



Роль глюкозотолерантного теста и оценки гликированного гемоглобина в выявлении нарушений углеводного обмена у лиц с высоким риском развития сахарного диабета 2 типа

Ф.В. Валеева, д.м.н., проф., Т.С. Йылмаз, к.м.н., Ю.У. Шарипова, к.м.н.,
Ж.А. Родыгина, К.Б. Хасанова, к.м.н., З.Р. Алиметова, к.м.н.

Адрес для переписки: Зульфия Раисовна Алиметова, alzburg@mail.ru

Для цитирования: Валеева Ф.В., Йылмаз Т.С., Шарипова Ю.У. и др. Роль глюкозотолерантного теста и оценки гликированного гемоглобина в выявлении нарушений углеводного обмена у лиц с высоким риском развития сахарного диабета 2 типа. Эффективная фармакотерапия. 2026; 22 (4): 8–13.

DOI 10.33978/2307-3586-2026-22-4-8-13

Появление в арсенале врачей такого диагностического показателя, как гликированный гемоглобин (HbA1c), привело к тому, что пероральный глюкозотолерантный тест (ПГТТ) стал реже использоваться в эндокринологической практике, однако его проведение остается по-прежнему актуальным. Применение ПГТТ позволяет диагностировать ранние нарушения углеводного обмена, и по значимости он во многом превосходит определение уровня HbA1c.

Цель – сравнить диагностическую значимость оценки уровня HbA1c и ПГТТ для выявления ранних нарушений углеводного обмена у лиц с двумя или более факторами риска развития сахарного диабета (СД) 2 типа.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 238 пациентов с двумя и более факторами риска развития СД 2 типа. Всем пациентам был проведен ПГТТ с использованием 75 г безводной глюкозы и определен уровень HbA1c. Статистический анализ данных, полученных в ходе исследования, проводился с использованием современных методов прикладной статистики (R Foundation for Statistical Computing 4.2.1, Вена, Австрия). Описательные статистики представлены в виде абсолютной и относительной частот для качественных переменных и медианы (первого и третьего квартилей) для количественных переменных. Для сравнения количественных переменных применяли критерий Краскела – Уоллиса. Прогностическую ценность отрицательного и положительного результатов оценивали с помощью построения матрицы сопряженности (таблица 2 × 2).

Результаты. Согласно данным ПГТТ, нарушения углеводного обмена имели место у 58% (138) участников исследования, при этом у 18% (43) впервые был диагностирован СД 2 типа, у 40% (95) – предиабет. Диагноз впервые выявленного СД 2 типа на основании результатов определения уровня HbA1c ($6,7 \pm 0,9\%$) был установлен только у 6,5% (9) пациентов. У лиц с нарушенной гликемией натощак среднее значение HbA1c по данным ПГТТ составило 5,6 (5,3–5,9)%, у лиц с нарушением толерантности к глюкозе – 6,3 (6,0–6,3)%. При этом у 17% (7) пациентов с СД 2 типа, подтвержденным результатами ПГТТ, уровень HbA1c находился в диапазоне от 5,7 до 6,4%. Прогностическая ценность отрицательного результата (negative predictive value) использования HbA1c для диагностики предиабета и СД 2 типа оказалась низкой – 17% при 95%-ном доверительном интервале 6–33.

Выводы. Низкая прогностическая ценность отрицательного результата применения HbA1c для выявления ранних нарушений углеводного обмена указывает на важность проведения ПГТТ.

Ключевые слова: сахарный диабет, нарушение толерантности к глюкозе, нарушенная гликемия натощак, гликированный гемоглобин, пероральный глюкозотолерантный тест



Значимость своевременного выявления ранних нарушений углеводного обмена обусловлена тем, что при сахарном диабете (СД) 2 типа риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний повышается на всех этапах кардиоваскулярного континуума – от эндотелиальной дисфункции до хронической сердечной недостаточности [1]. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (World Health Organization, WHO), в 2017 г. ежегодно регистрировалось около 500 тыс. случаев хронической почечной недостаточности, требующей заместительной терапии, 600 тыс. случаев потери зрения и порядка 1 млн случаев ампутации нижних конечностей [2].

В основе развития осложнений СД лежит хроническая гипергликемия, приводящая к прогрессирующему нарастанию неферментативного гликозилирования белков и накоплению продуктов гликирования [3]. Данные процессы начинаются задолго до манифестации СД 2 типа – уже на ранних этапах нарушений углеводного обмена, когда пациент либо не знает об их наличии, либо не придает должного внимания незначительному повышению гликемии [4]. Активный скрининг и выявление лиц с нарушениями углеводного обмена, в идеале на самых ранних этапах, обеспечит профилактику развития не только СД 2 типа, но и его осложнений [4].

В течение 25 лет золотым стандартом диагностики нарушений углеводного обмена считался пероральный глюкозотолерантный тест (ПГТТ) с 75 г глюкозы [5]. Его применение для диагностики СД началось в 20-е гг. XX в. [6]. Однако методика проведения ПГТТ и диагностические критерии нарушений углеводного обмена различались на разных этапах становления диабетологии как науки. Так, в 1954 г. S.S. Fajans и J.W. Conn проводили ПГТТ из расчета 1,75 г глюкозы на 1 кг массы тела и определяли гликемию через 1 час, 1 час 30 минут и через 2 часа (оценка гликемии натощак в то время не проводилась) [6, 7]. В разное время медицинские сообщества разных стран предлагали использовать для проведения ПГТТ 50- или 100-граммовые растворы глюкозы [6, 7]. В 1979 г. эксперты Национальной группы по сбору данных о диабете (National Diabetes Data Group, NDDG) признали недостаточным применение 50 г глюкозы для выявления нарушения толерантности к глюкозе (НТГ) у некоторых групп пациентов, подчеркнув при этом, что

использование 100 г глюкозы часто плохо переносится и вызывает тошноту [8]. Поскольку углеводная нагрузка при приеме 75 и 100 г глюкозы у небеременных взрослых оказалась сопоставимой, первая доза была рекомендована для проведения ПГТТ.

Экспертами NDDG были предложены критерии нарушений углеводного обмена, представленные в табл. 1 [8]. В 1980–1985 гг. был принят консенсус по критериям диагностики нарушений углеводного обмена и утвержден ПГТТ с 75 г глюкозы [9]. Уровень глюкозы плазмы натощак (ГПН) $\geq 7,8$ ммоль/л и через 2 часа после теста или в любое время суток $\geq 11,1$ ммоль/л стал маркером сахарного диабета. Значения ГПН $< 6,1$ ммоль/л в сочетании с показателями через 2 часа после ПГТТ $> 7,8$ и $< 11,1$ ммоль/л служили доказательством наличия нарушения толерантности к глюкозе [9].

Методики проведения ПГТТ и критерии диагностики СД исторически также претерпевали изменения (табл. 2) [10]. В 1997 г. эксперты Американской диабетической ассоциации (American Diabetes Association, ADA) предложили снизить пороговое значение ГПН для выявления сахарного диабета с $\geq 7,8$ до $\geq 7,0$ ммоль/л [10]. В соответствии с рекомендациями ADA и WHO были утверждены новые критерии нарушений углеводного обмена. Так, уровень ГПН $\geq 7,0$ ммоль/л через 2 часа после ПГТТ или в любое время суток $\geq 11,1$ ммоль/л был признан критерием СД, уровень ГПН $< 7,0$ ммоль/л и через 2 часа после ПГТТ $\geq 7,8$ и $< 11,1$ ммоль/л – критерием НТГ. Нарушенная гликемия натощак

Таблица 1. Критерии нарушений углеводного обмена вне беременности, согласно рекомендациям NDDG

Состояние	Критерий
Сахарный диабет	ГПН $\geq 7,8$ ммоль/л ГП через 2 часа после ПГТТ или в случайной точке $> 11,1$ ммоль/л
Норма	ГПН $< 6,4$ ммоль/л ГП через 2 часа после ПГТТ $< 7,8$ ммоль/л ГП через 30, 60 или 90 минут после ПГТТ $< 11,1$ ммоль/л
Нарушение толерантности к глюкозе*	ГПН $< 7,0$ ммоль/л ГП через 30, 60 или 90 минут после ПГТТ $> 11,1$ ммоль/л ГП через 120 минут после ПГТТ $> 7,8$ и $< 11,1$ ммоль/л

* На фоне ПГТТ с 75 г глюкозы при изменении трех параметров.

Примечание. ГП – глюкоза плазмы.

Таблица 2. Изменение методики проведения ПГТТ и критериев диагностики сахарного диабета

Автор/организация	Нагрузка глюкозой, г	Глюкоза плазмы, ммоль/л						Критерии положительного теста
		н/т	через 30 минут	через 60 минут	через 90 минут	через 120 минут	через 180 минут	
S.S. Fajans и соавт. (1954 г.)	1,75 на кг идеальной массы тела	–	–	10,3	8,9	7,8	–	Все три значения
USPHS (1964 г.)	100	6,9	–	10,8	–	7,8	6,9	По крайней мере три значения
NDDG (1979 г.)	75	7,8	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	Н/т или через 2 часа после нагрузки + промежуточное значение
WHO (1980/1985 г.)	75	7,8	–	–	–	11,1	–	Н/т и/или через 2 часа после нагрузки
ADA (1997 г.)	75	7,0	–	–	–	11,1	–	Н/т и/или через 2 часа после нагрузки

Примечание. USPHS (United States Public Health Service) – Служба общественного здравоохранения США, н/т – натощак.



определялась по уровню ГПН от 6,1 до 6,9 ммоль/л, однако в 2003 г. ADA снизила диагностический порог до 5,6 ммоль/л [11].

На сегодняшний день перед проведением ПГТТ необходимо оценить наличие факторов риска развития СД 2 типа [12]. В настоящее время определить десятилетний риск развития СД 2 типа можно с помощью опросника Finnish Diabetes Risk Score (FINDRISC) [13]. Данный риск устанавливается исходя из антропометрических данных, пищевого поведения и физической активности, а также исходя из наследственной предрасположенности к развитию данного заболевания. Если суммарное количество баллов соответствует умеренному или высокому риску развития сахарного диабета 2 типа, проведение ПГТТ показано [12].

При проведении ПГТТ возможно возникновение краткосрочных побочных явлений, таких как тошнота, рвота, диарея, ощущение жара или озноба, головная боль, головокружение [14]. Именно поэтому пить приготовленный раствор глюкозы рекомендуется медленно. В него можно добавить сок лимона или лимонную кислоту. Однако важно помнить, что, даже если симптома не присутствует, она не является жизнеугрожающей.

Единственным побочным эффектом, требующим повышенного внимания, считается реактивная гипогликемия, возникающая при проведении ПГТТ после родов у женщин с гестационным сахарным диабетом в анамнезе [15]. Реактивная гипогликемия может рассматриваться в качестве благоприятного прогностического фактора, так как ассоциирована с хорошим метаболическим профилем, включая повышенную чувствительность к инсулину и более высокую секреторную способность β -клеток [15, 16].

При назначении ПГТТ может возникнуть ряд проблем. Во-первых, это страх, связанный с мифом, что глюкоза может разрушить поджелудочную железу и привести к развитию сахарного диабета [17]. Во-вторых, длительность исследования. Часто пациенты не хотят проводить 2,0–2,5 часа в лаборатории [18]. В связи с этим альтернативным методом исследования становится определение гликированного гемоглобина (HbA1c). Уровень HbA1c $\geq 6,5\%$ свидетельствует о развитии сахарного диабета, от 6,0 до 6,4% – о наличии нарушений углеводного обмена. Однако уровень HbA1c $< 6,0\%$ не исключает наличия нарушений углеводного обмена, а значит, не может служить маркером ранних нарушений углеводного обмена. Следовательно, оценка уровня HbA1c не является альтернативой ПГТТ [19].

С целью сравнения диагностической значимости определения уровня HbA1c с диагностической значимостью ПГТТ для выявления ранних нарушений углеводного обмена у лиц с высоким риском развития СД 2 типа нами было проведено собственное скрининговое исследование.

Материал и методы

В исследование вошли 238 пациентов, у которых имели место факторы риска развития СД 2 типа.

Критерии включения в исследование:

- ✓ избыточная масса тела или ожирение (индекс массы тела ≥ 25 кг/м²);
 - ✓ наличие как минимум одного из следующих факторов риска развития СД 2 типа: возраст ≥ 45 лет, отягощенная наследственность по СД 2 типа, гестационный сахарный диабет или рождение плода > 4 кг в анамнезе, артериальная гипертензия, наличие сердечно-сосудистых заболеваний.
- В исследование не включали пациентов, получавших сахароснижающую терапию или диетотерапию.
- Критерии невключения:
- ✓ СД 1 типа и другие специфические типы СД;
 - ✓ клиническая картина острой декомпенсации углеводного обмена;
 - ✓ острое нарушение мозгового кровообращения, инфаркт миокарда в течение последнего месяца;
 - ✓ беременность и период лактации.

Всем включенным в исследование пациентам был проведен ПГТТ, согласно положениям, приведенным в алгоритмах специализированной медицинской помощи больным СД 2025 г. Взятие венозной крови на 0-й и 120-й минутах проводилось в пробирки с ЭДТА. Кровь была центрифугирована на центрифуге СМ-6М (ELMI, Латвия) не позднее 15 минут после забора при 3500 об/мин в течение 10 минут. Определение уровня глюкозы проводилось в день забора крови на биохимическом анализаторе ARCHITECT c4000 (Abbott Diagnostics, США) стандартными наборами реактивов производителя. Уровень HbA1c определяли с помощью экспресс-метода (анализатор Abbott Nycocard Reader II, США).

Исследование было одобрено локальным этическим комитетом ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России (выписка из протокола заседания № 10 от 22.12.2015).

Для хранения и обсчета результатов исследования была создана матрица данных в виде электронных таблиц Microsoft Office Excel 2010. Статистический анализ и визуализация полученных данных проводились с использованием среды для статистических вычислений R 4.2.1 (R Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия). Описательные статистики представлены в виде абсолютной и относительной частот для качественных переменных, в виде медианы, а также первого и третьего квартилей (Q1–Q3) – для количественных переменных. Для сравнения количественных переменных использовали тест Краскела – Уоллиса. Различия показателей считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Для оценки прогностической ценности отрицательного и положительного результатов использовали метод построения матрицы сопряженности (таблица 2 \times 2).

Результаты

Согласно результатам ПГТТ, нарушения углеводного обмена имели место у 58% (138) обследованных. При этом впервые выявленный СД 2 типа обнаружен у 18% (43) пациентов, предиабет – у 40% (95). Необходимо отметить, что нарушение толерантности к глюкозе встречалось в два раза чаще, чем нарушенная гликемия натощак (рис. 1). При более детальном анализе этой группы



были выделены пациенты с изолированным нарушением толерантности к глюкозе. Таковых насчитывался 41% (39) (рис. 2).

Согласно результатам оценки уровня HbA1c, СД 2 типа впервые был диагностирован у 6,5% (9) обследованных (рис. 3). Это число было меньше количества, полученного по результатам ПГТТ. Среднее значение HbA1c различалось у лиц с разными нарушениями углеводного обмена ($p < 0,0001$). Так, уровень HbA1c у лиц с нарушенной гликемией натощак в среднем составлял 5,6 (5,3–5,9)%, у лиц с нарушением толерантности к глюкозе – 6,3 (6,0–6,3)%, у лиц без нарушений углеводного обмена – 5,7 (5,5–6,0)%, у лиц с впервые выявленным СД 2 типа – 6,7 (6,5–6,9)%. Более того, у 17% (7) пациентов с СД 2 типа, подтвержденным результатами ПГТТ, уровень HbA1c находился в диапазоне от 5,7 до 6,4%. Прогностическая ценность отрицательного результата (negative predictive value, NPV) использования HbA1c для диагностики предиабета и впервые выявленного СД 2 типа оказалась низкой – 17% (95%-ный доверительный интервал (ДИ) 6–33).

Обсуждение

Полученные нами данные согласуются с данными, представленными Национальным медицинским исследовательским центром эндокринологии [20]. Нами установлено, что ранние нарушения углеводного обмена в 1,2 раза чаще выявляются в виде изолированного нарушения толерантности к глюкозе, чем в виде нарушенной гликемии натощак. Это подтверждает общую закономерность. Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о том, что центральную роль в развитии нарушений углеводного обмена играет именно нарушение толерантности к глюкозе [21]. Так, в исследовании DECODE, в ходе которого были проанализированы данные 13 европейских когортных исследований, включавших более чем 22 тыс. пациентов, регистрировалась повышенная смертность пациентов с НТГ, выявленным с помощью ПГТТ, тогда как корреляция между изменением уровня ГПН и смертностью отсутствовала [22]. Результаты данного исследования коррелируют с показателями научных работ немецких и японских ученых, согласно которым нарушение толерантности к глюкозе является значимым фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний по сравнению с нарушенной гликемией натощак [23, 24]. Ряд характеристик HbA1c обуславливают преимущество его оценки перед проведением ПГТТ при диагностике сахарного диабета 2 типа [25]. Именно поэтому мы проанализировали соответствие результатов ПГТТ и определения уровня HbA1c в отношении выявления нарушений углеводного обмена [17].

Эксперты WHO и ADA отмечают, что рекомендуемый уровень HbA1c 6,5% обладает низкой чувствительностью для диагностики СД 2 типа. Вместе с тем уровень HbA1c < 6,5% не позволяет исключить наличие СД 2 типа у всех пациентов. Значение HbA1c 6,1% характеризуется большей чувствительностью и специфичностью в отношении диагностики данной патологии [26]. В нашей работе применение HbA1c не позволило выявить ранние нарушения углеводного обмена

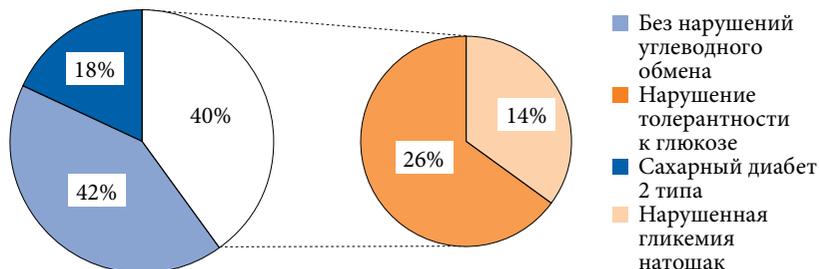


Рис. 1. Частота нарушений углеводного обмена у лиц с повышенным риском развития сахарного диабета 2 типа

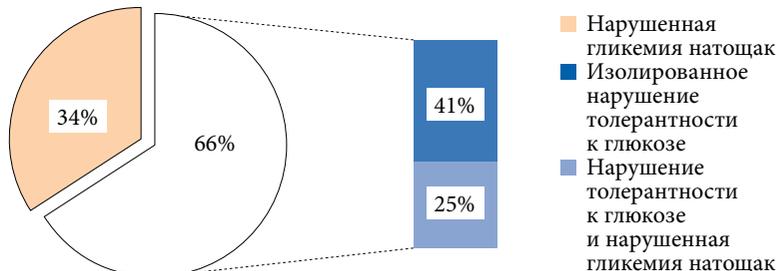


Рис. 2. Структура ранних нарушений углеводного обмена среди лиц с факторами риска развития сахарного диабета 2 типа



Рис. 3. Количество лиц с сахарным диабетом 2 типа и предиабетом, выявленных с помощью ПГТТ и измерения уровня HbA1c

у значительной части пациентов с факторами риска развития диабета.

Прогностическая значимость NPV заключается в оценке вероятности отсутствия заболевания при получении отрицательного (нормального) результата теста. Этот показатель определяется как соотношение истинно отрицательных результатов к общему числу отрицательных результатов и выражается в процентах или в виде десятичной доли [27]. Согласно полученным нами данным, NPV использования HbA1c для диагностики предиабета и впервые выявленного СД 2 типа оказался низким и составил 17% (95% ДИ 6–33). На конгрессе Эндокринологического общества США (Endocrine Society, ENDO) 2019 г. также были представлены результаты исследования, свидетельствующие, что использование HbA1c для диагностики СД 2 типа связано с занижением распространенности заболевания [28].

Таким образом, из представленных нами результатов следует, что пациенты с уровнем HbA1c от 5,7 до 6,4% должны проходить ПГТТ для выявления ранних нарушений углеводного обмена. Кроме того, значение HbA1c, используемое для диагностики впервые выявленного СД 2 типа, должно быть меньше 6,5%. Это согласуется



с выводами других авторов [29–31]. Так, группа ученых из Японии для скрининга СД 2 типа предложила использовать значение HbA1c, равное 6,0% [32], в то время как китайские ученые – 6,3% [33], а австралийская исследовательская группа – 5,5% [34]. Тем не менее необходимы дальнейшие проспективные исследования для уточнения роли HbA1c в качестве инструмента скрининга ранних нарушений углеводного обмена [31–33]. Исследование Е.А. Шестаковой, посвященное сопоставлению использования ПГТТ и оценки уровня HbA1c для диагностики нарушений углеводного обмена в Российской Федерации, показало несоответствие результатов

этих методов [35]. При уровне HbA1c > 7% частота выявления СД 2 типа была идентична таковой при использовании ПГТТ [35]. Однако при уровне HbA1c < 7% результаты различались. Данная работа также продемонстрировала, что для верификации диагноза требуется именно ПГТТ.

Выводы

Прогностическая ценность отрицательного результата применения HbA1c для выявления ранних нарушений углеводного обмена составила 17%. Это обосновывает необходимость проведения ПГТТ. 🌐

Литература

1. Кочергина И.И. Важность контроля гликемии у больных с ранними формами нарушения углеводного обмена в целях профилактики сахарного диабета 2-го типа и сердечно-сосудистой патологии. *Consilium Medicum*. 2020; 22 (12): 57–62.
2. HEARTS D: diagnosis and management of type 2 diabetes. Geneva: World Health Organization, 2020 // <https://www.who.int/publications/i/item/who-ucn-ncd-20.1> (дата обращения – 05.02.2025).
3. Балаболкин М.И. Роль гликирования белков, окислительного стресса в патогенезе сосудистых осложнений при сахарном диабете. *Сахарный диабет*. 2002; 5 (4): 8–16.
4. Демидова И.Ю., Боева В.В. Скрининг, диагностика и лечение ранних нарушений углеводного обмена. *Фарматека*. 2024; 2: 84–91.
5. Magliano D.J., Boyko E.J. COVID-19 and diabetes. *IDF Diabetes Atlas*. 10th ed. International Diabetes Federation, 2021 // <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK581933/#ch4.s2> (дата обращения – 08.02.2025).
6. Fajans S.S., Conn J.W. Prediabetes, subclinical diabetes and latent clinical diabetes: interpretation, diagnosis and treatment. *Nat. Treat. Diabetes*. 1965; 84: 641–656.
7. Remein Q.R., Wilkerson H.L. The efficiency of screening tests for diabetes. *J. Chronic. Dis*. 1961; 13: 6–21.
8. Classification and diagnosis of diabetes mellitus and other categories of glucose intolerance. National Diabetes Data Group. *Diabetes*. 1979; 28 (12): 1039–1057.
9. Дедов И.И., Шестакова М.В., Александров А.А. и др. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом (5-й выпуск). *Сахарный диабет*. 2011; 14 (3s): 2–72.
10. Herman W.H. Diabetes epidemiology: guiding clinical and public health practice: the Kelly West Award Lecture, 2006. *Diabetes Care*. 2007; 30 (7): 1912–1919.
11. Botas P., Delgado E., Castaño G., et al. Comparison of the diagnostic criteria for diabetes mellitus, WHO–1985, ADA–1997 and WHO–1999 in the adult population of Asturias (Spain). *Diabet. Med*. 2003; 20 (11): 904–908.
12. Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю. и др. Сахарный диабет 2 типа у взрослых. Клинические рекомендации. М., 2022.
13. Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю. и др. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. 11-й выпуск. *Сахарный диабет*. 2023; 26 (S2): 1–157.
14. Lages M., Barros R., Moreira P., Guarino M.P. Metabolic effects of an oral glucose tolerance test compared to the mixed meal tolerance tests: a narrative review. *Nutrients*. 2022; 14 (10): 2032.
15. Quansah D.Y., Giorgi S.D., Dizes O.L., et al. Reactive hypoglycaemia during the OGTT after gestational diabetes mellitus: metabolic implications and evolution. *Diabet. Med*. 2022; 39 (11): e14920.
16. Conwell L.S., Batch J.A. Oral glucose tolerance test in children and adolescents: positives and pitfalls. *J. Paediatr. Child. Health*. 2004; 40 (11): 620–626.
17. Губергриц Н.Б., Беляева Н.В. Панкреатология: развенчанные мифы. *Вестник клуба панкреатологов*. 2020; 3 (48): 38–43.
18. Самбунова Е.В., Силуянова Н.А., Слюсарь Н.М. Анализ использования перорального теста на толерантность к глюкозе в диагностике сахарного диабета и промежуточной гипергликемии у пациентов пожилого и старческого возраста. *Клиническая и лабораторная консультация*. 2012; 3: 72–77.
19. Berezowsky A., Raban O., Aviram A., et al. Abnormal glucose challenge test in absence of oral glucose tolerance test – are there consequences? *J. Obstet. Gynaecol*. 2021; 41 (8): 1216–1219.
20. Шестакова Е.А., Лунина Е.Ю., Галстян Г.Р. и др. Распространенность нарушений углеводного обмена у лиц с различными сочетаниями факторов риска сахарного диабета 2 типа в когорте пациентов исследования NATION. *Сахарный диабет*. 2020; 23 (1): 4–11.
21. Ryden L., Standl E., Bartnik M., et al. Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases. *Rev. Esp. Cardiol*. 2007; 60 (5): 1e–64e.
22. Аметов А.С. Современные аспекты патогенеза сахарного диабета 2 типа: β-клетка, что с тобой? *Эндокринология: новости, мнения, обучение*. 2022; 11 (4): 8–20.



23. Tominaga M., Eguchi H., Manaka H., et al. Impaired glucose tolerance is a risk factor for cardiovascular disease, but not impaired fasting glucose. The Funagata Diabetes Study. *Diabetes Care*. 1999; 22 (6): 920–924.
24. Schnell O., Standl E. Impaired glucose tolerance, diabetes, and cardiovascular disease. *Endocr. Pract.* 2006; 12 (Suppl. 1): 16–19.
25. Dunstan D.W., Zimmet P.Z., Welborn T.A., et al. The rising prevalence of diabetes and impaired glucose tolerance: the Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle Study. *Diabetes Care*. 2002; 25 (5): 829–834.
26. Kumar P.R., Bhansali A., Ravikiran M., et al. Utility of glycosylated hemoglobin in diagnosing type 2 diabetes mellitus: a community-based study. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2010; 95 (6): 2832–2835.
27. Костюк С.А. Валидация молекулярно-биологических методов лабораторной диагностики. *Медицинские новости*. 2012; 4: 16–19.
28. American Diabetes Association. 6. Glycemic targets: standards of medical care in diabetes – 2019. *Diabetes Care*. 2019; 42 (Suppl. 1): S61–S70.
29. Abdul-Ghani M.A., DeFronzo R.A. Plasma glucose concentration and prediction of future risk of type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2009; 32 Suppl. 2 (Suppl. 2): S194–S198.
30. Gosmanov A.R., Wan J. Low positive predictive value of hemoglobin A1c for diagnosis of prediabetes in clinical practice. *Am. J. Med. Sci.* 2014; 348 (3): 191–194.
31. Lim W.Y., Ma S., Heng D., et al. Screening for diabetes with HbA1c: test performance of HbA1c compared to fasting plasma glucose among Chinese, Malay and Indian community residents in Singapore. *Sci. Rep.* 2018; 8 (1): 12419.
32. Shimodaira M., Okaniwa Sh., Hanyu N., Nakayama T. Optimal hemoglobin A1c levels for screening of diabetes and prediabetes in the Japanese population. *J. Diabetes Res.* 2015; 2015: 932057.
33. Liu Y., Xiao X., Sun Ch., et al. Ideal glycosylated hemoglobin cut-off points for screening diabetes and prediabetes in a Chinese population. *J. Diabetes Investig.* 2016; 7 (5): 695–702.
34. Lu Z.X., Walker K.Z., O'Dea K., et al. A1C for screening and diagnosis of type 2 diabetes in routine clinical practice. *Diabetes Care*. 2010; 33 (4): 817–819.
35. Шестакова Е.А. Соответствие критериев диагностики сахарного диабета по результатам перорального глюкозотолерантного теста и уровню гликированного гемоглобина HbA1c. *Проблемы эндокринологии*. 2014; 60 (1): 36–38.

Role of Glucose Tolerance Test and Assessment of Glycated Hemoglobin in Diagnostics of Early Carbohydrate Metabolism Disorders in People at High Risk of Developing of Type 2 Diabetes Mellitus

F.V. Valeeva, PhD, Prof., T.S. Yilmaz, PhD, Yu.U. Sharipova, PhD, Zh.A. Rodygina, K.B. Khasanova, PhD, Z.R. Alimetova, PhD

Kazan State Medical University

Contact person: Zulfiya R. Alimetova, alzur@gmail.ru

With the invention of glycosylated hemoglobin (HbA1c) as a diagnostic test, the oral glucose tolerance test has become less frequently used in endocrinological practice, but still remains relevant. The use of the oral glucose tolerance test allows diagnosing early carbohydrate metabolism disorders and is much more significant than determining the HbA1c level.

Aim – assess the diagnostic value of determining the level of HbA1c in comparison with oral glucose tolerance test for the detection of early carbohydrate metabolism disorders among individuals with two or more risk factors for the development of type 2 diabetes mellitus.

Material and methods. The study involved 238 patients with two or more risk factors for type 2 diabetes. All patients underwent an oral glucose tolerance test using 75 g of anhydrous glucose and the level of HbA1c was determined. The statistical analysis of the data obtained during the study was carried out using modern methods of applied statistics (R Foundation for Statistical Computing 4.2.1, Vienna, Austria). Descriptive statistics are presented in the form of absolute and relative frequencies for qualitative variables and medians (1st and 3rd quartiles) for quantitative ones. The Kruskal – Wallis test was used to compare quantitative variables. To assess the predictive value of negative and positive results, the conjugacy matrix construction method was used (table 2 × 2).

Results. According to the results of the oral glucose tolerance test, carbohydrate metabolism disorders were detected in 58% (138) of the study participants, where 18% (43) of patients were diagnosed with diabetes mellitus type 2 for the first time, prediabetes – in 40% (95) people. The diagnosis of newly diagnosed diabetes mellitus type 2 based on the results of the HbA1c level (6.7 ± 0.9%) was established only in 6.5% (9) subjects. In patients with impaired fasting glycemia, according to oral glucose tolerance test, the average HbA1c value was 5.6 (5.3–5.9)%, in those with impaired glucose tolerance – 6.3 (6.0–6.3)%. However, in 17% (7) of patients with type 2 diabetes confirmed by the oral glucose tolerance test, the HbA1c level was in the range from 5.7 to 6.4%. The prognostic value of the negative predictive value of using HbA1c for the diagnosis of prediabetes and newly diagnosed type 2 diabetes turned out to be low – 17% with a 95% confidence interval of 6–33.

Conclusions. The low negative predictive value of HbA1c for detecting early carbohydrate metabolism disorders highlights the importance of performing an oral glucose tolerance test.

Keywords: diabetes mellitus, impaired glucose tolerance, impaired fasting glucose, glycosylated hemoglobin, oral glucose tolerance test