диабет. 2010. Спецвып. № 1. С. 1–8.
13. ISPAD clinical practice consensus guidelines 2009 compendium // Pediatr. Diabetes. 2009. Vol. 10. Suppl. 12. 210 p.
14. Monnier L., Lapinski H., Colette C. Contributions of fasting and postprandial plasma glucose increments to the overall diurnal hyperglycemia of type 2 diabetic patients: variations with increasing levels of HbA(1c) // Diabetes Care. 2003. Vol. 26. № 3. P. 881–885.



15. Сахарный диабет: острые и хронические осложнения / под ред. И.И. Дедова, М.В. Шестаковой. М.: МИА, 2011. 480 с.
16. *Parkin C.G., Hinnen D., Campbell R.K. et al.* Effective use of paired testing in type 2 diabetes // *Diabetes educ.* 2009. Vol. 35. № 6. P. 915–927.
17. Guideline for Management of Postmeal Glucose. International Diabetes Federation, 2007. 28 p.
18. Guideline for Management of Postmeal Glucose in Diabetes. International Diabetes Federation, 2011.
19. ISO 15197: In vitro diagnostic test systems – Requirements for blood-glucose monitoring systems for self-testing in managing diabetes mellitus (ISO 15197:2003(E)). Geneva: International Organization for Standardization, 2003.
20. ISO 15197: In vitro diagnostic test systems – Requirements for blood-glucose monitoring systems for self-testing in managing diabetes mellitus (ISO 15197:2013(E)). Geneva: International Organization for Standardization, 2013.
21. *Raine C.H., Schrock L.E., Edelman S.V. et al.* Significant insulin dose errors may occur if blood glucose results are obtained from miscoded meters // *J. Diabetes Sci. Technol.* 2007. Vol. 1. № 3. P. 205–210.
22. *Barry H., Ginsberg B.H.* Factors affecting blood glucose monitoring: sources of errors in measurement // *J. Diabetes Sci. Technol.* 2009. Vol. 3. № 4. P. 903–913.
23. *Tonyushkina K., Nichols J.H.* Glucose meters: a review of technical challenges to obtaining accurate results // *J. Diabetes Sci. Technol.* 2009. Vol. 3. № 4. P. 971–980.
24. *Ervin K.R., Kiser E.J.* Issues and implications in the selection of blood glucose monitoring technologies // *Diabetes Technol. Ther.* 1999. Vol. 1. № 1. P. 3–11.
25. *Bishop M.L., Fody E.P., Schoeff L.E.* Clinical chemistry: principles, procedures, correlations. 5th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2005. P. 275.
26. *Schleis T.G.* Interference of maltose, icodextrin, galactose, or xylose with some blood glucose monitoring systems // *Pharmacotherapy.* 2007. Vol. 27. № 9. P. 1313–1321.
27. *Haupt A., Berg B., Paschen P. et al.* The effects of skin temperature and testing site on blood glucose measurements taken by a modern blood glucose monitoring device // *Diabetes Technol. Ther.* 2005. Vol. 7. № 4. P. 597–601.
28. *Klonoff D.C., Perz J.F.* Assisted monitoring of blood glucose: special safety needs for a new paradigm in testing glucose // *J. Diabetes Sci. Technol.* 2010. Vol. 4. № 5. 1027–1031.
29. *Louie R.F., Lau M.J., Lee J.H. et al.* Multicenter study of the prevalence of blood contamination on point-of-care glucose meters and recommendations for controlling contamination // *Point of Care.* Vol. 4. № 4. P. 158–163.
30. Injection safety. Fact sheet № 231. Revised October 2006 // www.who.int/mediacentre/factsheets/fs231/en/index.html.
31. *Beltrami E.M., Williams I.T., Shapiro C.N., Chamberland M.E.* Risk and management of blood-borne infections in health care workers // *Clin. Microbiol. Rev.* 2000. Vol. 13. № 3. P. 385–407.
32. The effects of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. The Diabetes Control and Complications Trial Research Group. // *N. Engl. J. Med.* 1993. Vol. 329. № 14. P. 977–986.
33. *Mühlhauser I., Berger M.* Patient education – evaluation of a complex intervention // *Diabetologia.* 2002. Vol. 45. № 12. P. 1723–1733.
34. *Plank J., Köhler G., Rakovac I. et al.* Long-term evaluation of a structured outpatient education programme for intensified insulin therapy in patients with Type 1 diabetes: a 12-year follow-up // *Diabetologia.* 2004. Vol. 47. № 8. P. 1370–1375.
35. *Майоров А.Ю., Галстян Г.Р., Двойнишникова О.М. и др.* Терапевтическое обучение в России: результаты 15-летнего наблюдения больных сахарным диабетом 1 типа // *Сахарный диабет.* 2005. № 3. С. 52–58.
36. *Hermanides J., Phillip M., DeVries J.H.* Current application of continuous glucose monitoring in the treatment of diabetes: pros and cons // *Diabetes Care.* 2011. Vol. 34. Suppl. 2. P. S197–S201.

Self-monitoring of blood glucose: a mainstay of effective diabetes treatment

A.Yu. Mayorov, O.G. Melnikova, Yu.I. Filippov

Federal State Budgetary Institution Endocrinology Research Center

Contact person: Aleksandr Yuryevich Mayorov, education@endocrincentr.ru

The authors discuss key issues of self-monitoring of blood glucose (SMBG) in diabetic patients, such as: therapeutic goals according to patient's age, presence of severe complications and risk of hypoglycemia; frequency of blood glucose measuring depending on the blood glucose lowering drug choice; SMBG implications for the patient and physician, etc. Operating principles of photometry and electrochemical glucometers are addressed along with the current International Organization for Standardization accuracy standards for SMBG-systems (2013). The authors have listed common causes of errors in glucose measurement including skin contact with glucose particles, failed strip code setting, environmental conditions, abnormal hematocrit, acidosis, hyperlipidemia, hypo- or hyperoxemia, administration of some drugs. The structure and filling rules of patient diary as a main source of SMBG data are presented. International and Russian studies assessing SMBG efficacy are discussed.

Key words: self-monitoring of blood glucose, diabetes, glucometer