

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ

Гладкая К.С., Карпинчик Г.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научные руководители: Ревинская И.И. – ассистент кафедры ЭТТ,
Камлач П.В. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ*

Аннотация. Рассмотрены существующие инвазивные и неинвазивные методы измерения глюкозы в крови. Описаны преимущества и недостатки сравниваемых методов измерения.

Ключевые слова: глюкоза, глюкометр, инвазивный метод, неинвазивный метод.

Введение. Определение глюкозы в крови – один из наиболее распространенных тестов в клинической лабораторной диагностике. Данный тест проводится как для совсем грудных детей, так и для пожилых.

В начале XX века уровень глюкозы пытались измерить в моче, добавляя в нее специальный раствор, который менял цвет мочи на зеленый и бурый. Далее тот же метод стали применять к исследованиям крови, когда поняли, что эксперименты с мочой дают ненадежные результаты, поменяли лишь используемый реагент.

Первые тест-полоски для выявления уровня глюкозы в крови были изобретены гораздо позднее, в 1960-х годах, но результаты таких измерений были по-прежнему неточные и не предполагали использование тест-полосок пациентами на дому.

Первый переносной прибор для измерения уровня глюкозы в крови весил больше килограмма, дорого стоил и был изобретен в 1970-х гг. [1,2]. Самостоятельно таким прибором пациенты по-прежнему не могли пользоваться, он предназначался только для врачей. Для большого удобства и мобильности врачи уже давно были заняты разработкой неинвазивного прибора для определения в крови глюкозы, то есть без взятия образца крови. Это бы позволило пересмотреть всю диагностику диабета и сделать её эффективнее [3,4].

Основная часть. Сейчас персональные глюкометры выпускаются фармацевтическими компаниями многих стран мира. Все они, в основном, инвазивные, то есть для измерения уровня глюкозы в крови необходимо проколоть палец.

Инвазивные глюкометры можно классифицировать по принципу измерения:

– Фотометрический глюкометр. Такой прибор считывает изменение цвета тест-полоски, на которую наносится кровь пациента. Такие полоски покрываются реагентом, содержащим глюкозооксидазу. Он дает определенные отклики на тот или иной уровень концентрации глюкозы, окрашивая полоску в соответствующий цвет. Самостоятельно сравнивать цвета не придется. В память аппарата уже заложена шкала. Когда в него вставляется тест-полоска, он сравнивает ее цвет со значениями этой шкалы и выдает числовой результат.

– Электрохимический глюкометр. Тест-полоски при соприкосновении с кровью не окрашиваются, в процессе реакции глюкозы крови со специальными веществами выделяется электрический ток. Величины электрического тока, протекающего в цепи, прямо пропорционально концентрации глюкозы. Технология таких глюкометров позволяет минимизировать влияние внешних факторов на результат и получить более точные показания, особенно с течением времени.

– Кулонометрический глюкометр. Прибор оценивает не силу тока, а электрический заряд электронов, выделяющихся в процессе реакции глюкозы с веществом тест-полоски. Преимуществом кулонометрического метода является то, что для измерения нужно совсем малое количество крови. Электрохимические (в основном используются в лабораториях) и кулонометрические (можно использовать и в домашних условиях) глюкометры требуют минимального количества крови для забора, поэтому процедура прокалывания в случае их применения наименее болезненная, но в любом случае присутствует.

Неинвазивные глюкометры, применяемые в настоящее время на мировом рынке, можно классифицировать следующим образом [5]:

– оптическая спектроскопия (оптическое детектирование). Метод основан на том факте, что глюкоза влияет на оптический сигнал, проходящий через нее, путем поглощения света на некоторых определенных обертонах и комбинированных длинах волн в среднем и ближнем инфракрасном диапазонах спектра.

– фотоакустическая спектроскопия (акустическое обнаружение). Гибридный подход, сочетающий оптическое возбуждение и акустическое детектирование при определении концентрации глюкозы. Оптическая энергия возбуждения преобразуется в акустическую энергию посредством многоступенчатого процесса преобразования энергии.

– электромагнитное обнаружение. Распространение электромагнитных волн через любую среду зависит от диэлектрической проницаемости этой среды. Общее увеличение или уменьшение концентрации глюкозы в одном и том же объеме образца крови соответственно снижает или повышает относительную диэлектрическую проницаемость плазмы крови.

– датчики на основе наноматериалов (электрохимическое обнаружение);

Заключение. В работе были рассмотрены инвазивные и неинвазивные методы измерения сахара в крови, а также выделены их преимущества и недостатки. В настоящее время вложено немало сил для разработки наиболее точного глюкометра, который бы не нуждался во взятии крови, и был бы удобен в применении для людей разных возрастов. Помимо решения вопроса с необходимостью прокалывания кожи, неинвазивные глюкометры смогли бы решить гораздо более сложную проблему, остро стоящую для всех диабетиков – эта технология смогла бы обеспечить возможность непрерывного контроля уровня глюкозы без необходимости использовать инсулиновую помпу, которая отключает подачу инсулина при снижении уровня сахара в крови.

Список литературы

1. *The Pursuit of Noninvasive Glucose: "Hunting the Deceitful Turkey" / Джон Смут - 2006*
2. *UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group. Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). Lancet 1998; 352:83 7-53.*
3. *Clar C, Barnard K, Cummins E et al. Self-monitoring of blood glucose in type 2 diabetes: systematic review. Health Technol Assess 2010; 14 (12): 1-140.*
4. *Анциферов МБ., Котешкова ОМ. Управление сахарным диабетом: организация и значение самоконтроля. Трудный пациент. 2009; 7 (10).*
5. *Laha, S.; Rajput, A.; Laha, S.S.; Jadhav, R. A Concise and Systematic Review on Non-Invasive Glucose Monitoring for Potential Diabetes Management. Biosensors 2022, 12, 965. <https://doi.org/10.3390/bios12110965>*

UDC 616-07

BLOOD GLUCOSE MEASUREMENT METHODS

Gladkaya K.S., Karpinchik G. A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Revinskaya I.I. – assistant of Department of ETT

Kamlach P.V. – PhD, associate professor, associate professor of the Department of ETT

Annotation. Existing invasive and non-invasive methods for measuring blood glucose are considered. The advantages and disadvantages of the compared measurement methods are described.

Keywords: glucose, glucometer, invasive method, non-invasive method.