

Оценка эффективности 64- и 256-срезовых компьютерно-томографических коронароангиографий у пациентов с подозрением на ишемическую болезнь сердца (обзор литературы с собственными клиническими наблюдениями)

М. Ф. Максудов^{*,1,2}, А. И. Икрамов², Н. М. Джураева³,
М. М. Зуфаров³, Н. К. Махкамов³

¹ СП ООО «Fedorovich Klinikasi», Ташкент, Узбекистан

² Ташкентский институт усовершенствования врачей, Ташкент, Узбекистан

³ ГУ «Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр хирургии им. акад. В. Вахидова», Ташкент, Узбекистан

Evaluation of Effectiveness of 64- and 256-Slice Computed Tomography Coronary Angiography in Patients with Suspected Coronary Artery Disease (Literature Review with Their Own Clinical Observations)

M. F. Maksudov^{*,1,2}, A. I. Ikramov², N. M. Djuraeva³, M. M. Zufarov³, N. K. Makhkamov³

¹ Fedorovich Klinikasi, Tashkent, Uzbekistan

² Tashkent Postgraduate Medical Institute, Tashkent, Uzbekistan

³ Republican Specialized Scientific Practical Medical Center of Surgery named after academician V. Vakhidov, Tashkent, Uzbekistan

Реферат

В данной работе были сравнены технические и диагностические характеристики 64- и 256-срезовых МСКТ-коронароангиографий (МСКТ-КА) в выявлении стеноза коронарных артерий $\geq 50\%$, подтвержденных на традиционной коронарной ангиографии (КАГ). В исследование были включены 80 пациентов. В сравниваемых группах 256-срезовая МСКТ-КА показала более высокую диагности-

*** Максудов Музаффар Фатхуллаевич**, кандидат медицинских наук, заведующий отделением радиологии и ПЭТ/КТ-диагностики СП ООО «Fedorovich Klinikasi», доцент кафедры медицинской радиологии Ташкентского института усовершенствования врачей.

Адрес: 100061, Узбекистан, г. Ташкент, проспект Амира Темура, д. 39.
Тел.: + 7 (99871) 230-22-66. Электронная почта: dr.mfmaksudov@gmail.com
ORCID.ORG/0000-0002-5177-0166

Maksudov Muzaffar Fatkhullaevich, Ph. D. Med., Head of Radiology and PET/CT Department of JV «Fedorovich Klinikasi», Associate Professor of Radiology Department of Tashkent Postgraduate Medical Institute.

Address: 39, Amir Temur avenue, Tashkent, 600011, Uzbekistan.
Phone number: + 7 (99871) 230-22-66. E-mail: dr.mfmaksudov@gmail.com
ORCID.ORG/0000-0002-5177-0166

ческую эффективность, в сравнении с 64-срезовой МСКТ-КА. Однако на показатели МСКТ-КА с 256 срезами аналогично отрицательно влияют стентированные и/или выраженные кальцинированные сегменты коронарных артерий.

Ключевые слова: мультисрезовая компьютерная томография, коронарная ангиография.

Abstract

In present study were compared the technical characteristics and diagnostic performance of 64- versus 256-slice computed tomography coronary angiography (CTCA) in the detection of stenosis of coronary arteries $\geq 50\%$, confirmed by conventional coronary angiography (CCA). Our study included 80 patients. In two similar populations, 256-slice CTCA displayed superior diagnostic performance than 64-slice CTCA. However, the performance of 256-slice CTCA is affected in those segments that are severely calcified and/or stented.

Key words: Multidetector Computed Tomography, Coronary Angiography.

Актуальность

Селективная коронарная ангиография (КАГ) остается «золотым стандартом» в диагностике пациентов с ишемической болезнью сердца, однако в дополнении к своей инвазивной природе, высокой стоимости, возможности возникновения осложнений КАГ имеет ограничения в виде визуализации лишь изменений просвета сосуда, не предоставляя должной информации о структуре атеросклеротической бляшки. Тем самым очевидна необходимость применения в клинической практике высокоэффективных неинвазивных методов диагностики поражения КА [2]. За последние несколько лет 64-срезовая многослойная спиральная компьютерная томография (МСКТ) стала хорошим неинвазивным диагностическим инструментом для быстрого исключения ишемической болезни сердца [10, 12]. Современные системы МСКТ дают возможность получать не только данные для реконструкции коронарных артерий, но и серии изображений, позволяющие оценить размеры и объемы камер сердца и толщину миокарда в различные фазы сердечного цикла, рассчитать массу ми-

окарда, фракцию выброса, ударный объем, параметры локальной сократимости миокарда [1]. Тем не менее 64-срезовая МСКТ имеет такие ограничения при сканировании, как потребность в стабильной и более низкой частоте сердечных сокращений (менее 80 уд. в мин), достигаемая с помощью β -блокаторов [4, 11]. Кроме того, выраженный коронарный кальциноз и структура стента влияют на оценку просвета артерии.

В последнее время в МСКТ было много технологических улучшений. Современный 256-срезовый томограф с широкой областью сканирования имеет:

- 1) удвоенное продольное (z) покрытие детектора (8 см) в сравнении с 64-срезовым МСКТ (4 см);
- 2) технологию плавающего фокусного пятна, удваивающей z-выборку, обеспечивая одновременное получение 256 срезов на вращение;
- 3) быстрое время вращения гентри 0,27 с/оборот; и технологию снижения дозы, такую как динамическая спиральная коллимация, при которой снижается избыточная доза об-

лучения, возникающая в результате чрезмерного сканирования на обоих концах спиральной КТ [13].

Данный сканер обладает способностью улучшать диагностические характеристики при выявлении обструктивных изменений коронарных артерий с меньшим количеством ограничений, обычно связанных с 64-срезовым МСКТ. Тем не менее до настоящего времени опубликованы единичные работы, в которой сравнивались диагностические возможности МСКТ-КА с 64 срезами и МСКТ-КА с 256 срезами в выявлении значимых стенозов КА (> 50 %) в двух аналогичных популяциях с использованием КАГ в качестве «золотого стандарта» [7]. Следовательно, целью настоящего исследования являлось сравнение технических и диагностических характеристик МСКТ-КА с 64 и 256-срезами в диагностике ИБС.

Материалы и методы

Исследуемая популяция данного ретроспективного анализа состояла из 80 пациентов с симптомами и промежуточной претестовой вероятностью ИБС (59 мужчин и 21 женщина в возрасте $53,2 \pm 11,4$ лет), которые прошли МСКТ-КА в СП ООО «Fedorovich Klinikasi». Пациентам впоследствии была выполнена КАГ в РСНПМЦХ (Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр хирургии им. В. Вахидова) и РНЦЭМП (Республиканский научный центр экстренной медицинской помощи). Среди исследуемых 80 пациентов 64-срезовую МСКТ-КА провели 37 пациентам в период с января 2012 г. по декабрь 2014 г., а оставшимся 43 пациентам в период с января 2015 г. по декабрь 2018 г. вы-

полнили 256-срезовую МСКТ-КА. Все МСКТ-КА были проведены до КАГ. До анализа все идентификаторы пациентов были удалены.

Протоколы МСКТ-КА и получение изображений

В первой группе МСКТ-КА с ретроспективной ЭКГ-синхронизацией была выполнена с использованием 64-срезового сканера (Brilliance 64, Philips Healthcare, Нидерланды). У всех пациентов наблюдался нормальный синусовый ритм. При базовой частоте сердечных сокращений выше 70 уд. в мин, пациентам проводилась пероральная β -блокаторная терапия (2,5 или 5 мг Конкор). До МСКТ-КА было выполнено бесконтрастное сканирование для подсчета показателя кальциноза коронарных артерий. Впоследствии проводилось МСКТ-КА с ретроспективной ЭКГ-синхронизацией со следующими параметрами сканирования: коллимация $64 \times 0,625$ мм, время вращения 400 мс, питч 0,2, напряжение на трубке 120 кВ и эффективное время-ток трубки 800–1000 мАс.

Во второй группе МСКТ-КА с ретроспективной ЭКГ-синхронизацией была выполнена с использованием 256-срезового сканера (Brilliance iCT, Philips Healthcare, Нидерланды), являющегося однотрубчатой системой с 128 рядами детекторов, с технологией фокусного точечного сдвига. Аналогичным образом расчет кальциноза был выполнен при бесконтрастном сканировании до МСКТ-КА. МСКТ-КА проводилась со следующими параметрами: коллимация $128 \times 2 \times 0,625$ мм, время вращения трубки 270 мс, питч 0,16, напряжение трубки 100 или 120 кВ и эффективное время-ток трубки 800–1000 мАс. Соглас-

но литературным данным, в отличие от рекомендуемого использования 64-срезовой МСКТ-КА, при ЧСС ≤ 70 ударов в мин, при 256-срезовой МСКТ-КА возможно сканирование пациентов с более высокой ЧСС при сохранении качества диагностического изображения [6]. Поэтому при 256-срезовой МСКТ-КА β -блокаторная терапия (Конкор 2,5–5 мг) проводилась только в том случае, если базовая ЧСС превышала 90 уд. в мин.

Стандартное временное разрешение (210 мс для 64-срезового МСКТ и 135 мс для 256-срезового МСКТ) было улучшено с помощью усовершенствованных алгоритмов мультициклической реконструкции сердца, которые объединяли данные из последовательных сердечных циклов. Кроме того, перекрывающийся питч, а также использование алгоритма сердечного гейтинга (Beat-to-Beat Variable Delay Algorithm) позволили реконструировать физиологическую сердечную фазу, представляющую интерес (например, неподвижная фаза, соответствующая желудочковой диастоле).

В зависимости от общей продолжительности сканирования болюсно вводили от 60 до 100 мл неионного контрастного средства (Юнигексол 350, Unique Pharmaceutical Laboratories, Mumbai, Индия), со скоростью 4 мл/с при массе тела < 60 кг или 5,5 мл/с при массе тела > 60 кг с последующим промыванием физиологическим раствором объемом 20–30 мл с использованием автоматического инжектора фирмы Ulrich (Германия).

Эффективную дозу облучения при бесконтрастном сканировании и МСКТ-КА оценивали по произведению длины дозы и коэффициента пересчета [$k = 0,017$ мЗв / (мГр \times см)] для грудной

клетки как исследуемой анатомической области.

Оценка изображения МСКТ-КА

Суммарные показатели индекса кальциноза у пациентов были проанализированы с использованием специального программного обеспечения [Calcium Scoring, Extended Brilliance Workspace (EBW), Philips Healthcare, Нидерланды]. Интерпретация изображений МСКТ-КА была выполнена двумя опытными радиологами, которые не знали о результатах КАГ. Классификация сегментов коронарных сосудов проводилась в соответствии с 18-сегментной модифицированной классификацией Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT) ассоциации сердечно-сосудистой компьютерной томографии и была сжата в 14 сегментов:

- 1 — правая коронарная артерия (ПКА), проксимальная треть;
- 2 — ПКА, средняя треть;
- 3 — ПКА, дистальная треть;
- 4 — задняя нисходящая артерия;
- 5 — заднебоковая ветвь;
- 6 — левая КА, основной ствол;
- 7 — передняя нисходящая артерия (ПНА), проксимальная треть;
- 8 — ПНА, средняя треть;
- 9 — ПНА, дистальная треть;
- 10 — диагональные ветви;
- 11 — огибающая артерия (ОА), проксимальная часть;
- 12 — ОА, средняя часть;
- 13 — ОА, дистальная часть;
- 14 — ветви тупого края.

Все сегменты, независимо от их диаметра, были включены для сравнения МСКТ-КА с 64 и 256 срезами. Оценка результатов МСКТ-КА производилась по системе CAD-RADS. Сегменты были классифицированы как нормальные,

при ровных параллельных или суживающихся контурах; умеренно выраженный стеноз артерий был определен как неровность контуров с сужением менее 50 % просвета (CAD-RADS 1, 2). Коронарные артерии с выраженным стенозом были определены как уменьшение диаметра просвета ≥ 50 % (CAD-RADS 3, 4A, 4B). Наличие кальциноза при посегментном анализе оценивали как нулевое (не кальцинированное), умеренное (небольшая эксцентричная кальцификация в стенке сосуда) и выраженное (кальцификация, распространяющаяся вдоль стенки сосуда). Разногласия по поводу интерпретации изображений были решены путем консенсуса. Сегменты, которые невозможно было интерпретировать, были оценены как положительные и включались в окончательные наборы данных.

Всем исследованным пациентам в течение 1–2 мес после МСКТ-КА была выполнена КАГ со стандартным протоколом. Интерпретация коронарных артерий проводилась двумя опытными интервенционными кардиологами, предварительно не имевших информации о результатах МСКТ-КА. Сегменты коронарных артерий были идентифицированы с использованием той же классификации сегментов, что и для МСКТ-КА. Стенозы в сегментах определяли количественно с помощью подтвержденной количественной коронарной ангиографии (QCA). Значимые ангиографические стенозы были определены как уменьшение диаметра ≥ 50 %.

Статистический анализ

Количественные данные выражены как среднее \pm стандартное отклонение. Критерий хи-квадрат с поправкой

Йейтса или точный критерий Фишера использовался для анализа непараметрических данных. Если частота какой-либо ячейки была < 5 , то использовался точный критерий Фишера. Статистически значимым считалось $p < 0,05$. Диагностическая чувствительность, специфичность, положительная (ППЦ) и отрицательная прогностические ценности (ОПЦ), а также показатель точности МСКТ-КА для выявления значимых коронарных стенозов на КАГ рассчитывались 3 способами:

- 1) анализ по пациентам (определяется как наличие хотя бы одного или отсутствие какого-либо выраженного стеноза у пациента);
- 2) пососудистый анализ (наличие хотя бы одного или отсутствие какого-либо выраженного стеноза в одной коронарной артерии);
- 3) посегментный (наличие, по крайней мере, одного или отсутствие какого-либо выраженного стеноза в одном сегменте коронарной артерии) с соответствующими 95 %-доверительными интервалами (ДИ), который рассчитывается по методике процентиля. Статистический анализ проводили с помощью программы Microsoft Excel 2010.

Результаты и их обсуждение

Характеристики пациентов

В исследование были вовлечены 80 пациентов с подозрением на ИБС. Первоначально 37 пациентам (28 мужчин и 9 женщин, средний возраст $54 \pm 9,9$ года) провели МСКТ-КА на 64-срезовом томографе, тогда как остальным 43 пациентам (31 мужчина и 12 женщин, средний возраст $52,5 \pm 12,7$ года) провели исследование на 256-срезовом томографе. Характеристики пациентов приве-

дены в таблице. Обе группы состояли преимущественно из мужчин, без существенных различий между ними. Не было существенных различий между двумя группами по индексу массы тела, статусу курения и основному заболеванию.

Характеристики МСКТ

Перед МСКТ-КА β -блокаторы дополнительно были назначены 13 (35,1 %) и 8 (18,6 %) пациентам при 64- и 256-срезовом сканировании ($p =$

0,03), соответственно, снижая среднюю частоту сердечных сокращений до $61,8 \pm 3,5$ и $69,9 \pm 6,1$ уд. в мин ($p < 0,001$) соответственно. Обе группы имели сходные показатели кальция по Agatston ($305,7 \pm 401,9$ против $318,2 \pm 674,3$; $p = 0,36$). МСКТ-КА с 256 срезами имела более короткую продолжительность сканирования ($4,5 \pm 0,30$ с против $5,2 \pm 0,29$ с, $p < 0,001$). В нашем исследовании не было выявлено различий в средней дозе облучения между ретроспективной ЭКГ-синхронизированной МСКТ-КА

Исходные данные пациентов

	64-срезовая МСКТ-КА (n=37)	256-срезовая МСКТ-КА (n=43)	P-значение
Возраст, л	54,0 ± 9,9	52,5 ± 12,7	0,93
Мужчины	28 (75,7)	31 (72,1)	0,48
ИМТ	27,3 ± 2,3	28,2±2,4	0,73
Курение	16 (43,2)	17 (39,5)	0,43
ГБ	25 (67,6)	28 (65,1)	0,46
Диабет	13 (35,1)	14 (32,6)	0,42
Семейный анамнез ИБС	4 (10,8)	4 (9,3)	0,50
Креатинин, мкмоль/л	87,8±23,7	83,7 ± 22,4	0,22
β -блокаторная терапия до сканирования	13 (35,1)	8 (18,6)	0,03
ЧСС во время сканирования, уд./мин	61,8±3,5	69,9 ± 6,1	< 0,001
Индекс кальциноза Agatston			
средние значения	305,7 ± 401,9	318,2 ± 674,3	0,36
<400	27 (73)	27 (62,8)	
≥ 400	10 (27)	16 (37,2)	0,36
Время сканирования, с	5,2 ± 0,3	4,5 ± 0,3	< 0,001
Доза облучения на МСКТ-КА, мЗв	16,1 ± 0,6	15,8 ± 0,57	0,68

Показатели представлены в виде среднего значения ± СО и в числовом виде (%).

с 64 и 256 срезами ($16,1 \pm 0,6$ мЗв против $15,8 \pm 0,57$ мЗв; $p = 0,68$).

Диагностическая эффективность 256-срезовой МСКТ-КА: пациент ориентированный анализ

Согласно оценке по КАГ, 256-срезовая МСКТ-КА обладала лучшей диагностической точностью по сравнению с 64-срезовой МСКТ-КА (95 и 81 % соответственно; $p < 0,05$) у пациентов по меньшей мере с 1 стенозом коронарной артерии, равным 50 % или более (рис. 1).

У всех пациентов с ИБС при проведении 256-срезовой МСКТ-КА обнаружен по меньшей мере 1 выраженный стеноз коронарной артерии. Правильность идентификации стенозов по данным 256-срезовой МСКТ-КА подтверждена при последующем анализе КАГ. Кроме того, при использовании 256-срезовой МСКТ-КА получен ложноположительный результат у 2 пациентов с проявлениями ИБС, им были неправильно классифицированы выраженные стенозы коронарных артерий. В последующем при КАГ у этих пациентов установлены умеренные стенозы.

При пациент-ориентированном анализе в выявлении стеноза коронарной артерии ≥ 50 % у пациентов с различной частотой сердечных сокращений, диагностическая точность 256-срезовой МСКТ-КА снижалась при ЧСС > 70 уд. в мин в сравнении с ЧСС ≤ 70 уд. в мин, но статистически не значимо (96 % и 95 % соответственно).

Мы исследовали диагностическую эффективность 64- и 256-срезовой МСКТ-КА на основе исходного индекса кальциноза коронарных артерий, стратифицированного по < 400 против ≥ 400 единиц Agatston. Показатели диагностической точности для 64- и 256-срезовой МСКТ-КА были ниже у пациентов с показателем Agatston ≥ 400 без значимой разницы между ними (70 и 89 % соответственно).

Диагностическая эффективность 256-срезовой МСКТ-КА: посудистый анализ

Показатель диагностической точности 256-срезовой МСКТ-КА, основан-

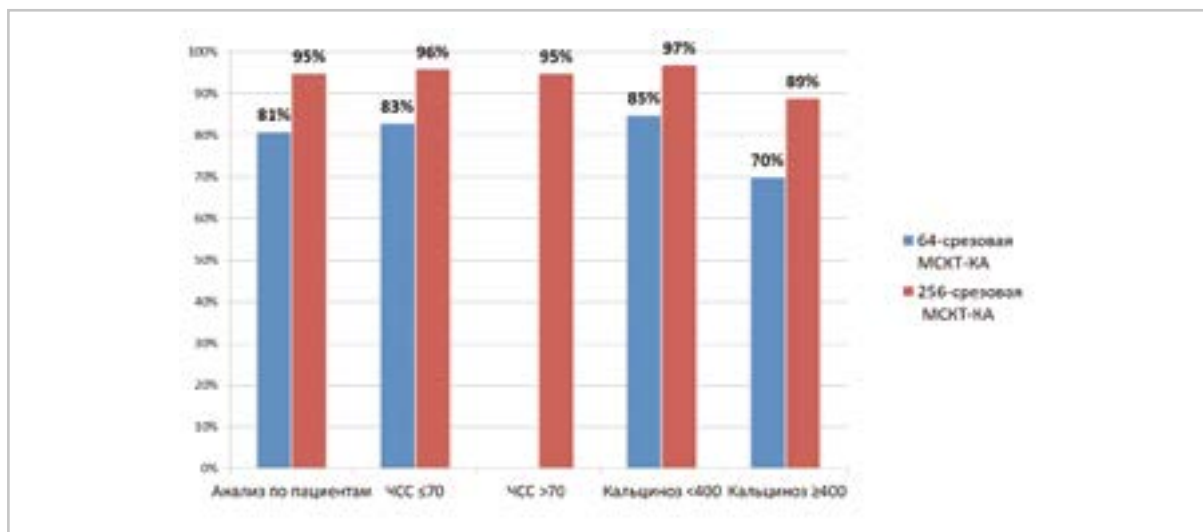


Рис. 1. Диагностическая точность 64-срезовой МСКТ-КА в сравнении с 256-срезовой в выявлении стеноза КА ≥ 50 %, подтвержденного на КАГ при анализе, основанном на пациентах (95 % ДИ)

ный на анализе сосудов, был выше, чем у 64-срезовой МСКТ-КА (95 % против 84 %; $p < 0,05$). Диагностическая точность в выявлении стеноза коронарной артерии ≥ 50 % в ЛКА и ПНА не отличалась между МСКТ-КА с 64 и 256 срезами (рис. 2). Выраженные сосудистые стенозы ≥ 50 % в ПКА и ОА чаще недооценивались, чем в ЛКА и ПНА при 64-срезовой МСКТ-КА. В нашем исследовании 256-срезовая МСКТ-КА имела лучшую диагностическую точность в выявлении выраженного стеноза в ПКА (93 % против 81 %, $p < 0,05$) и ОА (93 % против 76 %, $p < 0,05$), чем МСКТ-КА с 64 срезами.

**Диагностическая эффективность
256-срезовой МСКТ-КА:
посегментный анализ**

В целом 1120 сегментов были включены для сравнения диагностической эффективности 64- и 256-срезовых МСКТ-КА с КАГ. Все коронарные сегменты были оценены, включая сегменты со стентами или без них. Показатели диагностической точности 256-срезовой МСКТ-КА

на основе посегментного анализа (94 % против 88 %, $p < 0,05$), включая не стентированные сегменты (95 % против 90 %, $p < 0,05$) и сегменты без кальцификации (98 % в сравнении с 93 %; $p < 0,05$), были значительно лучше, чем МСКТ-КА с 64 срезами (рис. 3).

Диагностическая точность в стентированных сегментах в сравнении с таковыми в сегментах без стента, была значительно ниже: при 64-срезовой (66 % против 90 %, $p < 0,05$) и при 256-срезовой МСКТ-КА (75 % против 95 %, $p < 0,05$). Чувствительность МСКТ-КА с 64 и 256 срезами была выше, но специфичность уменьшилась при наличии выраженного кальциноза КА. Диагностические показатели точности МСКТ-КА с 64 и 256 срезами были ниже в сегментах с выраженной кальцификацией, без существенной разницы между ними (74 % против 83 %; $p > 0,05$).

Основные выводы

При 256-срезовой МСКТ-КА возможно сканирование при более высокой частоте

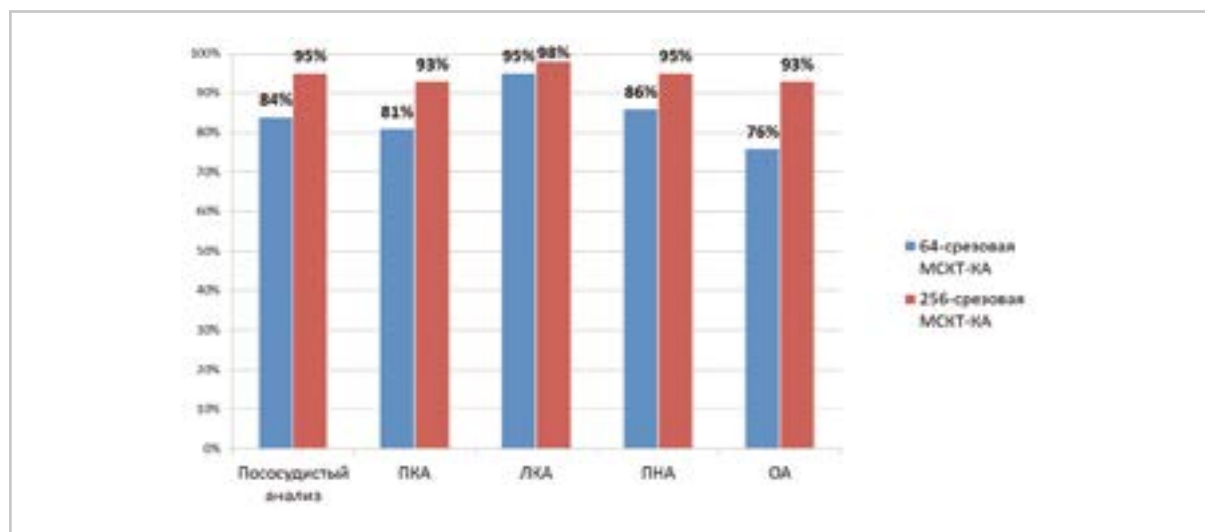


Рис. 2. Диагностическая точность 64-срезовой МСКТ-КА в сравнении с 256-срезовой МСКТ-КА в выявлении стеноза КА ≥ 50 %, подтвержденного на КАГ на основе посудистого анализа (95 %-ный ДИ)

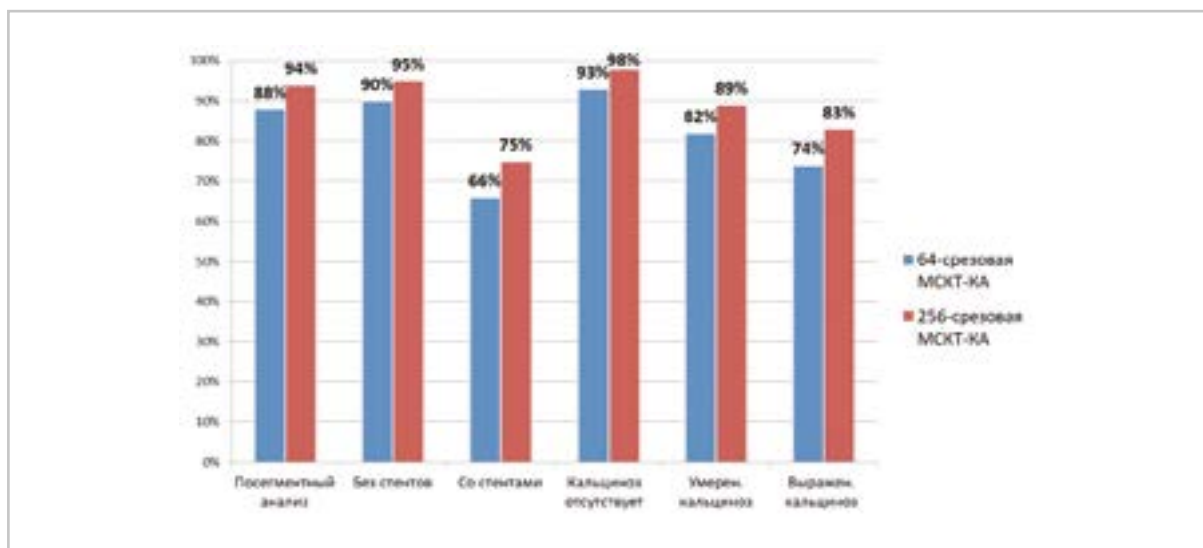


Рис. 3. Влияние коронарного кальциноза и стентов на диагностическую точность 64-срезовой МСКТ-КА в сравнении с 256-срезовой МСКТ-КА в выявлении стеноза $\geq 50\%$, подтвержденного при КАГ, на основе посегментного анализа (95 %-ный ДИ)

те сердечных сокращений без отрицательного влияния на диагностическую эффективность. В целом показатели диагностической точности 256-срезовой МСКТ-КА при пациент-ориентированном анализе, пососудистом и посегментном анализе были значительно лучше в сравнении с таковыми для 64-срезовой МСКТ-КА. 256-срезовая МСКТ-КА имела лучшую диагностическую точность при выраженных поражениях ПКА и ОА, которые часто недооцениваются при 64-срезовой МСКТ-КА. Стентированные сегменты и наличие выраженной кальцинации артерий продолжали оставаться ограничениями при использовании 256-срезовой МСКТ-КА.

Сравнение технических характеристик МСКТ с 64 и 256 срезами

Технические усовершенствования 256-срезового компьютерного томографа предоставляют множество преимуществ перед 64-срезовым томографом. Более широкий охват МСКТ с 256 срезами

наряду с быстрым вращением гентри (с временем оборота 0,27 с) приводит к сокращению времени сбора данных и, следовательно, уменьшает требования к задержке дыхания, снижает вероятность возникновения дыхательных аритмий и приводит к меньшей зависимости от синусовой аритмии и экстрасистол во время сканирования. Кроме того, динамическая спиральная коллимация помогает уменьшить избыточную дозу облучения, вызванную спиральным сканированием, что является распространенным явлением в широкодетекторных МСКТ-сканерах.

256-срезовая МСКТ-КА преодолевает такие важные ограничения, присущие 64-срезовой МСКТ-КА, как жесткие требования к стабильной и низкой частоте сердечных сокращений. В настоящем исследовании 256-срезовая МСКТ-КА имела схожую диагностическую точность у пациентов с частотой сердечных сокращений более 70 уд. в мин в сравнении с частотой сердечных

сокращений менее 70 уд. в мин. Кроме того, предыдущие исследования показали, что 256-срезовая МСКТ-КА может использоваться в более широком диапазоне сердечных сокращений, менее подвержена синусовой аритмии и экстрасистолам во время сканирования, не оказывая негативного влияния на общую диагностическую эффективность [3, 6, 8, 9].

Диагностическая эффективность 256-срезовой МСКТ-КА в сравнении с 64-срезовой МСКТ-КА

Предыдущие исследования свидетельствуют о том, что чувствительность, специфичность, ППЦ и ОПЦ 64-срезовой МСКТ-КА при выявлении значимых сужений КА составляли 85–99, 64–90, 64–91 и 83–99 % при пациент-ориентированном анализе, соответственно; 75–96, 77–93, 51–82 и 89–99 % при пососудистом анализе, соответственно; и 88–90, 90–94, 47–54 и 98–99 % согласно посегментному анализу соответственно [4, 5, 10, 12]. Диагностическая эффективность 64-срезовой МСКТ-КА в настоящем исследовании была аналогична таковой в предыдущих работах, за исключением того, что 3 из 7 пациентов с незначительным поражением КА были ошибочно классифицированы как имеющие выраженные изменения, что привело к относительно более низкой специфичности и ОПЦ анализа, основанного на пациентах, в сравнении с предыдущими исследованиями. Тем не менее в данном наблюдении диагностические характеристики пососудистого и посегментного анализов при использовании 64-срезовой МСКТ-КА были схожи с результатами предыдущих авторов.

В нашем исследовании при пациент-ориентированном, пососудистом и

посегментном анализе показатели диагностической точности были выше при использовании 256-срезовой МСКТ-КА в сравнении с 64-срезовой МСКТ-КА. В клинически более значимом пациент-ориентированном анализе ни один из пациентов с выраженными изменениями КА не был ошибочно классифицирован как отрицательный по 256-срезовой МСКТ-КА, что делает данный вид исследования более надежным для исключения гемодинамически значимого коронарного стеноза. Таким образом, при определении выраженного сужения КА 256-срезовая МСКТ-КА является более точной в сравнении с 64-срезовой МСКТ-КА и, следовательно, может предотвратить дополнительную и, возможно, ненужную инвазивную коронарную ангиографию.

Предыдущие исследования выявили, что в ПКА и ОА артефакты движения наблюдались чаще в сравнении с другими коронарными артериями [11]. При сканировании на 64-срезовом КТ атеросклеротические бляшки чаще могли быть не обнаружены в ПКА и ОА, чем в ПНА и ЛКА. Однако результаты текущего исследования на 256-срезовой МСКТ-КА выявили значительное улучшение диагностических показателей при стенозе коронарных артерий в ПКА и ОА. Улучшение обнаружения стеноза при МСКТ-КА с 256 срезами может быть связано с лучшим качеством изображения сосудов, расположенных в атриовентрикулярной бороздке, таких, как ПКА (рис. 4, а, б) и ОА. Максимальное движение сердца распространяется от основания к верхушке. Поскольку получение набора данных МСКТ-КА с 256 срезами происходит за время 1–2 сердечных сокращений, вариабельность между ударами минимальна, чтобы препятствовать реконструкции сегмента

коронарной артерии. На 64-срезовой МСКТ-КА ПКА и ОА весьма склонны к артефактам движения в плоскости. Кроме того, большинство пациентов имели правую доминантную коронарную артерию, что означает, что ОА была относительно меньшего диаметра, чем другие коронарные артерии. Увеличение временного разрешения на 256-срезовом МСКТ снизило появление артефактов движения и обеспечило лучший анализ более дистальных сегментов артерий.

Наше исследование показало, что диагностическая точность 256-срезовой МСКТ-КА была значительно лучше при обнаружении стеноза коронарной артерии в сегментах без стента или кальцификации в сравнении с 64-срезовой МСКТ-КА. Однако 256-срезовая МСКТ-КА имеет ограничения, аналогичные ограничениям МСКТ-КА с 64 срезами, такие, как снижение эффективности при оценке стеноза коронарной артерии в сосудах с выраженной кальцификацией. При использовании МСКТ-КА с 64 и 256 срезами чувствительность увеличивалась, а специфичность уменьшалась с ростом степени кальцификации.

Точная оценка степени стенозирования ограничена в сосудах с кальцинированными бляшками из-за эффекта «цветения», вызванного кальцинатами высокой плотности, обычно являющимися причиной завышенной оценки степени стенозирования. Кроме того, данное исследование показало, что диагностическая эффективность 256-срезовой МСКТ-КА снизилась при выявлении рестеноза стента в сравнении с сегментами без стента. Неинвазивная оценка рестеноза коронарного стента хотя и возможна при МСКТ-КА, однако все еще подвергается сомнению из-за артефакта увеличения жесткости рентгеновского луча, вызванного структурами стента.

Выводы

В двух аналогичных группах 256-срезовая МСКТ-КА имела более высокие показатели диагностической точности при пациент-ориентированном, посегментном анализе, чем МСКТ-КА с 64 срезами. Диагностическая точность 256-срезовой МСКТ-КА в выявлении выраженного стеноза ПКА и ОА была выше. Данные артерии чаще

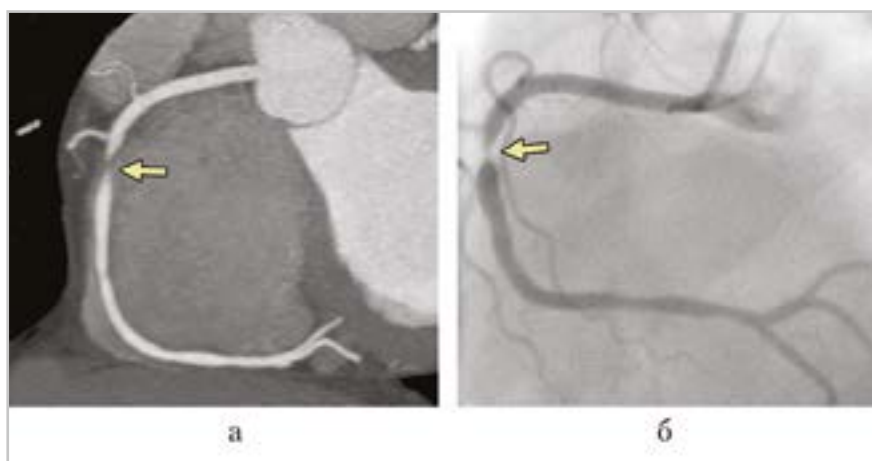


Рис. 4. Многоплоскостное реконструированное изображение ПКА при 256-срезовой МСКТ-КА (а); изображение ПКА при традиционной коронарной ангиографии (б). Критический стеноз проксимального сегмента ПКА (указано стрелками)

недооценивались с помощью 64-срезовой МСКТ-КА. Тем не менее выраженный кальциноз КА или стенты создают диагностические проблемы и, таким образом, ограничивают эффективность МСКТ-КА с 256 срезами в выявлении стеноза коронарной артерии > 50 %, подтвержденного при КАГ.

Список литературы

1. *Зяблова Е. И., Порханов В. А.* Мультиспиральная компьютерная коронарография в диагностике коронарного атеросклероза // Кубанский научный медицинский вестник. 2015. № 6. С. 53–58.
2. *Корок Е. В., Сумин А. Н.* Сложности в диагностике обструктивных поражений коронарных артерий: роль неинвазивных тестов // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2019. Т. 8. № 1. С. 70–79.
3. *Фуженко Е. Е., Ховрин В. В., Кулагина Т. Ю., Абугов С. А., Сандриков В. А.* Оценка выраженности коронарного стеноза по данным мультиспиральной компьютерной томографии в сравнении с коронарной ангиографией // Диагностическая и интервенционная радиология. 2015. Т. 9. № 3. С. 25–30.
4. *Andreini D., Pontone G., Bartorelli A. L. et al.* Comparison of feasibility and diagnostic accuracy of 64-slice multidetector computed tomographic coronary angiography versus invasive coronary angiography versus intravascular ultrasound for evaluation of in-stent restenosis // Am. J. Cardiol. 2009. V. 103. P. 1349–58.
5. *Budoff M. J., Dowe D., Jollis J. G. et al.* Diagnostic performance of 64-multidetector row coronary computed tomographic angiography for evaluation of coronary artery stenosis in individuals without known coronary artery disease: results from the prospective multicenter ACCURACY trial // J. Am. Coll. Cardiol. 2008. V. 52. P. 1724–32.
6. *Chao S. P., Law W. Y., Kuo C. J. et al.* The diagnostic accuracy of 256-row computed tomographic angiography compared with invasive coronary angiography in patients with suspected coronary artery disease // Eur. Heart J. 2010. V. 31. P. 1916–23.
7. *Chua S. K., Hung H. F., Cheng J. J. et al.* Diagnostic Performance of 64-versus 256-slice computed tomography coronary angiography compared with conventional coronary angiography in patients with suspected coronary artery disease // Acta Cardiol. Sin. 2013. V. 29: P. 151–159.
8. *Hou Y., Yue Y., Guo W. et al.* Prospectively versus retrospectively ECG-gated 256-slice coronary CT angiography: image quality and radiation dose over expanded heart rates // Int. J. Cardiovasc. Imag. 2012. V. 28. P. 153–162.
9. *Liang J., Wang H., Hu L. et al.* Diagnostic performance of 256-row detector coronary CT angiography in patients with high heart rates within a single cardiac cycle: a preliminary study // Clin. Radiol. 2017. V. 72. Is. 8. P. 694.e7–694.e14.
10. *Meijboom W. B., Meijs M. F., Schuijf J. D. et al.* Diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography coronary angiography: a prospective, multicenter, multi-vendor study // J. Am. Coll. Cardiol. 2008. V. 52. P. 2135–2144.
11. *Miller J. M., Rochitte C. E., Dewey M. et al.* Diagnostic performance of coronary angiography by 64-row CT // N. Engl. J. Med. 2008. V. 359. P. 2324–2336.
12. *Sajjadih A., Hekmatnia A., Keivani M. et al.* Diagnostic performance of 64-row coronary CT angiography in detecting

significant stenosis as compared with conventional invasive coronary angiography // *ARYA Atheroscler.* 2013. V. 9. Is. 2.

13. *Tariq A., Hameed S. D., Vembar M., Dhairaiya E., Rydberg J.* Low radiation dose ECG-gated chest CT angiography on a 256-slice multidetector CT scanner // *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2009. V. 25. P. 267–278.

References

1. *Zyablova E. I., Porkhanov V. A.* Multispiral computer coronarography in the diagnosis of coronary atherosclerosis. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik.* 2015. No. 6. P. 53–58. (in Russian).
2. *Korok E. V., Sumin A. N.* Difficulties in the diagnosis of obstructive coronary artery lesions: the role of non-invasive tests. *Kompleksnyye problemy serdechnosudistykh zabolevaniy.* 2019. T. 8. No. 1. P. 70–79 (in Russian).
3. *Fujenko E. E., Hovrin V. V., Kulagina T. Yu. et al.* Assessment of the severity of coronary stenosis according to multispiral computed tomography in comparison with coronary angiography. *J. diagnosticheskaya i intervensionnaya radiologia.* 2015. T. 9. No. 3. P. 25–30 (in Russian).
4. *Andreini D., Pontone G., Bartorelli A. L. et al.* Comparison of feasibility and diagnostic accuracy of 64-slice multidetector computed tomographic coronary angiography versus invasive coronary angiography versus intravascular ultrasound for evaluation of in-stent restenosis. *Am. J. Cardiol.* 2009. V. 103. P. 1349–1358.
5. *Budoff M. J., Dowe D., Jollis J. G. et al.* Diagnostic performance of 64-multi-detector row coronary computed tomographic angiography for evaluation of coronary artery stenosis in individuals without known coronary artery disease: results from the prospective multicenter ACCURACY trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008. V. 52. P. 1724–1732.
6. *Chao S. P., Law W. Y., Kuo C. J. et al.* The diagnostic accuracy of 256-row computed tomographic angiography compared with invasive coronary angiography in patients with suspected coronary artery disease. *Eur. Heart J.* 2010. V. 31. P. 1916–1923.
7. *Chua S. K., Hung H. F., Cheng J. J. et al.* Diagnostic Performance of 64- versus 256-Slice computed tomography coronary angiography compared with conventional coronary angiography in patients with suspected coronary artery disease. *Acta Cardiol. Sin.* 2013. V. 29. P. 151–159.
8. *Hou Y., Yue Y., Guo W. et al.* Prospectively versus retrospectively ECG-gated 256-slice coronary CT angiography: image quality and radiation dose over expanded heart rates. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2012. V. 28. P. 153–162.
9. *Liang J., Wang H., Hu L. et al.* Diagnostic performance of 256-row detector coronary CT angiography in patients with high heart rates within a single cardiac cycle: a preliminary study. *Clinical Radiol.* V. 72. Is. 8. P. 694.e7–694.e14.
10. *Meijboom W. B., Meijs M. F., Schuijf J. D. et al.* Diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography coronary angiography: a prospective, multicenter, multivendor study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008. V. 52. P. 2135–2144.
11. *Miller J. M., Rochitte C. E., Dewey M. et al.* Diagnostic performance of coronary angiography by 64-row CT. *N. Engl. J. Med.* 2008. V. 359. P. 2324–36.
12. *Sajjadih A., Hekmatnia A., Keivani M. et al.* Diagnostic performance of 64-row coronary CT angiography in detecting significant stenosis as compared with

conventional invasive coronary angiography. ARYA Atheroscler. 2013. V. 9. Is. 2.
13. *Tariq A., Hameed S. D., Vembar M. Dhairaiya E., Rydberg J.* Low radiation dose

ECG-gated chest CT angiography on a 256-slice multidetector CT scanner. Int. J. Cardiovasc. Imaging. 2009. V. 25. P. 267–78.

Сведения об авторах

Максудов Музаффар Фатхуллаевич, кандидат медицинских наук, заведующий отделением радиологии и ПЭТ/КТ-диагностики СП ООО «Fedorovich Klinikasi», доцент кафедры медицинской радиологии Ташкентского института усовершенствования врачей. Адрес: 100061, Узбекистан, г. Ташкент, пр. Амира Темура, д. 39. Тел.: + 7 (99871) 230-22-66. Электронная почта: dr.mfmaksudov@gmail.com
ORCID.ORG/0000-0002-5177-0166

Maksudov Muzaffar Fatkhullaevich, Ph. D. Med., Head of Radiology and PET/CT Department of JV «Fedorovich Klinikasi», Associate Professor of Radiology Department of Tashkent Postgraduate Medical Institute. Address: 39, Amir Temur av., Tashkent, 600011, Uzbekistan. Phone number: + 7 (99871) 230-22-66. E-mail: dr.mfmaksudov@gmail.com
ORCID.ORG/0000-0002-5177-0166

Икрамов Адхам Ильхамович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской радиологии Ташкентского института усовершенствования врачей. Адрес: 100007, Узбекистан, г. Ташкент, ул. Паркентская, д. 51. Тел.: + 7 (99871) 268-17-44. Электронная почта: ikramovmed@gmail.com
ORCID.ORG/0000-0002-7985-7757

Ikramov Adham Ilhamovich, M. D. Med., Professor, Chair of Radiology Department of Tashkent Postgraduate Medical Institute. Address: 51, Parkent str., Tashkent, 100007, Uzbekistan. Phone number: + 7 (99871) 268-17-44. E-mail: ikramovmed@gmail.com
ORCID.ORG/0000-0002-7985-7757

Джураева Нигора Мухсомовна, доктор медицинских наук, заведующая отделением КТ, МРТ ГУ «Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр хирургии им. акад. В. Вахидова» Адрес: 100115, Узбекистан, г. Ташкент, ул. Кичик Халка йули, д. 10. Тел.: + 7 (99871) 277-27-65. Электронная почта: nika.kt@rambler.ru
ORCID.ORG/0000-0002-2232-8264

Djuraeva Nigora Mukhsumovna, M. D. Med., Head of Radiology Department of State Institution «Republican Specialized Scientific Practical Medical Center of Surgery named after academician V. Vakhidov». Address: 10, Kickik Halka yuli str., Tashkent, 100115, Uzbekistan. Phone number: + 7 (99871) 277-27-65. E-mail: nika.kt@rambler.ru
ORCID.ORG/0000-0002-2232-8264

Зуфаров Миржамол Мирумарович, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по высоким технологиям ГУ «Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр хирургии им. акад. В. Вахидова». Адрес: 100115, Узбекистан, г. Ташкент, ул. Кичик Халка йули, д. 10. Тел.: + 7 (99871) 277-27-65. Электронная почта: m_zufarov@mail.ru
ORCID.ORG/0000-0003-4822-3193

Zufarov Mirjamol Mirumarovich, M. D. Med., Professor, Deputy Director for High Technologies of State Institution «Republican Specialized Scientific Practical Medical Center of Surgery named after academician V. Vakhidov». Address: 10, Kickik Halka yuli str., Tashkent, 100115, Uzbekistan. Phone number: + 7 (99871) 277-27-65. E-mail: m_zufarov@mail.ru
ORCID.ORG/0000-0003-4822-3193

Махкамов Нажмиддин Козимович, кандидат медицинских наук, врач отделения рентгенэндоваскулярной хирургии и нарушений ритма сердца ГУ «Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр хирургии им. акад. В. Вахидова». Адрес: 100115, Узбекистан, г. Ташкент, ул. Кичик Халка йули, д. 10. Тел.: + 7 (99871) 277 27 65. Электронная почта: makhkamov.naji@gmail.com
ORCID.ORG/0000-0003-1689-0880

Makhkamov Najmiddin Kozimovich, Ph. D. Med., of X-ray Endovascular Surgery and Cardiac Arrhythmias Department of State Institution «Republican Specialized Scientific Practical Medical Center of Surgery named after academician V. Vakhidov». Address: 10, Kickik Halka yuli str., Tashkent, 100115, Uzbekistan. Phone number: + 7 (99871) 277-27-65. E-mail: makhkamov.naji@gmail.com
ORCID.ORG/0000-0003-1689-0880

Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.