

## ВОЗМОЖНОСТИ ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ В ДИАГНОСТИКЕ АНГИОПАТИЙ ПОЧЕК И СЕРДЦА У ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА И НАРУШЕНИЕМ ТОЛЕРАНТНОСТИ К ГЛЮКОЗЕ

Д. С. Харина<sup>1,2</sup>✉, Т. А. Полетаева<sup>1</sup>, А. К. Кондаков<sup>1,2</sup>, Д. Ю. Мосин<sup>1</sup>, И. А. Знаменский<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Центральная клиническая больница РАН, Москва

<sup>2</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва

Число больных сахарным диабетом (СД) растет, и требуется разработка эффективных подходов к ранней диагностике заболевания. Перспективными являются радионуклидные методы диагностики. Проведен ретроспективный анализ истории болезни и скинтиграмм пациентов с СД 2 типа ( $n = 83$ ) и нарушением толерантности к глюкозе ( $n = 52$ ) для оценки эффективности динамической нефросцинтиграфии и перфузионной томосцинтиграфии (однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, ОФЭКТ) миокарда в покое при выявлении ангиопатий почек и сердца. В группу сравнения ( $n = 45$ ) включили пациентов с нормальным содержанием глюкозы в крови. Оценивали функциональное состояние паренхимы почек путем качественного анализа скинтиграмм и ренографических кривых, скорость клубочковой фильтрации (СКФ) — по методам Gates и Кокрофта–Голта, наличие и площадь повреждений миокарда — по данным перфузионной ОФЭКТ, синхронизированной с эхокардиографией. Функциональная активность почечной паренхимы значимо снизилась только у пациентов с СД 2 типа (критерий  $\chi^2$  Пирсона,  $p = 0,03$  при сопоставлении с группой сравнения). СКФ по Gates в обеих опытных группах была значимо ниже, чем в группе сравнения (U-критерий Манна–Уитни,  $p = 0,0004$  и  $p = 0,0002$  соответственно), а в группе пациентов с СД 2 типа — ниже, чем в группе пациентов с нарушением толерантности к глюкозе ( $p = 0,0004$ ). Для показателя СКФ по Кокрофту–Голту наблюдали те же закономерности, но различия при сопоставлении группы пациентов с нарушением гликемии и группы сравнения были недостоверными ( $p = 0,08$ ). Корреляция между значениями СКФ, полученными разными методами, во всех группах была средней силы (коэффициент корреляции Спирмена  $r = 0,53$  при  $p = 0,038$ ). Рубцовые повреждения миокарда в обеих опытных группах выявлялись достоверно чаще, чем в группе сравнения, но различия по показателю между опытными группами были незначимыми.

**Ключевые слова:** сахарный диабет, нарушение толерантности к глюкозе, динамическая нефросцинтиграфия, перфузионная томосцинтиграфия миокарда

✉ Для корреспонденции: Харина Дина Сергеевна  
ул. Литовский бульвар, д. 1а, г. Москва, 117593; sardina.sl@mail.ru

Статья получена: 25.11.2016 Статья принята к печати: 10.12.2016

## NUCLEAR MEDICINE IN THE DIAGNOSIS OF RENAL AND CORONARY ANGIOPATHIES IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES AND IMPAIRED GLUCOSE TOLERANCE

Kharina DS<sup>1,2</sup>✉, Poletaeva TA<sup>1</sup>, Kondakov AK<sup>1,2</sup>, Mosin DY<sup>1</sup>, Znamensky IA<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Central Clinical Hospital of RAS, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

The number of patients suffering from diabetes mellitus (DM) is increasing necessitating the development of new strategies for early detection of the disease. Here, radionuclide imaging may be a promising diagnostic technique. We have conducted a retrospective analysis of medical records and scintigrams of patients with type 2 diabetes ( $n = 83$ ) and impaired glucose tolerance ( $n = 52$ ) to evaluate the effectiveness of dynamic renal scintigraphy and myocardial perfusion scintigraphy at rest (single-photon emission computed tomography, SPECT) in detecting coronary and renal angiopathies. The control group consisted of patients with normal levels of blood sugar. To evaluate the functional state of the renal parenchyma, we conducted a qualitative analysis of patients' scintigrams and renographic curves; the glomerular filtration rate (GFR) was evaluated using Gates and Cockcroft-Gault methods; myocardial scarring was evaluated using perfusion SPECT images synchronized with ECG. The functional activity of the renal parenchyma was shown to decrease significantly in patients with type 2 DM (Pearson's chi-squared test was applied,  $p$ -value was 0.03). With Gates method applied, GFR in both experimental groups was significantly lower than in the controls (Mann-Whitney U was calculated;  $p$ -value was 0.0004 and 0.0002, respectively). In patients with type 2 DM, GFR was lower than in patients with impaired glucose tolerance ( $p = 0.0004$ ). With Cockcroft–Gault method applied, we observed the same GFR pattern; however, the difference between patients with impaired glucose tolerance and the controls was insignificant ( $p = 0.08$ ). The correlation between GFR values obtained using different methods was moderate in all groups (Spearman's rank correlation coefficient  $r_s = 0.53$ , with  $p = 0.038$ ).

**Keywords:** diabetes mellitus, impaired glucose tolerance, dynamic renal scintigraphy, myocardial perfusion scintigraphy

✉ Correspondence should be addressed: Dina Kharina  
Litovsky bulvar, d. 1a, Moscow, Russia, 117593; sardina.sl@mail.ru

Received: 25.11.2016 Accepted: 10.12.2016

Сахарный диабет (СД) — это широко распространенное хроническое заболевание, основным симптомом которого является гипергликемия, вызываемая дефектами синтеза и секреции инсулина или инсулиновой недостаточностью, а также сочетанием этих двух причин [1–3]. СД представляет собой серьезную медико-социальную проблему, что обусловлено его высокой распространенностью и тенденцией к росту числа пациентов, хроническим течением заболевания и высоким уровнем инвалидизации. По данным Всемирной организации здравоохранения, в настоящее время в мире насчитывается около 250 млн больных СД, и ожидается, что к 2025 г. эта цифра вырастет до 380 млн [4].

Существует несколько классификаций сахарного диабета, в том числе — по наличию осложнений: диабетической микро- и макроангиопатии, артро-, полинейро-, офтальмо-, ретино-, нефро- и энцефалопатии [5]. Одними из наиболее распространенных осложнений СД являются патологические изменения в мелких кровеносных сосудах (микроангиопатии), которые чаще всего вызывают нефропатию, и — в средних и крупных кровеносных сосудах (макроангиопатии), являющиеся эквивалентами ишемической болезни сердца [6–9].

Диагностика ранних осложнений сахарного диабета требует комплексного подхода. Поражения почек чаще всего выявляют методами клинической лабораторной диагностики (по микроальбуминурии) либо ультразвуковым исследованием (по изменению эхогенности почечной паренхимы и размеров почек). Макроангиопатии, проявляющиеся поражением сердечных сосудов, выявляют стандартными для ишемической болезни сердца методами диагностики, включающими определение уровня кардиоспецифичных маркеров, функциональные (электрокардиографию, эхокардиографию, нагрузочные пробы) и лучевые (визуализацию сосудов сердца — коронароангиографию) методы. Наряду с перечисленными методами, которые в основном позволяют определить структурные и морфологические изменения органов и тканей уже при наличии клинических проявлений заболевания, для верификации ангиопатий в отсутствие клинических признаков СД и недостаточной выраженности структурных изменений органов используются современные методы визуализации: однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) и позитронно-эмиссионная томография [10, 11].

Особую группу пациентов составляют лица с нарушением толерантности к глюкозе, выявляемым при проведении глюкозотолерантного теста (при двухчасовом тестировании содержание глюкозы в крови составляет от 7,8 до 11,1 ммоль/л). У них на фоне нестойкого увеличения содержания глюкозы в крови могут развиваться как микро-, так и макроангиопатии еще до установления диагноза «сахарный диабет» [12]. Поэтому в отношении пациентов с нарушением толерантности к глюкозе следует иметь настороженность по поводу развития почечной патологии, т. к. сосуды почек при прогрессировании патологии и развитии сахарного диабета 2 типа будут поражены в первую очередь [13]. Кроме того, у таких пациентов могут возникать изменения в миокарде левого желудочка, даже если наличие макроангиопатии еще не установлено рутинными методами клинической и инструментальной диагностики [14]. Это связано с тем, что при нарушении толерантности к глюкозе имеющееся нестойкое увеличение содержания глюкозы в крови может быть достаточным для повреждения эндотелия сосудов мелкого калибра [15]. Кроме того, возможно развитие поздних кардиальных событий, таких как безболевого ишемия миокарда, ранний инфаркт

и др. [16]. В случае с пациентами с нарушением толерантности к глюкозе результаты исследований с помощью радионуклидных методов диагностики, в частности, перфузионной томосцинтиграфии миокарда, могут повлиять на выбор терапии. Известно, что радионуклидные методы диагностики позволяют выявить нарушение функции органа на ранних стадиях развития заболевания [17].

В связи с вышесказанным целью нашего исследования являлось определение диагностической эффективности методов радионуклидной диагностики — динамической нефросцинтиграфии и синхронизированной с электрокардиографией (ЭКГ) перфузионной ОФЭКТ миокарда в покое — при выявлении микро- и макроангиопатий почек и сердца у пациентов с нарушением толерантности к глюкозе и сахарным диабетом 2 типа.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Был проведен ретроспективный анализ историй болезни и скинтиграмм 180 пациентов, находившихся на лечении в Центральной клинической больнице РАН в 2011–2016 гг. В исследование включали пациентов с диагнозом «сахарный диабет 2 типа» либо с нарушением толерантности к глюкозе, которым были проведены динамическая нефросцинтиграфия (ДНСГ) и перфузионная томосцинтиграфия (ОФЭКТ) миокарда. Критериями исключения являлись: ранее установленный инфаркт миокарда, признаки миокардита, хроническая почечная недостаточность, единственная почка, врожденные нарушения развития (подковообразная почка, I- и S-образное слияние почек), опухолевые заболевания и тяжелая сопутствующая патология (множественное метастатическое поражение, хроническая болезнь почек 4–5 стадии).

Из 180 пациентов (средний возраст —  $69,0 \pm 11,6$  года, соотношение полов М : Ж — 1 : 0,8) 83 был установлен диагноз «сахарный диабет 2 типа» (группа 1), у 52 — выявлено нарушение толерантности к глюкозе без установления диагноза «сахарный диабет» (группа 2), а еще 45 человек, направленные на исследования по другим причинам (боли стенокардитического характера, аритмии неясного генеза, нарушения мочеиспускания, боли опоясывающего характера в поясничной области) и не имевшие патологических отклонений по содержанию глюкозы в крови, составили группу сравнения. Участников исследования разделили на подгруппы по типу проведенного радионуклидного исследования, демографические характеристики подгрупп приведены в таблице 1. Исследования проводились на совмещенном ОФЭКТ/КТ-томографе Infinia 4 Hawkeye (General Electric, США). Также использовали данные биохимического анализа крови, выполненного за 3 дня до или после радионуклидного исследования, о содержании тропонина, креатинина и гликированного гемоглобина в крови и данные эхокардиографии (ЭКГ) о фракции выброса (ФВ).

Динамическая нефросцинтиграфия позволяет оценить индивидуальную ренальную функцию, изучить нарушения концентрационной и выделительной функций каждой почки, вызванные в том числе нарушением микроциркуляции крови. При ДНСГ определялись относительный почечный захват радиофармацевтического препарата (РФП), скорость клубочковой фильтрации (СКФ) по методу Gates [18], нормализованная по вводимой дозе РФП максимальная амплитуда кривых активность–время для обеих почек и ее среднее значение. Для косвенной оценки количества функционирующей паренхимной ткани почки визуальное

Таблица 1. Демографические характеристики подгрупп пациентов по типу радионуклидного исследования

| Параметр                      | Динамическая нефросцинтиграфия |                |                  | Перфузионная ОФЭКТ миокарда |                |                  |
|-------------------------------|--------------------------------|----------------|------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
|                               | Группа 1 (СД 2 типа)           | Группа 2 (НТГ) | Группа сравнения | Группа 1 (СД 2 типа)        | Группа 2 (НТГ) | Группа сравнения |
| Число пациентов n             | 25                             | 17             | 20               | 58                          | 35             | 25               |
| Средний возраст, лет (M ± SD) | 71,7 ± 9,0                     | 67,0 ± 14,4    | 67,0 ± 11,9      | 69,0 ± 9,8                  | 67,9 ± 11,9    | 70,7 ± 12,3      |
| Соотношение полов, М : Ж      | 1 : 0,4                        | 1 : 0,7        | 1 : 0,6          | 1 : 0,9                     | 1 : 0,4        | 1 : 1,1          |

Примечание. СД 2 типа — сахарный диабет 2 типа; НТГ — нарушение толерантности к глюкозе; М — среднее арифметическое, SD — стандартное отклонение.

анализировали как сами скинтиграммы, так и ход ренографических кривых с оценкой амплитуды кривой при максимальном накоплении РФП [19]. По совокупности данных для каждого пациента делали вывод о нормальном либо сниженном количестве функционирующей ткани.

Для проведения ДНСГ пациенту вводили внутривенно болюсно 200 МБк меченного технецием диэтилентриаминпентаоцетата — <sup>99m</sup>Tc-ДТПА («Пентатех, <sup>99m</sup>Tc» производства компании «Диамед», Россия). Запись продолжалась в течение 30 мин в режиме 1 кадр/мин в сочетании с проведением ангионейросцинтиграфии. Для получения информации о сосудистой фазе производилась запись 60 кадров по 1 с непосредственно после введения РФП [18]. Для расчета СКФ записывалась активность в полном шприце и шприце после инъекции по 10 с в матрицу 128 × 128 пикселей с определением разности в счете на полученных скинтиграммах и определялось суммарное накопление РФП на ренографической кривой между 2 и 3 минутами от начала поступления препарата [18, 19]. Динамическое изображение почек реконструировалось при помощи рабочей станции Xeleris 2.1 (General Electric) в программной среде Renal Analysis (Emory University Hospital, США). Пример реконструкции приведен на рис. 1.

Также рассчитывали СКФ по формуле Кокрофта–Голта по данным о содержании креатинина в сыворотке крови:

$$СКФ = K \times \frac{(140 - \text{возраст}) \times \text{вес}}{\text{содержание креатинина}},$$

где K — это коэффициент, для мужчин равный 1,23, для женщин — 1,05 [20].

Для проведения перфузионной томосцинтиграфии миокарда использовался метоксиизобутилизонитрил (РФП «Технетрил» производства компании «Диамед»), который вводили в дозе 750 МБк за 40 мин до исследования. Исследование проводилось в режиме ОФЭКТ, синхронизированной с эхокардиографией, с записью 120 проекций (по 60 — на каждый детектор) с экспозицией 32 с на проекцию. Изображения миокарда реконструировались с помощью программы Quantitative Gated SPECT/Quantitative Perfusion SPECT (Cedars-Sinai Hospital, США). Патологическими считали наличие дефекта перфузии на полярных картах, снижение локальной сократимости в той же области и повреждение более 5 % миокарда. Пример реконструкции приведен на рис. 2. В той же программной среде оценивались объемные показатели сердечного кровотока: конечные систолический (КСО) и диастолический (КДО) объемы (мл) и фракция выброса как отношение разности между КДО и КСО к КДО.

Статистическую обработку данных выполнили в программе STATA-13 MP (StatCorp LP, США). В связи с небольшим объемом выборок и отсутствием нормального

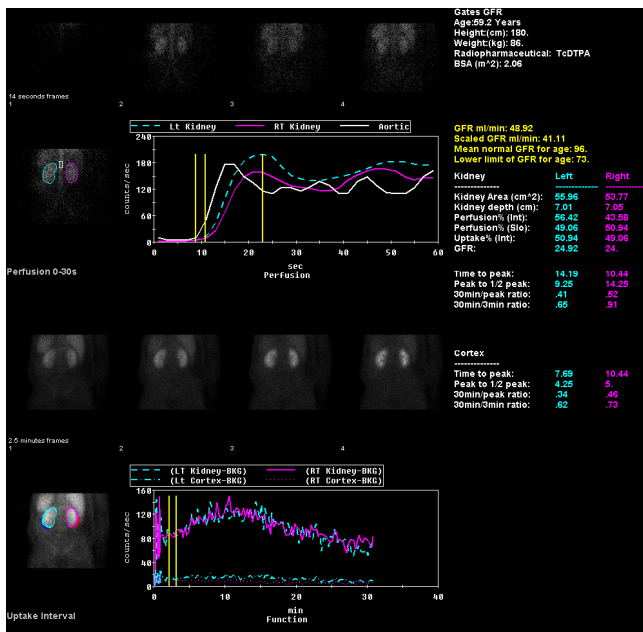


Рис. 1. Пример реконструкции изображений почки при динамической нефросцинтиграфии при помощи рабочей станции Xeleris 2.1 (General Electric, США) в программной среде Renal Analysis (Emory University Hospital, США)

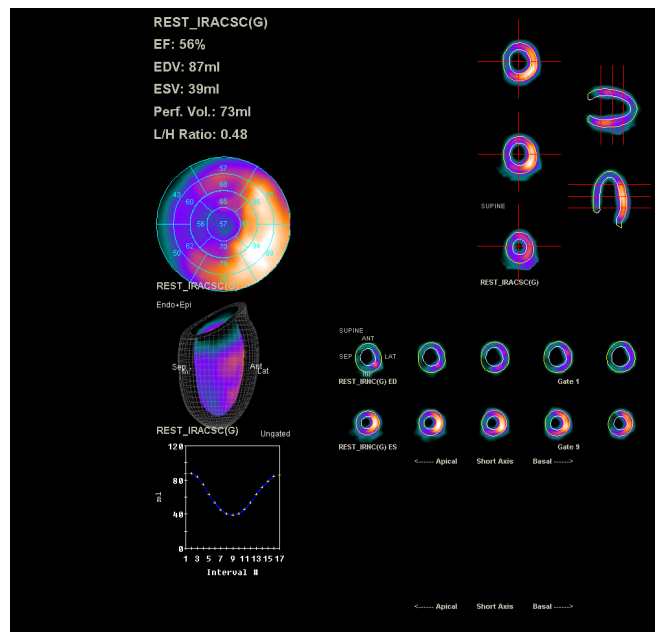


Рис. 2. Пример реконструкции изображений миокарда при перфузионной ОФЭКТ миокарда с помощью программы Quantitative Gated SPECT/Quantitative Perfusion SPECT (Cedars-Sinai Hospital, США)

распределения в них (оценивалось по критерию Шапиро–Уилка) применяли методы непараметрической статистики (U-критерий Манна–Уитни, тест Вилкоксона для парных сравнений, корреляцию по Спирмену, критерий  $\chi^2$  Пирсона; конкретные методы для каждого изучавшегося параметра указаны в «Результатах исследования»). Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При анализе скинтиграмм практически у всех пациентов с сахарным диабетом 2 типа (группа 1) было выявлено снижение количества функционирующей паренхимы почки по сравнению с пациентами группы сравнения (критерий  $\chi^2$  Пирсона,  $p = 0,03$ ), в то время как у пациентов с нарушением толерантности к глюкозе (группа 2) значимого снижения количества почечной паренхимы выявлено не было (критерий  $\chi^2$  Пирсона,  $p = 0,23$ ).

Скорость клубочковой фильтрации по Gates у пациентов группы 1 и пациентов группы 2 была ниже, чем у пациентов группы сравнения (U-критерий Манна–Уитни,  $p = 0,0004$  и  $p = 0,0002$  соответственно), а у пациентов группы 1 также ниже, чем у пациентов группы 2 ( $42,7 \pm 15,9$  против  $50,4 \pm 16,5$  при  $p = 0,0004$ ) (табл. 2). СКФ, оцененная по методу Кокрофта–Голта, у пациентов группы 1 была ниже, чем у пациентов группы сравнения (U-критерий Манна–Уитни,  $p = 0,003$ ). У пациентов группы 2 — также ниже, однако различия по этому показателю между ними и пациентами группы сравнения были статистически незначимыми ( $p = 0,08$ ). При сравнении двух опытных групп было установлено, что СКФ по Кокрофту–Голту ниже у пациентов с СД 2 типа ( $58,2 \pm 23,3$  против  $73,1 \pm 25,9$  при  $p = 0,005$ ).

У пациентов группы 1 СКФ, оцененная по методу Кокрофта–Голта, значимо выше, чем СКФ, оцененная по методу Gates (парный критерий Вилкоксона,  $p = 0,023$ ). У пациентов группы 2 наблюдали ту же закономерность ( $p = 0,02$ ). В группе сравнения внутригрупповое различие между двумя показателями было статистически незначимым ( $p = 0,243$ ). Корреляция между значениями СКФ,

полученными разными методами, во всех группах была средней силы, статистически значимой (коэффициент корреляции Спирмена  $r = 0,53$  при  $p = 0,038$ ).

При попарном сравнении групп с помощью критерия Манна–Уитни было показано, что у пациентов группы 1 содержание гликированного гемоглобина и тропонина в крови было выше, чем у пациентов группы сравнения ( $p = 0,01$  и  $p = 0,0007$  соответственно) (табл. 3). То же наблюдали при сравнении значений показателей у пациентов группы 2 и пациентов группы сравнения ( $p = 0,027$  и  $p = 0,0069$  соответственно). При сравнении двух опытных групп выявили значимо несколько более высокое содержание гликированного гемоглобина у пациентов с СД 2 типа ( $6,96 \pm 2,03$  против  $6,10 \pm 0,80$  при  $p = 0,025$ ). Межгрупповые различия по содержанию тропонина были недостоверными ( $p = 0,38$ ).

Значимых различий между группами пациентов с нормальным содержанием глюкозы в крови и пациентов с нарушением толерантности к глюкозе по показателю фракции выброса, характеризующей сократительную способность миокарда, не выявили ни для перфузионной ОФЭКТ миокарда, ни для ЭКГ (табл. 3). При сравнении значений показателя в группе сравнения и группе пациентов с СД 2 типа наблюдали достоверное снижение ФВ по данным ЭКГ (U-критерий Манна–Уитни,  $p = 0,01$ ). Межгрупповые различия по показателю по данным перфузионной ОФЭКТ были незначимыми. Также не обнаружили значимых различий по ФВ при сравнении опытных групп между собой при обоих типах исследования.

По результатам проведения перфузионной ОФЭКТ миокарда выяснили, что для пациентов с СД 2 типа частота рубцовых повреждений миокарда (30 %) и площадь повреждений, extent ( $6,4 \pm 10,8$  %) достоверно выше, чем у пациентов группы сравнения (0 и  $0,6 \pm 1,1$  % при  $p = 0,02$  при расчете критерия  $\chi^2$  Пирсона и  $p = 0,02$  при расчете U-критерия Манна–Уитни соответственно) (табл. 3). То же наблюдали при сравнении значений показателей в группе пациентов с нарушением толерантности к глюкозе и группе сравнения ( $p$  составил 0,001 для обоих статистических параметров). При сравнении значений показателей опытных групп значимых различий не выявили.

**Таблица 2.** Результаты определения скорости клубочковой фильтрации по данным динамической нефросцинтиграфии (метод Gates) и методу Кокрофта–Голта

| Метод исследования   | Группа 1 (СД 2 типа, n = 25) | Группа 2 (НТГ, n = 17) | Группа сравнения (n = 20) |
|--|------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Скорость клубочковой фильтрации по метод Кокрофта–Голта, мл/мин                                | $58,2 \pm 23,3$ (56,9)       | $73,1 \pm 25,9$ (71,4) | $80,1 \pm 23,7$ (79,0)    |
| Скорость клубочковой фильтрации по данным динамической нефросцинтиграфии (метод Gates), мл/мин | $42,7 \pm 15,9$ (44,0)       | $50,4 \pm 16,5$ (57,3) | $71,9 \pm 25,7$ (69,8)    |

**Примечание.** СД 2 типа — сахарный диабет 2 типа; НТГ — нарушение толерантности к глюкозе. Данные в таблице представлены как  $M \pm SD$  ( $\mu$ ), где  $M$  — среднее арифметическое,  $SD$  — стандартное отклонение,  $\mu$  — медиана.

**Таблица 3.** Результаты биохимического анализа крови и перфузионной ОФЭКТ миокарда

| Группа               | Параметр   |                                   |  |  |                               |  |
|----------------------|--|-----------------------------------|--|--|-------------------------------|--|
|                      | Содержание гликированного гемоглобина (HbA1C), % | Содержание тропонина (Tns), пг/мл | Фракция выброса по данным эхокардиографии, % | Фракция выброса по данным перфузионной ОФЭКТ миокарда, % | Частота рубцовых изменений, % | Площадь рубцовых изменений (extent), % |
| Группа 1 (СД 2 типа) | $6,96 \pm 2,03$ (6,90)                           | $30,9 \pm 104,8$ (8,8)            | $50,2 \pm 8,8$ (52,0)                        | $56,5 \pm 14,2$ (59,0)                                   | 30                            | $6,4 \pm 10,8$ (1,0)                   |
| Группа 2 (НТГ)       | $6,10 \pm 0,80$ (6,10)                           | $29,6 \pm 82,5$ (10,0)            | $52,9 \pm 9,2$ (56,0)                        | $59,9 \pm 15,9$ (66,0)                                   | 36,3                          | $6,2 \pm 10,5$ (1,0)                   |
| Группа сравнения     | $5,07 \pm 0,60$ (5,10)                           | $6,6 \pm 3,6$ (5,5)               | $56,7 \pm 4,4$ (58,0)                        | $64,2 \pm 10,6$ (61,0)                                   | 0                             | $0,6 \pm 1,1$ (0)                      |

**Примечание.** СД 2 типа — сахарный диабет 2 типа; НТГ — нарушение толерантности к глюкозе. Данные в таблице представлены как  $M \pm SD$  ( $\mu$ ), где  $M$  — среднее арифметическое,  $SD$  — стандартное отклонение,  $\mu$  — медиана.



ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Сходство изменений в скорости клубочковой фильтрации, выявленных у пациентов с нарушением гликемии и пациентов с сахарным диабетом 2 типа, подтверждает предположение о первичном повреждении эндотелия сосудов почек в ходе прогрессирования заболевания, что подтверждается литературными данными [9, 13, 15, 16].

При оценке функциональной способности почек с помощью динамической нефросцинтиграфии у пациентов с нарушением толерантности к глюкозе была выявлена тенденция к снижению СКФ (в том числе по данным анализа кривых активность–время), в то время как содержание креатинина в сыворотке крови по данным биохимического анализа было нормальным. Это означает, что СКФ, рассчитываемая по формуле Кокрофта–Голта, для таких пациентов неинформативна. По нашему мнению, целесообразно назначать таким пациентам проведение ДНСГ на этапе установления нарушения гликемии натощак для первичной оценки функции почек и принятия решения о проведении нефропротективной терапии. При этом стоит учитывать возможность наличия наравне с микроангиопатией других заболеваний почек, приводящих к снижению их функциональной активности, что является одним из ограничений исследования. Также известно, что при тяжелом нарушении функции почек (при снижении СКФ ниже 15 мл/мин) результаты оценки показателя по методу Gates недостоверны в связи со снижением эффективного регистрируемого счета импульсов детектором гамма-камеры [18, 21].

У пациентов с нарушением толерантности к глюкозе перфузионная ОФЭКТ миокарда позволила определить минимальные рубцовые повреждения миокарда левого желудочка, а также глубину его повреждения на ранней стадии заболевания, при этом содержание тропонина в сыворотке крови оставалось на уровне нормальных значений. Однако перфузионная ОФЭКТ, синхронизированная с ЭКГ, может выявить нарушения перфузии и оча-

гово-рубцовые повреждения, не связанные с нарушением гликемии, что потребует использования дополнительных методов исследования и сопоставления результатов анамнеза с историей заболевания. Это ограничивает применение перфузионной ОФЭКТ миокарда.

В связи с наличием лучевой нагрузки при проведении радионуклидных исследований следует оценивать их целесообразность для пациента. Критерием для их проведения является наличие таких факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний, как повышенный уровень холестерина, курение, артериальная гипертензия, избыточное питание, гиперстеническое телосложение.

ВЫВОДЫ

В ходе исследования по данным динамической нефросцинтиграфии и перфузионной томосцинтиграфии миокарда были выявлены изменения в почечной и сердечной тканях как у пациентов с сахарным диабетом 2 типа, так и у пациентов с нарушением толерантности к глюкозе. Мы рекомендуем назначать динамическую нефросцинтиграфию всем пациентам с нарушением толерантности к глюкозе в рамках диспансерного наблюдения для выявления ранних изменений в сосудах почек и функциональности почечной ткани. Перфузионная ОФЭКТ миокарда может быть назначена при наличии факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний.

Настоящее исследование было ограничено строгими критериями включения, в связи с чем выборки пациентов были небольшими. В настоящее время исследование продолжается. Остается невыясненной роль радионуклидных методов диагностики в прогнозировании развития заболевания и контроле эффективности лечения. Для решения этих задач требуется проведение широкого мультицентрового проспективного исследования достаточной длительности.

Литература

1. Kumar R, Nandhini LP, Kamalanathan S, Sahoo J, Vivekanadan M. Evidence for current diagnostic criteria of diabetes mellitus. *World J Diabetes*. 2016 Sep 15; 7 (17): 396–405. DOI: 10.4239/wjd.v7.i17.396.
2. Древалъ А. В., Мисникова И. В., Барсуков И. А., Пончакова Г. В., Кузнецов А. В. Распространенность сахарного диабета 2 типа и других нарушений углеводного обмена в зависимости от критериев диагностики. *Сахарный диабет*. 2010; (1): 116–21.
3. Аметов А. С., Курочкин И. О., Зубков А. А. Сахарный диабет и сердечно-сосудистые заболевания. *Русский медицинский журнал*. 2014; (13): 954.
4. Roglic G, Unwin N, Bennett PH, Mathers C, Tuomilehto J, Nag S, et al. The burden of mortality attributable to diabetes: realistic estimates for the year 2000. *Diabetes Care*. 2005 Sep; 28 (9): 2130–5.
5. Балаболкин М. И., Клебанова Е. М., Креминская В. М. Современные вопросы классификации, диагностики и критерии компенсации сахарного диабета. *Сахарный диабет*. 2003; (1): 10–5.
6. Ефимов А. С. *Диабетические ангиопатии*. М.: Изд-во «Медицина»; 1989. 287 с.
7. Liu M, Li XC, Lu L, Cao Y, Sun RR, Chen S, et al. Cardiovascular disease and its relationship with chronic kidney disease. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2014 Oct; 18 (19): 2918–26.
8. Aggarwal A, Aggarwal S, Sharma V. Cardiovascular Risk Factors in Young Patients of Coronary Artery Disease: Differences over a Decade. *J Cardiovasc Thorac Res*. 2014; 6 (3): 169–173. DOI: 10.15171/jcvtr.2014.006.
9. Стаценко М. Е., Деревянченко М. В. Коррекция дисфункции эндотелия у больных артериальной гипертензией с сахарным диабетом 2-го типа на фоне комбинированной антигипертензивной терапии. *Терапевтический архив*. 2014; 86 (8): 90–3.
10. Таджієва Д. Ч., Тронько М. Д., Славнов В. М., Єфімов А. С. [Динамічна реносцинтиграфія та радіонуклідна ангіографія в діагностиці доклінічних форм діабетичної нефропатії]. *Український радіологічний журнал*. 1999; 7 (3): 318–21. Украинский.
11. Славнов В. Н., Савицкий С. Ю. Радионуклидные методы в диагностике осложнений сахарного диабета. *Артериальная гипертензия*. 2009; 2 (4): 14–26.
12. Kasim M, Currie GM, Tjahjono M, Siswanto BB, Harimurti GM, Kiat H. Myocardial Perfusion SPECT Utility in Predicting Cardiovascular Events Among Indonesian Diabetic Patients. *Open Cardiovasc Med J*. 2013 Sep 20; 7: 82–9. DOI: 10.2174/1874192401307010082.
13. Tabit CE, Chung WB, Hamburg NM, Vita JA. Endothelial dysfunction in diabetes mellitus: molecular mechanisms and clinical implications. *Rev Endocr Metab Disord*. 2010 Mar; 11 (1): 61–74. DOI: 10.1007/s11154-010-9134-4.
14. Харина Д. С., Сервули Е. А., Полетаева Т. А., Кондаков А. К., Знаменский И. А. Комплексная радионуклидная диагностика ранних осложнений у пациентов с сахарным диабетом 2 типа.

- Вестник РНЦРР [Интернет]. 19 июня 2015 г. [дата обращения: 30.11.2015]; 15. Доступно по ссылке: [http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v15/papers/kharina\\_v15.htm](http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v15/papers/kharina_v15.htm).
15. Su Y, Siu XM, Sun YM, Wang YY, Luan Y, Wu Y. Endothelial dysfunction in impaired fasting glycemia, impaired glucose tolerance, and type 2 diabetes mellitus. *Am J Cardiol.* 2008 Aug 15; 102 (4): 497–8. DOI: 10.1016/j.amjcard.2008.03.087.
  16. Peix A. Usefulness of nuclear cardiology techniques for silent ischemia detection in diabetics. *MEDICC Rev.* 2013; 15 (1): 33–6.
  17. Bolus NE. Nuclear Medicine Instrumentation. *J Nucl Med Technol.* 2010; 38 (3): 172–3.
  18. Prasad N, Barai S, Gambhir S, Parasar DS, Ora M, Gupta A, et al. Comparison of glomerular filtration rate estimated by plasma clearance method with modification of diet in renal disease prediction equation and Gates method. *Indian J Nephrol.* 2012 Mar; 22 (2): 103–7. DOI: 10.4103/0971-4065.97123.
  19. Лишманов Ю. Б., Чернов В. И., редакторы. Национальное руководство по радионуклидной диагностике. Т1. Томск: STT; 2010. 199 с.
  20. Мухин Н. А. Снижение скорости клубочковой фильтрации — общепопуляционный маркер неблагоприятного прогноза. *Терапевтический архив.* 2007; 79 (6): 5–10.
  21. Kim YI, Ha S, So Y, Lee WW, Byun SS, Kim SE. Improved measurement of the glomerular filtration rate from Tc-99m DTPA scintigraphy in patients following nephrectomy. *Eur Radiol.* 2014 Feb; 24 (2): 413–22. DOI: 10.1007/s00330-013-3039-z.

## References

1. Kumar R, Nandhini LP, Kamalanathan S, Sahoo J, Vivekanadan M. Evidence for current diagnostic criteria of diabetes mellitus. *World J Diabetes.* 2016 Sep 15; 7 (17): 396–405. DOI: 10.4239/wjd.v7.i17.396.
2. Dreval AV, Misnikova IV, Barsukov IA, Ponchakova NV, Kuznetsov AV. [Prevalence of type 2 diabetes mellitus and other abnormalities of carbohydrate metabolism depending on diagnostic criteria]. *Diabetes mellitus.* 2010. (1): 116–21. Russian.
3. Ametov AS, Kurochkin IO, Zubkov AA. Sakharniy diabet i serdechno-sosudistye zabolovaniya. *Russkiy meditsinskiy zhurnal.* 2014; (13): 954. Russian.
4. Roglic G, Unwin N, Bennett PH, Mathers C, Tuomilehto J, Nag S, et al. The burden of mortality attributable to diabetes: realistic estimates for the year 2000. *Diabetes Care.* 2005 Sep; 28 (9): 2130–5.
5. Balabolkin MI, Klebanova EM, Kreminskaya VM. Sovremennye voprosy klassifikatsii, diagnostiki i kriterii kompensatsii sakharnogo diabeta. *Diabetes mellitus.* 2003; (1): 10–5. Russian.
6. Efimov AS. Diabeticheskie angiopatii. Moscow: Izd-vo «Meditsina»; 1989. 287 p. Russian.
7. Liu M, Li XC, Lu L, Cao Y, Sun RR, Chen S, et al. Cardiovascular disease and its relationship with chronic kidney disease. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2014 Oct; 18 (19): 2918–26.
8. Aggarwal A, Aggarwal S, Sharma V. Cardiovascular Risk Factors in Young Patients of Coronary Artery Disease: Differences over a Decade. *J Cardiovasc Thorac Res.* 2014; 6 (3): 169–173. DOI: 10.15171/jcvtr.2014.006.
9. Statsenko ME, Derevianchenko MV. [Correction of endothelial dysfunction in hypertensive patients with type 2 diabetes mellitus during combined antihypertensive therapy]. *Терапевтический архив.* 2014; 86 (8): 90–3. Russian.
10. Tadjieva DCh, Tronko MD, Slavnov VM, Efimov AS. Dinamichna reno-scintigrafija ta radionuklidna angiografija v diagnostici doklinichnih form diabetichnoї nefropatii. *Ukraїnskiy radiologichnij zhurnal.* 1999; 7 (3): 318–21. Ukrain.
11. Slavnov VN, Savickiy SYu. Radionuklidnye metody v diagnostike oslozhnennij saharного diabeta. *Arterial'naja gipertenzija.* 2009; 2 (4): 14–26. Russian.
12. Kasim M, Currie GM, Tjahjono M, Siswanto BB, Harimurti GM, Kiat H. Myocardial Perfusion SPECT Utility in Predicting Cardiovascular Events Among Indonesian Diabetic Patients. *Open Cardiovasc Med J.* 2013 Sep 20; 7: 82–9. DOI: 10.2174/1874192401307010082.
13. Tabit CE, Chung WB, Hamburg NM, Vita JA. Endothelial dysfunction in diabetes mellitus: molecular mechanisms and clinical implications. *Rev Endocr Metab Disord.* 2010 Mar; 11 (1): 61–74. DOI: 10.1007/s11154-010-9134-4.
14. Kharina DS, Servuli EA, Poletaeva TA, Kondakov AK, Znamenskiy IA. [Complex radionuclide diagnostics of early complications in patients with diabetes mellitus type 2]. *Vestnik RNTsRR [Internet].* 2015 Jun 19 [cited 2015 Nov 30]; 15. Available from: [http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v15/papers/kharina\\_v15.htm](http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v15/papers/kharina_v15.htm). Russian.
15. Su Y, Siu XM, Sun YM, Wang YY, Luan Y, Wu Y. Endothelial dysfunction in impaired fasting glycemia, impaired glucose tolerance, and type 2 diabetes mellitus. *Am J Cardiol.* 2008 Aug 15; 102 (4): 497–8. DOI: 10.1016/j.amjcard.2008.03.087.
16. Peix A. Usefulness of nuclear cardiology techniques for silent ischemia detection in diabetics. *MEDICC Rev.* 2013; 15 (1): 33–6.
17. Bolus NE. Nuclear Medicine Instrumentation. *J Nucl Med Technol.* 2010; 38 (3): 172–3.
18. Prasad N, Barai S, Gambhir S, Parasar DS, Ora M, Gupta A, et al. Comparison of glomerular filtration rate estimated by plasma clearance method with modification of diet in renal disease prediction equation and Gates method. *Indian J Nephrol.* 2012 Mar; 22 (2): 103–7. DOI: 10.4103/0971-4065.97123.
19. Lishmanov YuB, Chernov VI, editors. *Natsional'noe rukovodstvo po radionuklidnoy diagnostike.* Vol. 1. Tomsk: STT; 2010. 199 p. Russian.
20. Mukhin NA. [A decreased glomerular filtration rate as a general population marker of an unfavorable prognosis]. *Терапевтический архив.* 2007; 79 (6): 5–10. Russian.
21. Kim YI, Ha S, So Y, Lee WW, Byun SS, Kim SE. Improved measurement of the glomerular filtration rate from Tc-99m DTPA scintigraphy in patients following nephrectomy. *Eur Radiol.* 2014 Feb; 24 (2): 413–22. DOI: 10.1007/s00330-013-3039-z.