

УДК 616.379-008.64-085.252.349.7

DOI: 10.33454/1728-1261-2021-1-50-55

# Современные технологии в управлении сахарным диабетом – непрерывное мониторирование глюкозы и помповая инсулинотерапия

Е. Ю. Пьянкова<sup>1,2</sup>, Л. А. Аншакова<sup>2</sup>, И. А. Пьянков<sup>2</sup>, С. В. Егорова<sup>2,3</sup>, Н. В. Апеллесова<sup>2,4</sup>, Т. А. Петричко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения» МЗ ХК, 680009, г. Хабаровск, ул. Краснодарская, 9; тел. +7 (4212) 27-25-10; e-mail: [zdravdv@ipkszh.khv.ru](mailto:zdravdv@ipkszh.khv.ru)

<sup>2</sup> ООО «Клиника гормонального здоровья», 680038, г. Хабаровск, ул. Фрунзе, 121; тел. +7 (4212) 75-19-29; e-mail: [vesunet@mail.ru](mailto:vesunet@mail.ru)

<sup>3</sup> КГБУЗ «Детская краевая клиническая больница» им. А. К. Пиотровича МЗ ХК, 680003, г. Хабаровск, ул. Прогрессивная, 6; тел. +7 (4212) 91-04-48; e-mail: [dkkb@dkkb.medkhv.ru](mailto:dkkb@dkkb.medkhv.ru)

<sup>4</sup> КГБУЗ «Детская городская клиническая больница» им. В. М. Истомина МЗ ХК, 680000, г. Хабаровск, ул. Тургенева, 45; тел. +7 (4212) 46-59-27; e-mail: [muz\\_sdistrib@mail.ru](mailto:muz_sdistrib@mail.ru)

## Modern technologies in diabetes management - continuous glucose monitoring and insulin pump therapy

E. Yu. Pyankova<sup>1,2</sup>, L. A. Anshakova<sup>2</sup>, I. A. Pyankov<sup>2</sup>, S. V. Yegorova<sup>2,3</sup>, N. V. Apellesova<sup>2,4</sup>, T. A. Petrichko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Postgraduate Institute for Public Health Workers under Health Ministry of Khabarovsk Krai, 9 Krasnodarskaya Street, 680009, Khabarovsk, Russia; phone +7 (4212) 27-25-10; e-mail: [zdravdv@ipkszh.khv.ru](mailto:zdravdv@ipkszh.khv.ru)

<sup>2</sup> Clinic of Hormonal Health, LLC, 121 Frunze Street, 680038, Khabarovsk, Russia; phone +7 (4212) 75-19-29; e-mail: [vesunet@mail.ru](mailto:vesunet@mail.ru)

<sup>3</sup> Children's Regional Clinical Hospital named after A.K. Piotrovich under Health Ministry of Khabarovsk Krai, 6 Progressivnaya Street, 680003, Khabarovsk, Russia; phone +7 (4212) 91-04-48; e-mail: [dkkb@dkkb.medkhv.ru](mailto:dkkb@dkkb.medkhv.ru)

<sup>4</sup> Children's City Clinical Hospital named after V. M. Istomin under Health Ministry of Khabarovsk Krai, 45 Turgenev Street, 680000, Khabarovsk, Russia; phone +7 (4212) 46-59-27; e-mail: [muz\\_sdistrib@mail.ru](mailto:muz_sdistrib@mail.ru)

Проблемы осложнений сахарного диабета невозможно решить без постоянного контроля уровня глюкозы в крови. Эволюция вспомогательных технологий определения глюкозы в крови последних десятилетий позволяет более точно прогнозировать риски осложнений как у индивидуума, так и в популяции пациентов в целом. В статье представлен обзор методов, применяемых в современной диабетологии, облегчающих контроль над вариабельностью уровня глюкозы в крови и помогающих в более точном подборе сахароснижающей терапии. Все представленные методы в настоящее время работают в реальной клинической практике в Хабаровском крае.

**Ключевые слова:** глюкоза крови; сахарный диабет; непрерывное мониторирование глюкозы; флешмониторирование; инсулиновая помпа.

The problems of complications of diabetes mellitus cannot be solved without constant monitoring of blood glucose levels. The evolution of additional technologies for the determination of glucose in the blood of the last decades makes it possible to more accurately predict the risks of complications, both in the individual and in the patient population as a whole. The article provides an overview of the methods used in modern diabetology, facilitating control over the variability of blood glucose levels and helping in a more accurate selection of glucose-lowering therapy. All presented methods are currently working in real clinical practice in the Khabarovsk Krai.

**Key words:** blood glucose; diabetes; continuous glucose monitoring; flash monitoring; insulin pump.

Сахарный диабет – заболевание, связанное с высоким риском развития макро- и микро-сосудистых осложнений. Клинические исследования последних десятилетий убедительно доказали снижение риска развития осложнений при контроле уровня глюкозы крови. За прошедшие три десятилетия несколько раз

менялись показатели компенсации сахарного диабета. Ведущие диабетические ассоциации мира (FDA, EASD) каждые 2–3 года корректируют терминологию контроля уровня гликемии, так как происходит постоянное обновление технологических средств, которые облегчают сам контроль и дают дополнительную инфор-



Рис. 1. Эволюция средств самоконтроля глюкозы крови



Рис. 2. Суточный монитор глюкозы крови CGMS

мацию пациенту и врачу для более точного подбора сахароснижающей терапии и коррекции образа жизни.

С 90-х годов прошлого века началось последовательное внедрение индивидуальных средств самоконтроля уровня глюкозы крови – от визуальных тест-полосок до усовершенствованных глюкометров с инвазией и неинвазивного глюкометра FreeStyle Libre Flash (рис. 1).

**«Очевидное очень быстро становится банальностью...»**

*Утверждение суточного мониторинга FDA в июне 1999 года было названо прорывом в области технологии в диабете.*

В начале XXI века в клиническую практику стала внедряться оптимизированная система постоянного мониторинга глюкозы крови с помощью прибора CGMS Medtronic MiniMed, США (рис. 2). Но он быстро стал экспонатом музея эндокринологии.

На смену пришли новые системы контроля с привлечением технологий смартфонов и об-

ратной связи с пациентом и врачом. Это приборы Guardian, iPro2 и Guardian Connect (рис. 3).

К наиболее частым причинам, препятствующим достижению компенсации углеводного обмена, относятся:

1. Гипогликемия. Частые, вовремя не купированные, гипогликемии могут приводить к снижению памяти, возникновению проблем на работе, в семье, вождении автомобиля. Тяжелые гипогликемии приводят к чувству страха перед ними и желание жить на более высоком уровне гликемии.

2. Постгипогликемическая гипергликемия – состояние, возникающее при нераспознанной гипогликемии или неправильном лечении.

3. Постпрандиальная гипергликемия. Является основной причиной развития осложнений диабета, патологии плода при беременности, даже при хороших показателях гликированного гемоглобина.

4. Гипогликемии при физических нагрузках возникают при несоблюдении мониторинга уровня глюкозы и несоблюдении требований по дополнительному приему углеводов.

5. Недооценка пациентом сложностей в управлении диабетом, отказ от обучающих программ (школа диабета), недопонимание причинно-следственной связи между уровнем глюкозы в крови, едой, физическими упражнениями и сахароснижающей терапией.

Традиционные средства самоконтроля с помощью глюкометров при рекомендуемой частоте контроля гликемии 2–3 раза в день (у детей 5–6 раз) не всегда могут дать достаточную информацию. Такая частота не выявляет постпрандиальную, ночную и при физических нагрузках гликемию. Более частый контроль усложняет и ограничивает жизнь пациента. На такой контроль идут только беременные женщины (имея высокую мотивацию – здоровье будущего ребенка). Остальные пациенты, ориентируясь на гликированный гемоглобин, не учитывают, что данный показатель не от-



**Рис. 3. Эволюция приборов непрерывного мониторинга глюкозы крови**

ражает колебания глюкозы, а только средние значения за предшествующие 2–3 месяца.

В начале XXI века в клиническую практику стала внедряться оптимизированная система постоянного мониторинга глюкозы крови с помощью вышеперечисленных приборов Guardian, iPro2 и Guardian Connect. Их можно использовать как в амбулаторных, так и в стационарных условиях. Основной принцип определения глюкозы в межклеточной жидкости остается неизменным в течение 20 лет. Определение осуществляется с помощью сенсора – небольшого гибкого стерильного золотого электрода, устанавливаемого под кожу. Фиксация сенсора на коже осуществляется с помощью гипоаллергенного пластыря. Сенсор может работать до 5–7 суток. В нем используется глюкозооксидазный метод измерения глюкозы. Уровень глюкозы в межклеточной жидкости совпадает с уровнем глюкозы крови и автоматически фиксируется каждые 5 минут – 288 раз в сутки (рис. 4).

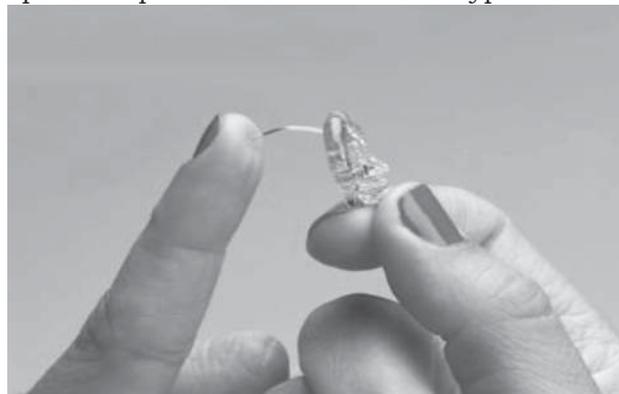
Существует разница между отображаемым значением интерстициальной и капиллярной глюкозы (в среднем на 8 минут, максимально до 20 минут). Эти знания дают понимание, что в случае стабильного уровня глюкозы крови отображаемые уровни будут близки к уровням капиллярной глюкозы. Однако в момент быстрого повышения или понижения уровня глюкозы крови отображаемое значение будет идти примерно с такой задержкой, и скорость принятия решения выпить сладкое или подколоть инсулин будет, соответственно, запаздывать.

Доступные в настоящее время системы непрерывного мониторинга глюкозы (НМГ) делят на три категории.

1. Постоянный мониторинг в «слепом» режиме позволяет оценить уровень глюкозы за короткий промежуток времени (от нескольких дней до 2 недель) ретроспективно. Основным назначением данного метода является объективная оценка гликемического профиля

(в том числе вариабельности глюкозы), выявление скрытых эпизодов гипо/гипергликемий с целью коррекции проводимого лечения, а также обучение пациентов. В период использования данных систем пациент должен проводить параллельный самоконтроль гликемии с помощью глюкометров для последующей калибровки. В этом методе применяется система iPro2 (Медтроник, США).

2. НМГ в реальном времени отражает текущий уровень глюкозы, тенденции (направления и скорости) изменения глюкозы, график глюкозы за предыдущее время (в том числе вариабельность). Они имеют сигналы тревоги, которые активируются при достижении гликемией пороговых значений, прогнозировании этих значений, а также при достижении порогового уровня скорости изменения гликемии. В период использования данных систем пациент должен проводить параллельный самоконтроль гликемии с помощью глюкометров для последующей калибровки. Некоторые модели систем НМГ в реальном времени передают данные об уровне глюкозы на смартфон через передатчики, откуда они могут быть сохранены на сервере в сети Интернет и использованы для удаленного мониторинга при помощи врача или обученных родственников. Имеют сигнал тревоги при высоком или низком уровне глю-



**Рис. 4. Сенсор, устанавливаемый в подкожно-жировую клетчатку**

козы (целевые диапазоны гликемии устанавливаются индивидуально), который информирует пациента о необходимости принять меры. В этом методе применяются системы Guardian и Guardian Connect (Медтроник, США).

3. Периодически сканируемый/просматриваемый НМГ или флешмониторирование глюкозы (ФМГ) не отображает данные об уровне глюкозы автоматически, а только при приближении на короткое расстояние сканера (ридера) к датчику (сенсору). ФМГ предоставляет информацию о текущем уровне глюкозы, тенденции (направления и скорость) изменения глюкозы, график глюкозы за предыдущее время (в том числе варибельность). В период использования ФМГ не требуется калибровка. С учетом большого объема информации, накапливаемой в процессе использования, и возникающими трудностями в их наглядной интерпретации специалистами необходимо периодическое считывание данных НМГ и ФМГ с последующим анализом, с использованием специализированного программного обеспечения (в том числе амбулаторного профиля глюкозы). Могут быть проанализированы различные показатели варибельности глюкозы, а также время нахождения в целевом и гипогликемическом диапазоне. В этом методе применяется система FreeStyle Libre Flash (Эббот, США).

В настоящее время НМГ в реальном времени и ФМГ используются как дополнение к традиционному самоконтролю гликемии и полностью не заменяют его! Использование НМГ в реальном времени и ФМГ может быть полезным для пациентов с СД любого типа, получающих интенсифицированную инсулинотерапию (многократные инъекции инсулина или инсулиновая помпа), исходно проводящих самоконтроль гликемии с частотой не менее 4 раз в сутки, особенно детей и подростков, беременных женщин, а также при нарушении распознавания гипогликемии.

Информация, полученная с помощью НМГ и программного обеспечения, позволяет увидеть влияние на уровень глюкозы в течение суток жизнеобеспечивающих и составляющих саму жизнь ситуаций – влияние приема пищи (ее качество и количество), физической активности (интенсивности и продолжительности), стрессовых ситуаций, приема инсулина и других лекарственных препаратов, алкоголя. А также:

- Проанализировать график колебаний глюкозы по 288 измерениям в течение суток или 1440 измерениям в течение 5 суток.
- Выявить синдром «утренней зари» (повышение гликемии в ранние утренние часы за счет активации контринсулярных гормонов – гормона роста, половых гормонов, кортизола).

- Выявить ночные и бессимптомные гипогликемии.

- Оценить профиль действия инсулинов (действительно ли хватает базальной дозы при однократном введении).

- Скорректировать лечение индивидуально относительно особенностей пациента.

Показания к использованию:

- Плохо контролируемый и лабильный диабет.

- Частые, ночные и бессимптомные гипогликемии.

- Синдром «утренней зари».

- Несоответствие данных самоконтроля и гликированного гемоглобина.

- Беременность, планируемая беременность.

- Оптимизация терапии при любом типе сахарного диабета.

- Обучение пациента и повышение мотивации на изменения в питании, физических нагрузках, изменение вида или схемы лечения для оптимизации контроля и профилактики осложнений именно его сахарного диабета.

Противопоказания для установки систем НМГ:

- Низкая мотивация.

- Больной не владеет самоконтролем или отказывается от его проведения.

- Неадекватность поведения пациента, низкий интеллектуальный уровень, значительное снижение зрения, слуха.

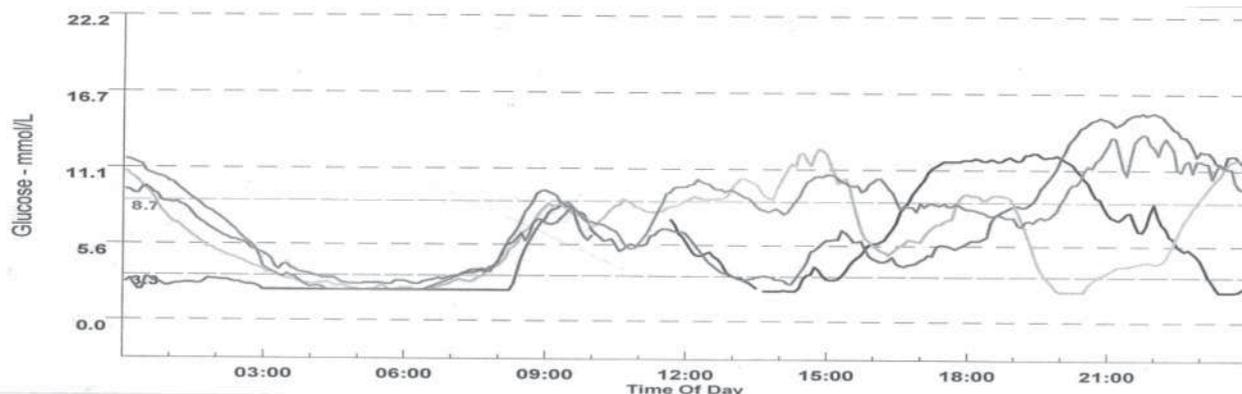
- Аллергическая реакция на все виды пластырей.

Интерпретация полученных данных осуществляется специально подготовленным врачом, владеющим навыками пользования персональным компьютером. Целью этой статьи не является разбор полученных результатов, она носит только ознакомительный характер для широкого круга специалистов. Поэтому предлагаемые результаты, полученные при работе с пациентами, имеют поверхностный ознакомительный уровень для демонстрации возможностей систем непрерывного мониторинга глюкозы (рис. 5, 6, 7).

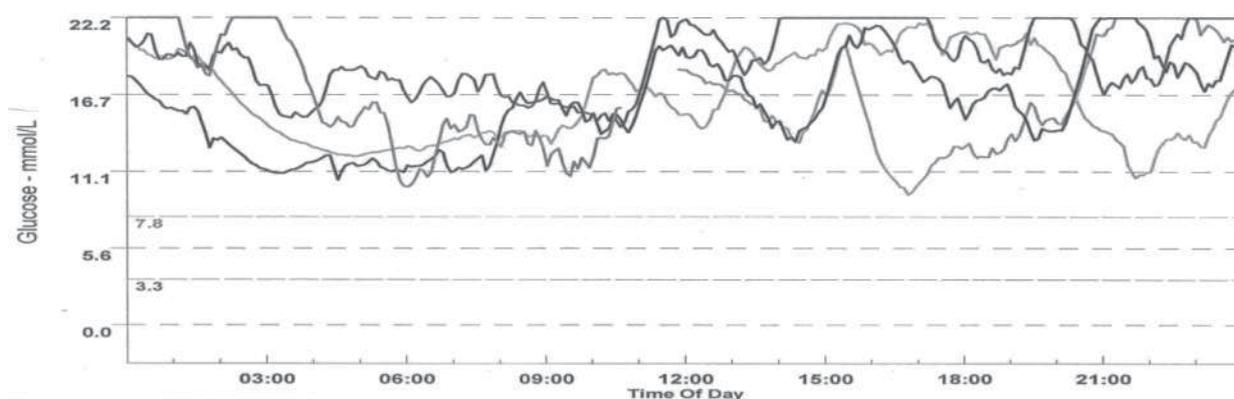
После получения данных врач и пациент объективно подходят к изменению доз инсулина и лекарственных препаратов, образа жизни. Безусловно, это улучшает прогноз в плане снижения риска осложнений у конкретного пациента.

В Хабаровском крае непрерывное мониторирование глюкозы проводится в:

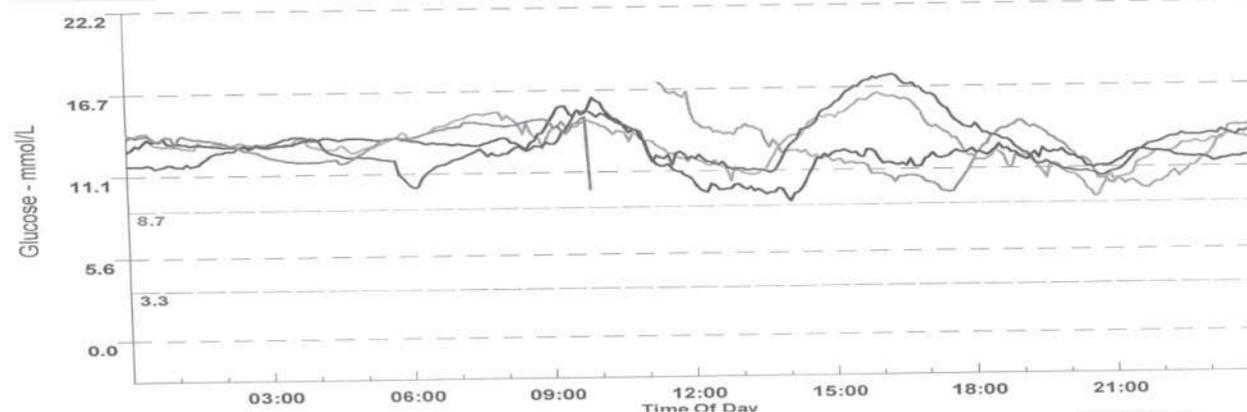
1. КГБУЗ «Детская краевая клиническая больница» им. А. К. Пиотровича министерства здравоохранения Хабаровского края.



**Рис. 5. Пациентка Ю., СД 1-го типа, 27 лет, болеет диабетом 14 лет. Тяжелые ночные гипогликемии (во сне) при передозировке базального вечернего инсулина, с отсутствием базальной утренней инъекции**



**Рис. 6. Пациентка Е., СД 1-го типа, 20 лет, болеет диабетом 1 год. Полное отрицание болезни, нерегулярное введение инсулина, отсутствие контроля за легкоусвояемыми углеводами**



**Рис. 7. Пациент Н., СД 2-го типа, впервые выявленный, 43 года. Принимает метформин 2000 мг в сутки. Абсолютное несоблюдение правил рационального и сбалансированного питания**

2. КГБУЗ «Краевая клиническая больница № 1» министерства здравоохранения Хабаровского края.

3. ООО «Клиника гормонального здоровья».

Если НМГ с помощью Guardian, iPro2 и Guardian Connect – это больше совместное творчество по оптимальному контролю по сахарному диабету, то установка инсулинового дозатора (помпы) через некоторое время ста-

новится рутинной практикой для пациента и не требует постоянного контроля со стороны врача. Но для того чтобы достичь полного контроля, необходимо многому научиться и врачу, и пациенту.

Сегодня ни для кого не секрет, что инсулиновая помпа является наиболее физиологичным способом введения инсулина. Механизм работы помпы довольно прост: основным является



**Рис. 8. Внешний вид инсулиновых помп с обратной связью  
Парадигма VEO и MiniMed 640 G**



**Рис. 9. Внешний вид пациента с инсулиновой помпой  
и Минилинком для мониторингования глюкозы  
(А – помпа, В – катетер для введения инсулина,  
С – сенсор, D – передатчик Минилинк)**

программирующий блок, осуществляющий работу поршня в резервуаре с инсулином, на заданной скорости непрерывно вводящий инсулин в организм пациента. Тонкий катетер, по которому вводится инсулин, безболезненно устанавливается в подкожно-жировую клетчатку пациента в места, аналогичные для подкожных инъекций инсулина (рис. 8, 9).

Среди преимуществ использования непрерывной подачи инсулина с помощью помпы наиболее значимыми являются:

- Минимально вводимая доза 0,0025 ед., 0,05 ед. инсулина, инсулиновая шприц-ручка не позволяет ввести менее 0,5–1,0 ед., что очень важно для детей.

- Помпа позволяет запрограммировать до 48 режимов введения базального инсулина в сутки, таким образом, при тонком расчете каждые 30 минут (по потребности) помпа может самостоятельно изменять скорость введения инсулина в час (обычно требуется не более 8 режимов) с сохранением максимально приближенной к физиологическому профилю базальной инсулинемии.

- Снижение инвазивности лечения – вместо 4–6 ежедневных инъекций инсулина осуществляется введение канюли 1 раз в 3 дня.

- Для подачи болюсной (пищевой) дозы инсулина может использоваться пульт дистанционного управления, и помпа не демонстрируется в общественных местах, а родитель может не травмировать маленького ребенка введением дополнительного инсулина на его перекусы.

- Минимизировать или полностью исключить осложнения во время беременности у матери и плода.

Первая помпа была установлена в 2005 году. За эти годы в Хабаровском крае установлено более 500 инсулиновых помп разных производителей. Обучено 15 специалистов по проведению НМГ и установке инсулиновых помп. Сдерживает данное направление в управлении сахарным диабетом только пока относительно высокая стоимость и самих приборов, и расходных материалов.

Современные высокотехнологичные методы в лечении пожизненной гормональной заместительной терапии инсулином – уже реальность нашего времени, а не фантастическое будущее.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. Клинические рекомендации / под ред. И. И. Дедова, М. В. Шестаковой, А. Ю. Майорова. Вып. 9. – М., 2019.

2. Емельянов, А. О. Помповая инсулинотерапия при сахарном диабете / А. О. Емельянов. – Текст: электронный // Пробл. эндокринологии. – 2009. – Т. 55, № 2. – URL: <https://>

[www.probl-endojournals.ru/jour/article/view/11098](http://www.probl-endojournals.ru/jour/article/view/11098) (дата обращения: 03.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Применение метода постоянного мониторингования уровня глюкозы с помощью системы CGMS у больных сахарным диабетом: метод. рекомендации № 14. – М., 2008.

4. Medtronic [сайт]. – URL: <https://www.medtronic-diabetes.ru/guardian-connect> (дата обращения: 26.02.2021).