

Исторические аспекты диагностики и контроля сахарного диабета

И.А. Кузина[✉], Е.В. Гончарова, Н.С. Мартиросян, М.Э. Тельнова, Л.В. Недосугова, А.А. Тульский, Н.А. Петунина

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Аннотация

Сахарный диабет представляет собой группу метаболических заболеваний, влияющих на метаболизм углеводов, липидов и белков. Патология имеет долгую историю и до середины XIX в. считалась заболеванием почек. Описания найдены в египетских папирусах, в древней индийской и китайской медицинской литературе, а также в трудах древнегреческих и арабских врачей. Аретей Каппадокийский дал первое точное описание заболевания, введя термин «диабет». Томас Уиллис впервые дифференцировал диабет от других причин полиурии по сладкому вкусу мочи. Мэтью Добсон доказал наличие глюкозы в моче посредством выпаривания. Клод Бернар продемонстрировал, что гипергликемия способствует глюкозурии. Так появилось понятие о почечном пороге. В отечественной практике термин «почечный порог» введен эндокринологом В.Г. Барановым. Разработка качественных тестов для определения глюкозы в моче, создание тест-полосок и глюкометров значительно улучшили качество жизни пациентов с сахарным диабетом. Современный этап развития глюкометрии включает определение глюкозы плазмы натощак, постпрандиальной гликемии, гликированного гемоглобина, а также непрерывный мониторинг глюкозы. Системы непрерывного мониторинга глюкозы позволяют оценить время в целевом диапазоне, показывают скорость подъема или падения уровня глюкозы, что влияет на скорость и степень компенсации углеводного обмена, позволяет обеспечить максимальный контроль заболевания.

Ключевые слова: сахарный диабет, глюкометрия, почечный порог, тест-полоски, глюкометры, непрерывный мониторинг глюкозы

Для цитирования: Кузина И.А., Гончарова Е.В., Мартиросян Н.С., Тельнова М.Э., Недосугова Л.В., Тульский А.А., Петунина Н.А. Исторические аспекты диагностики и контроля сахарного диабета. Терапевтический архив. 2022;94(10):1216–1220. DOI: 10.26442/00403660.2022.10.201890

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2022 г.

HISTORY OF MEDICINE

Historical aspects of diagnosis and control of diabetes mellitus

Irina A. Kuzina[✉], Ekaterina V. Goncharova, Narine S. Martirosian, Milena E. Telnova, Liudmila V. Nedosugova, Andrey A. Tulsy, Nina A. Petunina

Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

Abstract

Diabetes mellitus is a group of metabolic diseases affecting carbohydrate, lipid, and protein metabolism. This pathology has a long history, and it was considered a disease of the kidneys until the middle of the 19th century. Descriptions have been found in Egyptian papyri, in ancient Indian and Chinese medical literature, in the writings of ancient Greek and Arab doctors. Aretaeus of Cappadocia gave the first accurate description of the disease, coining the term "diabetes". Thomas Willis first differentiated diabetes from other causes of polyuria by the sweet taste of urine. Matthew Dobson proved the presence of glucose in urine by evaporation. Claude Bernard demonstrated that hyperglycemia contributes to glucosuria. This is how the concept of the renal threshold appeared. In domestic practice, the term "renal threshold" was introduced by endocrinologist V.G. Baranov. The development of qualitative tests for determining glucose in the urine, the creation of test strips and glucometers has significantly improved the quality of life of patients with diabetes. The current stage of development of glucometry includes the determination of fasting plasma glucose, postprandial glycemia, glycated hemoglobin, as well as continuous glucose monitoring. Continuous glucose monitoring systems make it possible to estimate the time in target range, show the rate of rise or fall of glucose levels. It affects the rate and degree of carbohydrate metabolism compensation and allows for maximum control of the disease.

Keywords: diabetes mellitus, glucometry, renal threshold, test strips, glucometers, continuous glucose monitoring

For citation: Kuzina IA, Goncharova EV, Martirosian NS, Telnova ME, Nedosugova LV, Tulsy AA, Petunina NA. Historical aspects of diagnosis and control of diabetes mellitus. *Terapevticheskiy Arkhiv* (Ter. Arkh.). 2022;94(10):1216–1220. DOI: 10.26442/00403660.2022.10.201890

Информация об авторах / Information about the authors

[✉] Кузина Ирина Александровна – ассистент каф. эндокринологии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского. Тел.: +7(965)274-09-45; e-mail: mia986@mail.ru; ORCID: 0000-0001-7923-4894

Гончарова Екатерина Валерьевна – канд. мед. наук, доц. каф. эндокринологии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского. ORCID: 0000-0001-7025-8427

Мартиросян Нарине Степановна – канд. мед. наук, доц. каф. эндокринологии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского. ORCID: 0000-0002-0202-1257

Тельнова Милена Эдуардовна – канд. мед. наук, доц., доц. каф. эндокринологии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского. ORCID: 0000-0001-8007-9721

[✉] Irina A. Kuzina. E-mail: mia986@mail.ru; ORCID: 0000-0001-7923-4894

Ekaterina V. Goncharova. ORCID: 0000-0001-7025-8427

Narine S. Martirosian. ORCID: 0000-0002-0202-1257

Milena E. Telnova. ORCID: 0000-0001-8007-9721

Введение

Сахарный диабет (СД) – это группа метаболических заболеваний, характеризующихся хронической гипергликемией, которая является результатом нарушения секреции инсулина, действия инсулина или обоих этих факторов [1]. По данным Международной диабетической федерации, в 2021 г. примерно 537 млн человек в возрасте от 20 до 79 лет страдали СД. По прогнозам, общее число людей, живущих с диабетом, возрастет до 643 млн к 2030 г. и до 783 млн к 2045 г. [2]. По данным Всемирной организации здравоохранения, в 2019 г. СД стал 9-й по значимости причиной смерти [3].

СД – заболевание с долгой историей, считавшееся вплоть до XIX в. патологией почек.

Древние истоки глюкометрии

В далекой древности из-за недостаточных знаний анатомии, физиологии и патофизиологии, отсутствия диагностических инструментов заболевание оставалось крайне сложным для понимания.

Древние врачи обращали внимание лишь на состояние пациента, поэтому первым методом диагностики являлось наблюдение.

Папирус Эберса, датированный примерно 1552 г. до нашей эры, содержит заметки одного из первых известных врачей Хеси-Ра. Именно он впервые описал чрезмерную жажду и полиурию как характерные симптомы болезни [4].

Около V в. до н.э. индийский хирург Сушрута в своей работе «Самхита» определил диабет, используя термин «мадхумеха» («медовая моча»), и указал на липкое ощущение на коже при прикосновении и способность привлекать муравьев [5].

В знаменитой книге Гиппократ «Об эпидемиях», датированной 400 г. до нашей эры, также описывалось характерное для заболевания состояние, при котором объем мочи непропорционален объему выпитой жидкости.

Первое полное клиническое описание диабета составлено во II в. нашей эры греческим врачом Аретеем Каппадокийским. Термин «диабет» происходил от греческого слова «диабайн» (διαβαίνειν – проходящий), обозначающего чрезмерное количество мочи, выделяемое пациентами [6].

Определение органолептических свойств мочи стало следующим этапом развития диагностики диабета, длившимся до начала XX в.

В VII в. н.э. Чэнь Чуань определил сладкий вкус мочи при СД, а Сяо Хо Пинг описал характерные симптомы диабета: сильную жажду, провоцирующую обильное питье, полиурию и сладкий вкус мочи [7].

Авиценна (980–1073) описал СД, указав на повышенный аппетит и нарушение половых функций, а также впервые задокументировал сладкий вкус мочи у пациентов с этим заболеванием. Авиценна разделил пациентов с диабетом на 2 группы: молодых и худых, а также старых и страдающих ожирением [8].

Прорыв в области диагностики СД сделан Парацельсом (1493–1541). Он обнаружил, что при испарении мочи боль-

ного диабетом оставался белый осадок. Парацельс, однако, назвал осадок «солью» и сообщил, что эта соль являлась причиной «жажды почек», которая привела к полиурии. Известный английский врач и анатом Томас Уиллис (1621–1675) в 1674 г. описал «удивительно сладкий» вкус мочи у пациентов, страдающих «писающим злом». Именно он стал использовать термин СД, чтобы отличать это состояние от других причин полиурии [9].

Спустя столетие Мэтью Добсон в 1776 г. выпарил мочу больного диабетом и доказал наличие в ней глюкозы. Кроме того, он связал сладость мочи с избытком глюкозы в крови [10].

Третьим этапом развития глюкометрии стала разработка химических методов, позволяющих обнаружить глюкозу в моче.

Фрэнсис Хоум в 1780 г. разработал дрожжевой тест для определения уровня глюкозы в моче. В 1841 и 1848 г. соответственно Троммер и Фелинг разработали качественные тесты для измерения уровня глюкозы в моче. Они использовали восстановительные свойства глюкозы в реакции со щелочными сульфатно-медными реагентами, что давало характерное окрашивание [11].

В 1908 г. Стэнли Россигер Бенедикт разработал и предложил анализ с использованием реагента, содержащего сульфат меди, карбонат натрия и цитрат натрия. Данный тест введен в 1925 г. для самоконтроля пациентов с СД [12].

Российские ученые также принимали участие в разработке методов диагностики СД. Так, русско-советский профессор Е.А. Альтгаузен перевел учебник Фелинга на русский язык и издал собственное руководство, в котором описал преобразованные методики. Метод Альтгаузена заключался в количественном определении уровня глюкозы в моче и основан на взаимодействии глюкозы со щелочью при нагревании с образованием окрашенных соединений [13].

Недостаток скрининговых тестов, основанных на реакции восстановления меди, заключался в том, что они являлись неспецифичными и могли реагировать с другими веществами кроме глюкозы, такими как фруктоза, галактоза, мочевая кислота, аскорбиновая кислота, кетонные тела и салицилаты.

Почечный порог

До 1877 г. наличие глюкозы в крови расценивалось как признак патологического состояния, а глюкозурия считалась его проявлением, пока Клод Бернар не продемонстрировал, что наличие глюкозы в крови является физиологическим явлением, а гипергликемия способствует глюкозурии [14].

В отечественной практике термин «почечный порог» введен известным эндокринологом профессором В.Г. Барановым. Он рекомендовал исследовать уровень глюкозы в отдельных порциях мочи, так как в то время исследование уровня глюкозы крови проводилось в лучшем случае раз в месяц, а для коррекции доз инсулина этих данных не хватало. По методу В.Г. Баранова собирали 3–5 порций мочи в течение дня. После измерения объема каждой порции

Недосугова Людмила Викторовна – д-р мед. наук, доц., проф. каф. эндокринологии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского. ORCID: 0000-0002-6823-2487

Тульский Андрей Алексеевич – студент Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского. ORCID: 0000-0001-9403-265X

Петунина Нина Александровна – чл.-кор. РАН, д-р мед. наук, проф., зав. каф. эндокринологии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского. ORCID: 0000-0001-9390-1200

Liudmila V. Nedosugova. ORCID: 0000-0002-6823-2487

Andrey A. Tulsy. ORCID: 0000-0001-9403-265X

Nina A. Petunina. ORCID: 0000-0001-9390-1200

мочи определялось процентное содержание глюкозы в каждой из них, производился подсчет количества выделившейся глюкозы в граммах. Допустимой оказалась потеря 5% глюкозы с мочой от количества углеводов, поступавших с пищей [15].

Ферментативные методы глюкометрии и глюкометры

Ферментативные методы, используемые в настоящее время для оценки уровня глюкозы в крови, являются более специфичными.

Глюкозооксидаза впервые открыта Мюллером у бактерий в 1928 г. [16]. Сегодня глюкозооксидаза – это основа различных методов глюкометрии. В 1954 г. компания «Эли Лилли», а позднее и «Беринг Мангейм» представили тест-полоски Glucotest/Testape на основе глюкозооксидазного метода [17]. В 1956 г. появились тест-полоски для определения глюкозы в моче Clinistix, пропитанные глюкозооксидазой, пероксидазой и ортолидином [18]. В присутствии глюкозы ортолидин окислялся до темно-синего хромогена. Следует отметить, что до 1960–1970-х годов уровень глюкозы измерялся только в моче, что позволяло проводить лишь скрининг, а не мониторинг СД.

В 1964 г. сотрудник корпорации Ames Эрнест С. Адамс разработал тест-полоски для определения уровня глюкозы крови Dextrostix [19]. Измерение основано на изменении цвета после нанесения капли крови на тест-полоску и сравнении с цветовой диаграммой. Однако интерпретация зависела от внешнего освещения, что оставляло значительный простор для ошибок.

Разработка первого глюкометра в 1966 г. Антоном Клеменсом стала важной вехой в развитии мониторинга гликемии [20]. Глюкометр работал по принципу фотометрии и отображал приблизительное значение глюкозы в диапазонах 0–4, 4–10 и 10–55 ммоль/л. Только в 1981 г. появилось первое поколение цифровых глюкометров, работа которых основана на электрохимических реакциях.

Тест-полоски для мочи и глюкометры перенесли контроль уровня глюкозы из отделений неотложной помощи в домашнюю обстановку пациента, сделав болезнь более понятной и управляемой.

Гликированный гемоглобин – важнейшее достижение в диагностике и управлении СД

Рутинное определение уровня глюкозы в крови через установленные промежутки времени продолжалось в течение длительного периода и являлось единственным способом контроля, пока не ввели оценку гликированного гемоглобина (HbA_{1c}).

История открытия HbA_{1c} началась в 1950-х годах с исследований электрофоретической и хроматографической гетерогенности гемоглобина у лиц, не страдающих СД. Обнаружено несколько разновидностей гемоглобина.

Исследования Рахбара и его коллег показали, что фракция гемоглобина, обнаруженная в аномально высоких концентрациях при СД, идентична HbA_{1c}, который первоначально идентифицирован Алленом и др. [21, 22].

Последнее и решающее наблюдение принадлежало I. Reasock. Выяснено, что концентрация HbA_{1c} пропорциональна концентрации тощачковой и постпрандиальной глюкозы и снижается при улучшении контроля углеводного обмена [23].

HbA_{1c} является продуктом неферментного соединения гемоглобина и глюкозы крови. Его концентрация в крови стабильна и отражает уровень метаболизма глюкозы за

3 мес, что объясняется продолжительностью жизни эритроцитов. В настоящее время HbA_{1c} признан во всем мире «золотым стандартом» в диагностике и достижении целей терапии [24]. Так, в зависимости от возраста пациента, наличия или отсутствия атеросклеротических сердечно-сосудистых заболеваний и риска тяжелой гипогликемии, функциональной зависимости пациента целевой уровень HbA_{1c} может быть индивидуализирован.

Однако на уровень HbA_{1c} влияют такие факторы, как возраст, раса/этническая принадлежность, гемоглобинопатии, гемолитическая анемия, недавнее переливание крови, хроническое заболевание почек и беременность, что приводит к расхождению между измеренным уровнем HbA_{1c} и истинным гликемическим профилем. Кроме того, при оценке концентрации HbA_{1c} невозможно получить информацию о гипо- или гипергликемии, трендах уровня глюкозы и вариабельности гликемии [25].

Диагностика и контроль СД на современном этапе

Диагностика СД на современном этапе может проводиться на основании лабораторных определений уровня HbA_{1c}, гликемии натощак, через 2 ч после перорального глюкозотолерантного теста, а также при случайном определении уровня глюкозы крови у пациентов с классическими симптомами гипергликемии [1].

Терапия СД традиционно нацелена на гликемическую триаду, включающую глюкозу плазмы натощак (ГПН), постпрандиальную гликемию (ППГ) и HbA_{1c} [26]. И если уровень HbA_{1c} достаточно определить лабораторно 1 раз в 3 мес, то уровень ГПН и ППГ пациентам необходимо контролировать самостоятельно с помощью глюкометров.

Современные глюкометры позволяют количественно измерить концентрацию глюкозы в капиллярной крови. Преимущества самоконтроля глюкозы крови (СКГК) заключаются в том, что данный метод относительно недорог, достаточно прост для обучения пациентов, обеспечивает точное измерение концентрации глюкозы в капиллярной крови. Недостатками СКГК являются влияние ошибки пользователя на точность теста, необходимость забора нескольких образцов крови в течение дня и ограниченность доступных данных (отсутствии данных о тенденциях уровня гликемии) [27].

СКГК не зависит от условий, влияющих на обмен эритроцитов, однако не имеет четкого консенсуса в отношении частоты взятия проб, которая варьирует от 4 до 10 раз в день у пациентов с СД на интенсифицированной инсулинотерапии [28]. Немногие пациенты придерживаются жесткого режима СКГК, необходимого для отсрочки начала и замедления прогрессирования осложнений СД.

Стремление к более тщательному мониторингу значений глюкозы привело к началу разработки систем непрерывного мониторинга глюкозы (НМГ) в конце 1970-х годов и одобрению первой системы НМГ в 1999 г. Управлением по контролю пищевых продуктов и лекарств в США [29].

Первые датчики имели ограниченное клиническое применение, поскольку в течение первоначально одобренного Управлением по контролю пищевых продуктов и лекарств в США трехдневного периода имплантации наблюдалась значительная вариабельность чувствительности, а данные не были доступны пациенту в режиме реального времени [30].

В дальнейшем пациентам стали доступны возможности просмотра расчетных уровней глюкозы в режиме реального времени в течение 3 дней и увеличение времени ношения датчика до 7–10 дней. Появилась система

Flash-мониторинга глюкозы, которая позволила пользователю сканировать датчик, чтобы получить текущее значение глюкозы и тренды уровня глюкозы [31].

В настоящее время системы НМГ – это минимально инвазивные устройства, в которых используется подкожный датчик для измерения концентрации глюкозы в интерстициальной жидкости каждые 5–15 мин [32]. Системы НМГ состоят из подкожного датчика, передатчика и приемника. Пользователям предоставляются стрелки тренда, которые показывают скорость подъема или падения уровня глюкозы, что позволяет прогнозировать надвигающуюся гипо- и гипергликемию. Большинство систем НМГ носят на коже в течение 7–14 дней (Freestyle Libre, Medtronic Guardian, Dexcom). В 2017 г. выпущена система НМГ, срок службы сенсора которой составил 180 дней (Eversense XL) [33].

В настоящее время доступны 2 типа систем НМГ: НМГ в режиме реального времени и НМГ с прерывистым сканированием, или Flash-мониторирование. Системы НМГ в режиме реального времени автоматически передают непрерывный поток числовой и графической информации о текущем уровне глюкозы и направлении/скорости изменения на приемник или смартфон пользователя. Эти системы также имеют активные оповещения/сигналы тревоги, которые предупреждают пользователей о немедленной и/или надвигающейся гипо- или гипергликемии. Системы Flash-мониторинга требуют сознательного сканирования датчика пользователем для получения данных об уровне глюкозы. Крупные клинические испытания продемонстрировали, что использование любого из вариантов систем НМГ снижает частоту возникновения тяжелой гипогликемии и сокращает время пребывания в диапазоне гипогликемии (<3,9 ммоль/л, <3,0 ммоль/л) при СД 1-го типа [34].

В 2021 г. НМГ вошел во все мировые стандарты контроля СД: в качестве целей гликемического контроля дополнительно стали использоваться такие показатели, как время в целевом диапазоне, время в диапазоне выше целевого и время в диапазоне ниже целевого для всех пациентов, осуществляющих самоконтроль с помощью систем НМГ.

Таким образом, НМГ повышает качество жизни, позволяя принимать обоснованные решения относительно лечения СД с помощью более оптимизированного контроля уровня глюкозы. Это приводит к улучшению здоровья и уменьшению частоты СД [35].

Благодаря все более широкому применению НМГ в настоящее время в контексте лечения и управления СД традиционная гликемическая триада преобразовалась в гексаду: ГПН, ППГ, HbA_{1c}, время в целевом диапазоне, время в диапазоне выше целевого и время в диапазоне ниже целевого.

Заключение

Более 3 тыс. лет понадобилось человеку, чтобы понять причины и научиться диагностировать СД. Однако за последние 2 десятилетия достигнут невероятный прогресс благодаря развитию химии и физики. Будущее в развитии глюкометрии должно быть направлено на борьбу с реакцией на инородное тело при НМГ с целью улучшения переносимости сенсоров и увеличения срока их работы. Более того, технологии самоконтроля должны быть удобными для пользователей, недорогими, требовать минимального участия медицинских работников и обеспечивать длительный срок службы.

Раскрытие интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Список сокращений

ГПН – глюкоза плазмы натощак
НМГ – непрерывный мониторинг глюкозы
ППГ – постпрандиальная гликемия

СД – сахарный диабет
СКГК – самоконтроль глюкозы крови
HbA_{1c} – гликированный гемоглобин

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. Под ред. И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова. 10-й выпуск (дополненный). М., 2021 [Algoritmy spetsializirovannoi meditsinskoi pomoshchi bol'nym sakharnym diabetom. Pod red. I.I. Dedova, M.V. Shestakovo, A.Yu. Maiorova. 10-i vypusk (dopolnennyy). Moscow, 2021(in Russian)]. DOI:10.14341/DM12802
2. IDF. Diabetes Atlas. Tenth edition. 2021.
3. World Health Organization. Global health estimates: Deaths by cause, age, sex and country, 2000–2012. Geneva: World Health Organization, 2020.
4. Ebbel B. The Ebers papyrus (p-115). Oxford University Press, Copenhagen and Oxford, 1937.
5. Karamanou M, Protogerou A, Tsoucalas G, et al. Milestones in the history of diabetes mellitus: The main contributors. *World J Diabetes*. 2016;7(1):1-7. DOI:10.4239/wjd.v7.i1.1
6. Laios K, Karamanou M, Saridakis Z, Androutsos G. Aretaeus of Cappadocia and the first description of diabetes. *Hormones*. 2012;11:109-13. DOI:10.1007/BF03401545
7. Papaspyros NS. The history of diabetes. The History of Diabetes Mellitus. Second ed. Stuttgart, G. Thieme Verlag, 1964.
8. Goldman R, Zajac J, Shrestha A, et al. Principles of Diabetes Mellitus. Springer International Publishing, Cham, 2017; p. 3–19. DOI:10.1007/978-3-319-18741-9_1

9. Willis T. *Pharmaceutice rationalis, sive, Diatriba de medicamentorum operationibus in humano corpore.* Oxford, 1674.
10. Eknoyan G, Nagy J. A history of diabetes mellitus or how a disease of the kidneys evolved into a kidney disease. *Adv Chronic Kidney Dis.* 2005;12(2):223-9. DOI:10.1053/j.ackd.2005.01.002; PMID: 15822058
11. Moodley N, Ngxamngxa U, Turzyniecka MJ, Pillay TS. Historical perspectives in clinical pathology: a history of glucose measurement. *J Clin Pathol.* 2015;68(4):258-64. DOI:10.1136/jclinpath-2014-202672; PMID: 25568429
12. Benedict SR. A reagent for the detection of reducing sugars. *J Biol Chem.* 1909;5:485-7.
13. Руководство по клиническим лабораторным исследованиям. Под ред. Е.А. Кост и Л.Г. Смирновой. М., 1964; с. 366 [Rukovodstvo po klinicheskim laboratornym issledovaniyam. Pod red. EA Kost, LG Smirnovoi. Moscow, 1964; p. 366 (in Russian)].
14. Claude Bernard (1813–1878). *J Med Biogr.* 2013;21(4):255-6. DOI:10.1177/096772013508058
15. Баранов В.Г. Болезни эндокринной системы и обмена веществ: руководство по внутренним болезням. М.: Медицина, 1953 [Baranov VG. *Bolezni endokrinnoi sistemy i obmena veshhestv: rukovodstvo po vnutrennim bolezniyam.* Moscow, 1953 (in Russian)].
16. Muller D. Studien iiber ein neues Enzym Glykoseoxydase. *Biochem Z.* 1928;199:136-70.
17. Comer. Semiquantitative specific test paper for glucose in urine. *Anal Chem.* 1956;28:1748-50.
18. Free AH, Adams EC, Kercher ML, et al. Simple specific test for urine glucose. *Clin Chem.* 1957;3:163-8.
19. Free AH, Free HM. Self testing, an emerging component of clinical chemistry. *Clin Chem.* 1984;30:829-38.
20. Cheah JS, Wong AF. A rapid and simple blood sugar determination using the Ames reflectance meter and Dextrostix system: a preliminary report. *Singapore Med J.* 1974;15:51-2.
21. Rahbar S, Blumenfeld O, Ranney HM. Studies of an unusual hemoglobin in patients with diabetes mellitus. *Biochem Biophys Res Commun.* 1969;36:838-43.
22. Allen DW, Schroeder WA, Balog J. Observations on the chromatographic heterogeneity of normal adult and fetal human hemoglobin: a study of the effects of crystallization and chromatography on the heterogeneity and isoleucine content. *J Am Chem Soc.* 1958;80:1628-34.
23. Peacock I. Glycosylated haemoglobin: measurement and clinical use. *J Clin Pathol.* 1984;37(8):841-51. DOI:10.1136/jcp.37.8.841; PMID: 6381544; PMCID: PMC498879
24. Zhang B, Zhang B, Zhou Z, et al. The value of glycosylated hemoglobin in the diagnosis of diabetic retinopathy: a systematic review and Meta-analysis. *BMC Endocr Disord.* 2021;21(1):82. DOI:10.1186/s12902-021-00737-2
25. Beck RW, Connor CG, Mullen DM, et al. The Fallacy of Average: How Using HbA_{1c} Alone to Assess Glycemic Control Can Be Misleading. *Diabetes Care.* 2017;40:994-9. DOI:10.2337/dc17-0636
26. Beisswenger P, Heine RJ, Leiter LA, et al. Prandial glucose regulation in the glucose triad: Emerging evidence and insights. *Endocrine.* 2004;25:195-202. DOI:10.1385/ENDO:25:3:195
27. Bode BW. The Accuracy and Interferences in Self-monitoring of Blood Glucose. *US Endocrine Disease.* 2007:46-8.
28. Patton SR. Adherence to glycemic monitoring in diabetes. *J Diabetes Sci Technol.* 2015;9(3):668-75. DOI:10.1177/1932296814567709
29. Davis GM, Galindo RJ, Migdal AL, Umpierrez GE. Diabetes Technology in the Inpatient Setting for Management of Hyperglycemia. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2020;49(1):79-93. DOI:10.1016/j.ecl.2019.11.002
30. Didyuk O, Econom N, Guardia A, et al. Continuous Glucose Monitoring Devices: Past, Present, and Future Focus on the History and Evolution of Technological Innovation. *J Diabetes Sci Technol.* 2021;15(3):676-83. DOI:10.1177/1932296819899394
31. Petrie JR, Peters AL, Bergenstal RM, et al. Improving the clinical value and utility of CGM systems: issues and recommendations: a joint statement of the european association for the study of diabetes and the American diabetes association diabetes technology working group. *Diabetes Care.* 2017;40(12):1614-21. DOI:10.2337/dci17-0043
32. Marks BE, Wolfsdorf JI. Monitoring of Pediatric Type 1 Diabetes. *Front Endocrinol.* 2020;11:1-16. DOI:10.3389/fendo.2020.00128
33. Aronson R, Abitbol A, Tweden KS. First assessment of the performance of an implantable continuous glucose monitoring system through 180 days in a primarily adolescent population with type 1 diabetes. *Diabetes Obes Metab.* 2019;21(7):1689-94. DOI:10.1111/dom.13726
34. Hásková A, Radovnická L, Petruželková L, et al. Real-time CGM Is Superior to Flash Glucose Monitoring for Glucose Control in Type 1 Diabetes: The CORRIDA Randomized Controlled Trial. *Diabetes Care.* 2020;43(11):2744-50. DOI:10.2337/dc20-0112
35. Wan W, Skandari MR, Minc A, et al. Cost-effectiveness of continuous glucose monitoring for adults with type 1 diabetes compared with self-monitoring of blood glucose: the DIAMOND randomized trial. *Diabetes Care.* 2018;41(6):1227-34. DOI:10.2337/dc17-1821

Статья поступила в редакцию / The article received: 11.05.2022



OMNIDOCTOR.RU