

Влияние различных факторов на эффективность самоконтроля при сахарном диабете

Ю.А.Редькин, В.В.Богомолов, А.В.Древаль

ГУ Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф.Владимирского

В настоящее время самоконтроль уровня глюкозы крови рассматривается как ключевой фактор, влияющий на уровень компенсации сахарного диабета (СД) [1, 2]. Причем пациент должен знать не только то, как получать правильные данные самоконтроля, например, откуда брать пробу, как часто делать тест и когда, но и определять индивидуальный целевой уровень гликемии (натощак или после еды), самостоятельно организовать свой образ жизни и/или прием препаратов согласно установленному целевому уровню глюкозы в крови, уметь принимать меры, если уровень глюкозы не соответствует целевому. Таким образом, современное определение самоконтроля включает в себя регулярное самостоятельное измерение уровня глюкозы в крови между визитами к врачу с помощью глюкометра и использование полученных результатов для корректировки диеты, образа жизни и режима сахароснижающей терапии. При этом целью самоконтроля является отслеживание уровня глюкозы крови, улучшение контроля гликемии и достижение целевого значения уровня глюкозы крови. Особенно важен при самоконтроле совместный с врачом анализ полученных данных, который может способствовать улучшению компенсации диабета, выработке дальнейшей стратегии лечения конкретного пациента. Современный алгоритм самоконтроля должен выглядеть следующим образом (рис. 1).

Пациент определяет уровень глюкозы крови и заносит полученные результаты в специальный дневник, причем наличие такого дневника является критерием эффективности самоконтроля. Если дневник самоконтроля отсутствует и пациент надеется только на показатели, записанные в память глюкометра, то дальнейший анализ колебаний гликемии в течение дня становится практически невозможным.

Во время визита к врачу проводится анализ колебаний уровня глюкозы крови и его соответствия поставленным ранее целевым значениям, выявляются причины тех или иных отклонений.

На основе проведенного анализа составляются новые целевые значения глюкозы крови (если это необходимо), корректируется режим сахароснижающей терапии.

В домашних условиях пациент продолжает измерять уровень глюкозы крови и при необходимости самостоятельно корректировать сахароснижающую терапию. Все изменения обязательно заносятся в дневник самоконтроля, который анализируется во время визита к врачу и т.д. [3].

Алгоритм самоконтроля, направленный на анализ конечного результата, приводит к снижению уровня гликированного гемоглобина практически на 50% больше по сравнению с самоконтролем, при котором не проводится оценка целевых значений уровня гликемии [4]. Более того, сравнение данных, полученных при самоконтроле, с уровнем гликированного гемоглобина дает дополнительные возможности для улучшения компенсации углеводного обмена при СД. Гликированный гемоглобин отражает уровень среднесуточной гликемии за последние 2–3 мес и является интегральным показателем, характеризующим степень компенсации углеводного обмена при СД. Знание пациентом своего уровня гликированного гемоглобина позволяет ему контролировать точность данных, полученных при самоконтроле. И хотя, по данным исследований, знание уровня гликированного гемоглобина пациентом не гарантирует лучшего управления уровнем гликемии, оно способствует более точной оценке большого качества лечения, лучшему пониманию задач лечения и более тесному взаимодействию с лечащим врачом [5].

Таблица 1. Рекомендуемая частота самоконтроля в зависимости от типа СД, степени компенсации углеводного обмена и вида получаемой сахароснижающей терапии

СД 1	СД 2, на инсулине	СД 2, без инсулина
при беременности – не менее 7 раз в сутки		
при декомпенсации – до 7 раз в сутки	при декомпенсации – до 3–4 раз в сутки	
до 3–4 раз в сутки	до 3–4 раз в сутки – при интенсивной схеме инсулинотерапии; не менее 1 раза в сутки в разное время = 1 гликемический профиль в неделю – при комбинированном лечении (пероральные сахароснижающие препараты + базальный инсулин)	не менее 1 раза в сутки в разное время = 1 гликемический профиль в неделю – при лечении пероральными сахароснижающими препаратами; 1 раз в неделю в разное время суток – при диетотерапии

Таблица 2. Целевые уровни глюкозы крови и гликированного гемоглобина при СД

	Возраст	Гликированный гемоглобин, %	Уровень глюкозы крови натощак, ммоль/л	Уровень глюкозы крови через 2 ч после еды, ммоль/л
Нет тяжелых осложнений и/или риска тяжелой гипогликемии	Молодой	6,5	6,5	8,0
	Средний	7,0	7,0	9,0
	Пожилый и/или ОПЖ* менее 5 лет	7,5	7,5	10,0
Есть тяжелые осложнения и/или риск тяжелой гипогликемии	Молодой	7,0	7,0	9,0
	Средний	7,5	7,5	10,0
	Пожилый и/или ОПЖ* менее 5 лет	8,0	8,0	11,0

Таким образом, пациент становится не пассивным наблюдателем за своим состоянием, а активным участником лечения. Особенно тщательный и более частый самоконтроль необходим во время назначения новых сахароснижающих препаратов или дополнительных лекарственных средств во время беременности, во время острых или обострения имеющихся хронических заболеваний, до и после физических нагрузок, во время вождения автомобиля [6, 7].

Рекомендуемая частота самоконтроля в зависимости от типа СД, степени компенсации углеводного обмена и вида получаемой сахароснижающей терапии представлена в табл. 1 [8].

Частота самостоятельных измерений уровня глюкозы крови не менее 3–4 раз в сутки достоверно улучшает уровень гликированного гемоглобина [9]. Более частое измерение уровня гликемии необходимо при декомпенсации углеводного обмена. Однако если пациент уже достиг целевого уровня гликированного гемоглобина, то учащение кратности самоконтроля более 3–4 определений в день практически не приводит к изменению этого показателя [10].

Целевые уровни глюкозы крови и гликированного гемоглобина представлены в табл. 2 [8].

Поддержание уровня глюкозы крови в пределах целевых значений, максимально приближенных к нормальным, особенно необходимо для предотвращения или замедления развития осложнений СД. По результатам проспективных многоцентровых исследований показано, что при уровне гликированного гемоглобина выше 7,5% риск развития микрососудистых осложнений может увеличиваться в 2,3 раза, а выше 10% – в 10 раз [11]. С другой стороны, снижение уровня гликированного гемоглобина на 1% может приводить, по данным различных исследований, к снижению риска развития сосудистых осложнений СД на 14–38% [12–14].

Однако такое улучшение компенсации СД может приводить к учащению гипогликемических реакций. Так, в исследовании DCCT показано, что при достоверном снижении уровня гликированного гемоглобина происходит также достоверное увеличение частоты тяжелых гипогликемических реакций [15]. В связи с этим самоконтроль уровня глюкозы крови приобретает особо важное значение, так как он позволяет пациентам прогнозировать возникновение гипогликемических реакции и, соответственно, предотвращать тяжелые гипогликемические реакции при СД типа 1 (СД 1) и СД 2 [16].

Рис. 1. Алгоритм мониторинга уровня глюкозы крови при СД.



ГЛЮКОМЕТР без кодирования – проще простого!

Высокая точность измерений • Не требует кодирования • Фермент нового поколения

Сахарный диабет относится к числу наиболее распространенных болезней цивилизации. Диабет даже называют эпидемией 21 века. Но сегодня можно жить с ним долго и добиваться успехов в жизни. Надо только научиться управлять диабетом. А чтобы им эффективно управлять, надо знать свой уровень сахара крови. Для этого существуют так называемые средства самоконтроля, а проще говоря, глюкометры. Но какой выбрать, какой лучше, точнее, проще в использовании?

Давайте обратимся к производителям. А кто вообще придумал глюкометр?

Первый переносной глюкометр был предложен немецкой компанией «Байер». И случилось это в 1969 г. А в 1985 г. компания «Байер» разработала и вывела на рынок следующую новинку – глюкометр, который впервые позволял сохранять результаты измерений в памяти, предоставляя возможность их сравнивать.

Вскоре компания «Байер» предложила технологию, позволившую уменьшить размер капли крови для тестирования и не делать анализ столь травмирующим. Эта технология основана на капиллярном всасывании крови тест-полоской.

Последняя инновация от компании «Байер» – это технология «Без кодирования».

Эта технология используется в работе нового глюкометра – «Контур ТС» (CONTOUR TS). Технология «Без кодирования» уникальна тем, что пациенту больше не надо вводить чип или цифры при открытии каждого нового флакона тест-полосок. Как оказалось, колоссальное число людей при выполнении этой процедуры ошибаются по самым разным причинам: из-за своей невнимательности или из-за того, что недопоняли, что и как надо делать. Они забывают о необходимости введения кода или вводят его неправильно. Соответственно, они получают неверный результат. Неправильно закодированный прибор может давать результат с ошибкой до 43% и выше – это очень значимо, особенно для людей с лабильным диабетом или находящихся на инсулине, ведь ошибки в дозе инсулина могут быть опасны для жизни.

Каждая тест-полоска к глюкометру «Контур ТС» содержит в себе специальный дополнительный электрод, который и позволяет глюкометру определять ее свойства. Поэтому пациенту не надо задумываться, правильно ли закодирован прибор. Тестирование с помощью глюкометра «Контур ТС» очень простое – нужно только вставить тест-полоску в порт и поднести палец с крошечной капелькой крови к кончику полоски. Даже на кнопки не надо нажимать! «Контур ТС» прост в применении и точен, т.к. исключаются ошибки, связанные с неправильным кодированием. В тест-полосках используется фермент нового поколения, исключающий нежелательные влияния на результат неглюкозных сахаров, лекарственных препаратов, кислорода и пр. Время измерения составляет всего 8 сек, что позволяет пользоваться прибором на работе, дома, в дороге.

www.bayerhealthcare.ru

Телефон бесплатной горячей линии по глюкометрам «Байер» 8 800 200 44 43



В настоящее время эффективность самоконтроля глюкозы крови не вызывает сомнения: он приводит к снижению уровня гликированного гемоглобина, помогает контролировать уровень постпрандиальной гликемии (уровень глюкозы крови после еды), уменьшает риск развития осложнений СД. Однако возникает ряд вопросов, связанных с точностью определения уровня глюкозы крови: насколько точным должен быть аппарат для измерения глюкозы крови, какие факторы могут влиять на точность определения гликемии глюкометром?

Международная организация по стандартизации (ISO) рекомендует, что более 95% результатов определения глюкозы крови с помощью глюкометра должны быть в пределах $\pm 0,8$ ммоль/л для уровня глюкозы крови менее 4,1 ммоль/л и $\pm 20\%$ для уровней глюкозы крови выше 4,1 ммоль/л [17]. Это обозначает, что, например, при уровне глюкозы в плазме крови 8 ммоль/л любой глюкометр будет считаться точным, если покажет результат от 6,4 до 9,6 ммоль/л. Конечно, большинство современных глюкометров имеют более высокую точность определения глюкозы крови, но, учитывая рекомендации ISO, становится очевидным, что нежелательно сравнивать точность глюкометров разных фирм-производителей при их использовании в домашних условиях. Оценить качество работы глюкометра может только лаборатория, имеющая сертификат на проведение таких исследований.

Факторы, влияющие на точность измерения уровня глюкозы крови глюкометром представлены в табл. 3.

Уровень гематокрита. Так как показатели гематокрита у разных людей варьируют, концентрация глюкозы в цельной крови также может быть разной. Концентрация глюкозы в плазме является более постоянной, чем в цельной крови и не зависит от уровня гематокрита. Именно поэтому большинство современных глюкометров калиброваны по уровню глюкозы в плазме крови. Однако для самого анализа используется цельная кровь, и поэтому уровень гематокрита не может не влиять на определение глюкозы. Высокий уровень гематокрита (то есть большее количество красных клеток крови) может замедлять поступление глюкозы в тест-полоску, тем самым увеличивая время химической реакции и уменьшая сигнал в приборе. Это означает, что показатель глюкозы крови в приборе будет ниже истинного. Высокий гематокрит может приводить к ложно низким показателям уровня глюкозы и может быть связан с:

- хронической обструктивной болезнью легких;
- другими заболеваниями легких, связанных с курением;
- заболеваниями костного мозга;
- некоторыми онкологическими заболеваниями;
- проживанием в высокогорных районах.

При более низком гематокрите реакция между кровью и тест-полоской протекает быстрее, что приводит к более высокому сигналу прибора. Это означает, что прибор может давать завышенный показатель глюкозы крови. Низкий гематокрит может приводить к ложно

повышенным показателям уровня глюкозы и может быть связан с:

- анемией;
- кровопотерей;
- гемолизом эритроцитов;
- недостаточным питанием;
- лейкозом.

У пациентов с высоким уровнем глюкозы крови и высоким гематокритом показатели глюкозы в цельной крови и в плазме, полученные с помощью приборов, как правило, занижены, каким бы высоким ни был истинный уровень глюкозы крови. У пациентов с низким уровнем глюкозы концентрация глюкозы в плазме, полученная с помощью прибора, как правило, является точной, причем независимо от уровня гематокрита. Диапазон уровней гематокрита, в котором прибор дает точные результаты, можно уточнить у компании-производителя глюкометра.

Интерференция с кислородом, окисляющими веществами и другими моно- (галактоза) и ди- (сахароза, лактоза, мальтоза) сахарами. В настоящее время для измерения уровня глюкозы крови используются три основных фермента. Общая схема механизма определения глюкозы представлена на рис. 2.

Во время химической реакции с помощью фермента происходит перенос электрона с глюкозы на феррицианид, в результате чего образуется ферроцианид. При этом возникает потенциал на рабочем электроде, силу которого и измеряет глюкометр, рассчитывая концентрацию глюкозы. Каждый из используемых ферментов имеет свои преимущества и недостатки [18–24].

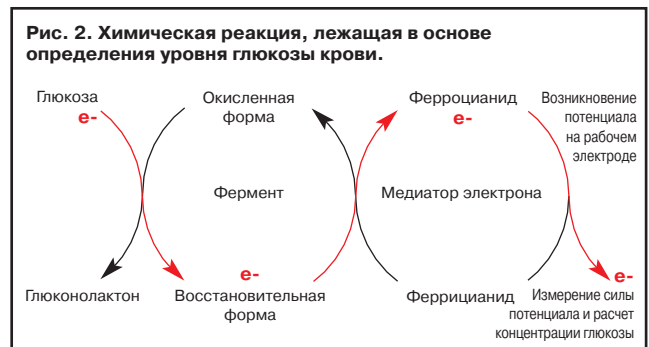
Глюкозооксидаза специфична только для глюкозы, другие простые углеводы (мальтоза, галактоза) не влияют на конечный результат. Однако при передаче электрона медиатору дополнительно используется кислород, поэтому парциальное давление кислорода может повлиять на результат. Особенно это может быть важно при снижении парциального давления крови (высотные полеты, отравления ядами, повреждающими органы внешнего дыхания и вызывающими отек легких, заболевания органов внешнего дыхания, врожденные заболевания сердца).

Пирролоквинолин-квинон глюкозодегидрогеназа (PQQ-GDH) не использует кислород, поэтому концентрация кислорода не влияет на конечный результат. Однако она не специфична для глюкозы и может реагировать на мальтозу, галактозу, ксилозу. Это имеет значение для:

- пациентов с поражением почек, находящихся на перитонеальном диализе (мальтоза является метаболитом икодекстрина, который содержится в некоторых диализных растворах);
- пациентов с иммунодефицитными заболеваниями, гепатитами, получающими иммуноглобулин внутривенно (мальтоза содержится в растворах иммуноглобулина);
- детей с неустановленной галактоземией;
- пациентам, использующим продукты, содержащие мальтозу, галактозу или ксилозу.

Таблица 3. Факторы, влияющие на точность измерения уровня глюкозы крови глюкометром

Со стороны прибора	Со стороны пациента
гематокрит интерференция (кислород, мальтоза, др. агенты) температура влажность	место взятия крови «недозаполнение» кровью тест-полоски срок годности и условия хранения тест-полосок влажные и грязные руки кодирование/калибровка
Другие условия	
сильная дегидратация	



У этих категорий пациентов использование приборов, работающих с применением PQQ-GDH, нежелательно [25–27].

Флаavin-аденин-динуклеотид глюкозодегидрогеназа (FAD-GDH) не использует кислород, не реагирует с мальтозой и галактозой. Однако она может реагировать на ксилозу, поэтому ее не желательно использовать при проведении теста с ксилозой.

При использовании всех этих ферментов могут возникнуть проблемы из-за повышенного содержания в крови так называемых редуцирующих веществ (например, мочевой кислоты, аскорбиновой кислоты, ацетаминофена).

Условия окружающей среды (температура, влажность) могут также оказывать влияние на точность определения уровня глюкозы крови. Необходимо учитывать, что высокая (или низкая) температура воздуха, высокая влажность могут вмешиваться в скорость химической реакции на тест-полосках.

Место взятия крови. Большинство современных глюкометров приспособлены для работы с кровью, взятой из пальца. При использовании альтернативных мест забора крови необходимо учитывать следующее [28, 29]:

- Уровень глюкозы крови, взятой из предплечья, растет более медленно и имеет меньший пик при приеме небольших количеств пищи.
- Уровень глюкозы крови, взятой из бедра или предплечья, снижается более медленно после физической нагрузки, чем при взятии крови из пальца.

Недостаточное количество крови, нанесенное на тест-полоску, может приводить к неправильной работе прибора при измерении уровня глюкозы крови. Чтобы исключить этот фактор, необходимо четко соблюдать инструкции по нанесению крови на тест-полоску («большая капля»), использовать приборы с капиллярным принципом работы тест-полоски (когда тест-полоска сама «всасывает» необходимое для анализа количество крови), имеющие детектор заполнения тест-полоски кровью.

Неправильное хранение тест-полосок и использование тест-полосок с истекшим сроком годности может существенно повлиять на точность определения глюкозы крови. Флакон для тест-полосок создан таким образом, чтобы обеспечить сухую среду для хранения тест-полосок. Нельзя оставлять флакон открытым в течение длительного времени или хранить тест-полоски вне оригинальной упаковки, так как это может привести к повреждению тест-полосок. Тест-полоски не должны подвергаться воздействию прямых солнечных лучей. Нежелательно использовать тест-полоски, если срок годности на них истек, либо с момента первого открытия флакона с тест-полосками прошло более 3–6 мес.

Кодирование/калибровка прибора. В последнее время большое внимание уделяется вопросам кодирования глюкометра. Дело в том, что любая тест-полоска для измерения уровня глюкозы крови имеет многокомпонентный состав и проходит большое количество производственных этапов, поэтому вариации в материалах/компонентах и производственных процессах – это реальность. Эти вариации влияют на реактивность каждой партии тест-полосок, и, чтобы компенсировать эти влияния, для каждой партии тест-полосок устанавливается свой код. Самая частая ошибка в самоконтроле – неправильное кодирование глюкометра. Неправильно закодированный глюкометр дает неверные результаты измерений уровня глюкозы в крови до тех пор, пока не будет кодирован правильно. По результатам исследований установлено, что 12% пациентов с СД 1 и 17% пациентов с СД 2 кодируют свой глюкометр неправильно, 75% пациентов не всегда кодируют свои приборы правильно [30, 31]. Ошибка неправильно закодированного глюкометра может составлять 16–43%, что не может не повлиять на клинические решения, ко-

торые принимает врач или пациент по результатам измерения уровня глюкозы крови [32]. Например, использование результатов уровня глюкозы крови, полученных при неправильном кодировании глюкометра, может привести к ошибке в определении дозы инсулина ± 3 единицы, что достаточно существенно [33]. Поэтому кодирование прибора – важный этап измерения уровня глюкозы крови. Лечащий врач должен объяснить больному, что такое кодирование, зачем оно необходимо и как правильно закодировать прибор.

Недавно в России появился прибор Контур ТС, который используют при измерении уровня глюкозы крови технологию «без кодирования». Это не значит, что данному прибору не требуется кодирование, просто код партии «записан» на каждой тест-полоске и автоматически считывается при введении тест-полоски в прибор. Технология «без кодирования» ассоциируется с большей точностью прибора (сократился риск ошибок в дозе инсулина), с большим удобством применения (экономия времени для обучения пациентов). Кроме этого, прибор Контур ТС имеет и ряд других преимуществ: «капиллярное» заполнение тест-полоски с детектором «недозаполнения»; имеет дополнительный корректирующий электрод, определяющий содержание в пробе «редуцирующих» веществ и гематокрита и имеющий систему корректировки значений гематокрита (диапазон гематокрита, в котором может работать прибор, от 0 до 70%); минимальная чувствительность к ацетаминофену, мочевой кислоте и аскорбиновой кислоте; отсутствие интерференции с мальтозой и галактозой; большой диапазон определяемых значений глюкозы (0,6–33,3 ммоль/л), расширенный рабочий диапазон температур 5–45°C; универсальность использованной прибором пробы крови: капиллярная, венозная, артериальная и кровь новорожденных.

Литература

1. Karter AJ, Ackerson LM, Darbinian JA et al. Self-monitoring of blood glucose levels and glycemic control: the Northern California Kaiser Permanente Diabetes registry. *Am J Med* 2001; 111: 1–9.
2. Welschen L, Bloemendal E, Nijpels G et al. Self-monitoring of blood glucose in patients with type 2 diabetes who are not using insulin: a systematic review. *Diabetes Care* 2005; 28: 1510–7.
3. Skovlund SE, Peyrot M, on behalf of the DAWN International Advisory Panel. The Diabetes Attitudes, Wishes, and Needs (DAWN) program: a new approach to improving outcomes of diabetes care. *Diabetes Spectrum* 2005; 18: 136–42.
4. Jansen JP. Self-monitoring of glucose in type 2 diabetes mellitus: a Bayesian meta-analysis of direct and indirect comparisons. *Curr Med Res Opin* 2006; 22: 671–81.
5. Heisler M, Piette JD, Spencer M et al. The relationship between knowledge of recent HbA1c values and diabetes care understanding and self-management. *Diabetes Care* 2005; 28: 816–22.
6. American Diabetes Association: Standards of medical care in diabetes-2010. *Diabetes Care* 2010; 33 (Suppl. 1): S11–S61.
7. American Association of Diabetes Educators: AADE guidelines for the practice of diabetes self-management education and training (DSME/T) 2009 [article online]; <http://www.diabeteseducator.org/export/sites/aaade/resources/pdf/PracticeGuidelines2009.pdf>. Accessed 14 March 2010.
8. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. Под ред. ИИ Дедова, МВ Шестаковой 5-Выпуск. М., 2009.
9. Davidson PC et al. Abstracts from the 64th Scientific Sessions of the American Diabetes Association. Orlando, Florida, 2004; Abstract, p. 430.
10. Karter AJ, Parker MM, Moffet HH et al. Longitudinal study of new and prevalent use of self-monitoring of blood glucose. *Diabetes Care* 2006; 29: 1757–63.
11. Stratton IM, Adler AI, Neil AW et al. Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): prospective observational study. *BMJ* 2000; 321: 405–12.
12. The DCCT Research Group: The effect of intensive treatment on the development and progression of long-term complications in type 1 diabetes. *N Engl J Med* 1993; 329: 977–86.

13. Shichiri M, Kishikawa H, Ohkubo Y, Wake N. Long term results of the Kumamoto study on optimal diabetes control in type 2 diabetic patients. *Diabetes Care* 2000; 23: B21–B29.
14. The UKPDS Study Group: Effort of intensive blood glucose control with insulin and sulfonylureas on insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). *Lancet* 1998; 352: 837–53.
15. The DCCT Research Group: Epidemiology of severe hypoglycemia in the diabetes control and complications trial. *Am J Med* 1991; 90: 450–9.
16. Cox DJ, Gonder-Frederick L, Ritterband L et al. Prediction of severe hypoglycemia. *Diabetes Care* 2007; 30: 1370–3.
17. <http://www.iso.org>
18. Newman JD; Turner AP. Home blood glucose biosensors: a commercial perspective. *Biosens Bioelectron* 2005; 20: 2435–53.
19. Turner AP. Biosensors – sense and sensitivity. *Science* 2000; 290: 1315–7.
20. Hiratsuka A, Fujisawa K, Muguruma H. Amperometric biosensor based on glucose dehydrogenase and plasma-polymerized thin films. *Anal Sci* 2008; 24: 483–6.
21. D'Costa EJ, Higgins IJ, Turner AP. Quinoprotein glucose dehydrogenase and its application in an amperometric glucose sensor. *Biosensors* 1986; 2: 71–87.
22. Heller A, Feldman B. Electrochemical glucose sensors and their applications in diabetes management. *Chem Rev* 2008; 108: 2482–505.
23. Bankar SB, Bule MV, Singhal RS, Anantbanarayan L. Glucose oxidase – an overview. *Biotechnol Adv* 2009; 27: 489–501.
24. Yoo E-H, Lee S-Y. Glucose Biosensors: an Overview of Use in Clinical Practice. *Sensors* 2010; 10: 4558–76.
25. Institute for Safe Medication Practices, Be aware of false glucose results with point-of-care testing. *ISMP Medication Safety Alert!* 2005; 10 (18).
26. Janssen W et al. Positive Interference of Icodextrin metabolites in some enzymatic glucose methods. *Clinical Chemistry* 1998; 44 (11): 2379–80.
27. <http://www.fda.gov/MedicalDevices/Safety/AlertsandNotices/PatientAlerts/ucm177189.htm>
28. Ellison JM, Stegmann JM, Colner SL et al. Rapid Changes in Postprandial Blood Glucose Produce Concentration Differences at Finger, Forearm, and Thigh Sampling Sites. *Diabetes Care* 2002; 25: 961–4.
29. Bina DM et al. Clinical impact of prandial state, exercise, and site preparation on the equivalence of alternative-site blood glucose testing. *Diabetes Care* 2003; 26: 981–5.
30. Raine CH. 3rd Self-monitored blood glucose: a common pitfall. *Endocr Pract* 2003; 9 (9): 137–9.
31. Kristensen GB, Nerbus K, Thue G, Sandberg S. Standardized evaluation of instruments for self-monitoring of blood glucose by patients and a technologist. *Clin Chem* 2004; 50: 1068–71.
32. Baum JM, Monbaut NM, Parker DR, Price CP. Improving the quality of self-monitoring blood glucose measurement: a study in reducing calibration errors. *Diabetes Technol Ther* 2006; 8: 347–57.
33. Raine CH, Schrock LE, Edelman SV et al. Significant insulin dose errors may occur if blood glucose results are obtained from miscoded meters. *J Diabetes Sci Technol* 2007; 2: 205–10.