

ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ В ДИАГНОСТИКЕ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА

*Н.М. Джураева – к.м.н., зав.отд. КТ и МТР¹
 А.И. Икрамов – д.м.н., профессор, зав.кафедрой клинической радиологии²
 М.М. Пирназаров – врач-рентгенолог¹
 М.Ф. Максудов – к.м.н., зав.отделением «лучевая диагностика»³
 Д.А. Абдукадыров – врач-рентгенолог¹

¹АО «Республиканский специализированный центр хирургии им. акад. В. Вахидова»
 100115 Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Хичик Халка Йули, 10

²Ташкентский Институт усовершенствования врачей
 100007 Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул, Паркентская, 51

³СП ООО «Федорович клиникаси»
 100007 Республика Узбекистан, г. Ташкент, проспект Амира Темура, 39

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- ишемическая болезнь сердца
- коронарные артерии
- компьютерная томография
- доза облучения
- компьютерная томография коронарных артерий

РЕЗЮМЕ:

Цель исследования: повысить эффективность диагностики ишемической болезни сердца путем оценки информативности компьютерной томографии коронарных артерий (КТКА) в диагностике патологии коронарных артерий (КА), и оптимизации методики проведения КТКА для снижения дозы облучения (ДО).

Материалы и методы: у 200 пациентов (средний возраст пациентов составил 60,4 года (от 35 до 80 лет), соотношение мужчин и женщин 132(66%)/68(34%) (1,94:1) оценивали информативность КТКА в диагностике патологии коронарных артерий. Параметры оценки стеноза: локализация, протяженность, степень и характер. Исследования проводили на 128-срезовом томографе GE Optima 660 с болюсным введением 60-100 мл неионного контрастного вещества (КВ) (350 мг/мл) инжектором Missouri Ulrich, со скоростью до 4-6 мл/сек. Для обработки данных использовали программу Auto Coronary Analysis, Auto Ejection Fraction в AW5.

Результаты: обнаружено атеросклеротическое поражение КА различной степени выраженности стеноза: до 50% – у 46(23,5%) пациентов, 50-60% – 65(33%), 60-70% – 35(17,9%), 70-80% – 26(13,5%), 80% и более – 23(11,8%). Полученные КТКА-данные совпадали с данными КАГ в 89% случаев.

Снижения ДО достигали путем изменения питча в зависимости от ЧСС, оптимизации (уменьшения) области сканирования, kV и mAs, со снижением лучевой нагрузки при КТКА до 7,0-8,0 мЗв. При увеличении показателя питча до 1,48 ДО снижалась до 45% (до 20 мЗв). При использовании проспективной синхронизации с ЭКГ ДО снижалась до 65% (7-12 мЗв), так как рентгеновская трубка излучает наибольшую ДО на 70% в фазе сердечного цикла (120kV/180-200mAs), а в остальные фазы (80kV/100mAs) показатели ДО были ниже.

Выводы: КТКА является достоверным неинвазивным методом в диагностике патологии КА, позволяющим точно определить локализацию, протяженность, степень и характер стеноза. При индивидуализации протокола сканирования при КТКА возможно значительно снизить ДО.

Для цитирования: Н.М.Джураева, А.И. Икрамов, М.М. Пирназаров, М.Ф. Максудов, Д.А. Абдукадыров «Оценка информативности и методологические особенности компьютерной томографии коронарных артерий в диагностике ишемической болезни сердца». Журнал Диагностическая и интервенционная радиология. 2017; 11(2): 24–29

ESTIMATION OF INFORMATIVENESS AND METHODOLOGICAL FEATURES OF CARDIAC CTA IN DIAGNOSTICS OF ISCHEMIC HEART DISEASE

*Djuraeva N.M. – MD, PhD¹
 Ikramov A.I. – MD, PhD, professor²
 Pirnazarov M.M. – MD¹
 Maksudov M.F. – MD, PhD³
 Abdukadirov D.A. – MD¹

¹Academician V. Vakhidov Republican specialized center, Tashkent, Uzbekistan
 10, Kichik halka st., Tashkent, Uzbekistan, 100115

²Tashkent Institute of Postgraduate Medical Education
 51, Parkentskaya street, Tashkent, Uzbekistan, 100007

³Fedorovich clinicasi
 39, Amir Temur avenue, Tashkent, Uzbekistan, 100007

KEY-WORDS:

- coronary ischemic disease
- coronary arteries
- computed tomography
- cardiac CTA
- radiation dose

ABSTRACT:

Aim: was to increase diagnostic value of cardiac CTA (CCTA) by estimation of the CCTA informative value in CA (Coronary arteries) diseases and optimization of CCTA procedure for reducing of radiation dose (RD).

Materials and methods: CCTA informative value in CA diseases was assessed on the base of data of 200 patients (average age of patients was 60,4 (from 35 to 80 years), men/women ratio: 1.94:1(132/68). Parameters of coronary stenosis severities: its localization, extension, degree and characteristics of coronary stenosis. The study was performed with GE Optima 660 128-slice scanner and Missouri Ulrich injector with bolus injecting 60-100 ml of nonionic contrast media (350 mg/ml) at 4-6 ml/sec injector rate. For data processing used: «Auto Coronary Analysis» and «Auto Ejection Fraction» programs at - AW5 workstation.

Results: discovered various severity degrees of atherosclerotic lesions based stenosis intensity up to 50% (46 /23,5%), 50-60% (65/33%), 60-70% (35/17,9%), 70-80% (26/13,5%), 80% and more (23/11,8%). CCTA data coincided with conventional coronary angiography in 89% cases. RD decrease was achieved by: pitch change depending on heart rate, scan area optimization (reduction), kV and mAc with radiation exposure decline in CCTA to 7,0-8,0 mSv. In pitch value increasing to 1,48 - RD decreased to 45% (20 mSv). In prospective synchronization with ECG, RD decreased to 65% (7-12 mSv) as X-Ray tube radiates the highest RD at 70% cardiac cycle phase (120kV/180-200mAc), in other phases (80kV/100 mAc) RD values were lower.

Conclusion: CCTA is a valid non-invasive method in CA pathology diagnostics enabling accurate identification of stenosis location, extent, degree and characteristics. Scanning protocol individualization in CCTA enables significant reduce of RD.

Введение

В Узбекистане, как и в большинстве индустриальных стран, сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) занимают ведущее место в структуре инвалидизации и смертности [1]. Помимо этого, данные заболевания ведут к эскалации расходов на здравоохранение. Раннее выявление лиц, предрасположенных к развитию атеросклероза и его клинических проявлений (прежде всего ИБС) и последующая эффективная профилактика, имеют большое значение не только для снижения заболеваемости и смертности от сердечнососудистых заболеваний, но и для снижения экономической нагрузки [2].

Одной из главных причин ИБС является развитие атеросклероза КА, которое на начальных этапах протекает асимптомно, приводя к структурным изменениям в сосудистой стенке, функциональному ремоделированию коронарного русла и коронарного кровотока [3]. При несвоевременной диагностике эти процессы носят необратимый характер, не оставляя порой условий не только для рентгеноэндоваскулярных методов лечения ИБС, но и для аорто-коронарного шунтирования (АКШ). Поэтому чрезвычайно важной задачей является ранняя диагностика атеросклероза КА до возникновения необратимого патологического ремоделирования и развития клинических проявлений заболевания [4,5].

Коронаровентрикулография (КВГ) признана «золотым стандартом» в изучении анатомии коронарного русла и количественной оценке степени стеноза и показана у пациентов, уже имеющих клинические проявления ИБС. Несмотря на это, у определенного процента пациентов после выполнения КВГ, хирургическая реваскуляризация миокарда не выполняется по причине прогрессирующего кальциноза КА и отсутствия

условий для наложения шунтов, ввиду поздней обра- щаемости и выявляемости [6, 7]. При этом КВГ является инвазивным методом исследования и сопровождается в 2-3% жизне- угрожающими осложнениями (кровотечение в проекции проведения пункции, дис- секция артерий малого таза и аорты, нарушения ритма сердца), с летальностью 0,1-0,3% [8]. Так же КВГ ограничивается осмотром венечных сосудов в одной продольной проекции. Отсутствует прямая визуализация состояния стенок КА, что не позволяет выявить развитие атеросклероза на ранних стадиях заболева- ния, до развития гемодинамически значимых стенозов [9]. В связи с этим, очевидна необходимость широкого использования в клинической практике эффективных неинвазивных методов диагностики поражений коро- нарных артерий, особенно на ранних стадиях их разви- тия.

Цель исследования: оценка информативности компью- терной томографии коронарных артерий (КТКА) в диагностике патологии КА; оптимизация методики проведения КТКА для снижения дозы облучения (ДО) пациента.

Материал и методы

В исследование было включено 200 пациентов с подо- зрением на патологические изменения КА и с установ- ленным диагнозом ИБС, обследованных в отделении МР и КТ АО «РСЦХ им. акад. В. Вахидова» с 2014 по 2016 гг. Средний возраст пациентов составил 60,4 года (от 35 до 80 лет), соотношение мужчин и женщин соот- ношение мужчин и женщин 132 (66%)/68 (34%) (1.94:1).

Параметры оценки стеноза: локализация, протяжен-



Рис. 1. Трехмерная реконструкция КТ-изображений сердца и КА.



Рис. 2. Структура поражаемости коронарных артерий.

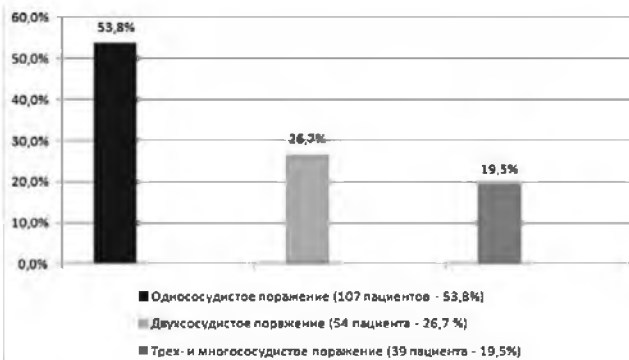


Рис. 3. Распределение больных по количеству стенозированных коронарных артерий.

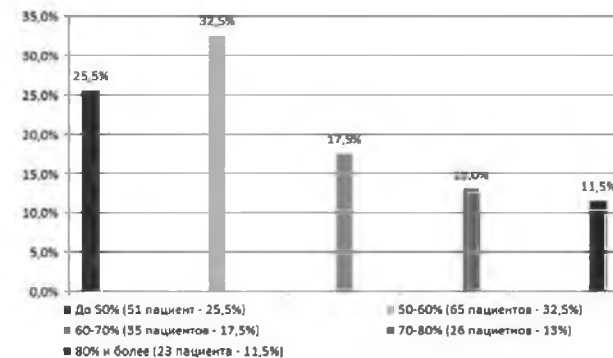


Рис. 4. Распределение пациентов по степени стеноза коронарных артерий.

ность, степень и характер. Исследования проводили на 128-срезовом томографе GE Optima 660 с болюсным введением 60–100 мл неионного контрастного вещества (КВ) (350 мг/мл) в кубитальную вену инжектором Missouri Ulrich, со скоростью до 4-6 мл/сек. Для обработки данных использовали программу Auto Coronary Analysis, Auto Ejection Fraction в AW5.

Критериями исключения из исследования были ЧСС более 65-70 уд/мин с нарушением сердечного ритма, аллергическая реакция на йодсодержащий контрастный препарат, почечная недостаточность, беременность.

КТКА выполняли натощак, в амбулаторных условиях, без наркоза и седации.

Сканирование выполняли в краниокаудальном направлении, верхняя граница – краниальнее корня аорты на 2 см, нижняя – каудальнее верхушки сердца на 2 см с установлением триггера на восходящий отдел аорты.

Непосредственно перед началом исследования пациент принимал сублингвально 0,15-0,5 мг нитроглицерина (при отсутствии непереносимости препарата) для оптимального контрастирования КА.

Напряжение на трубке устанавливали на 80-120 кВ, сила тока 300-660 мА (в зависимости от массы тела пациента). При этом использовали 2 протокола сканирования в зависимости от ЧСС и сердечного ритма:

1. Спиральный режим и ретроспективная синхронизация с ЭКГ (сбор данных происходит в течение всего сердечного цикла, однако для построения изображений выбирается наиболее информативная фаза). Следует отметить, что в этом режиме доза излучения меняется в зависимости от фазы сердечного цикла (максимальная интенсивность ДО в диастолу).

2. Пошаговый режим и проспективная синхронизация с ЭКГ (срезы получали лишь в определенную фазу сердечного цикла в середине диастолы, 75% R-R).

При построении изображений КА у пациентов с наличием крупных кальцинированных бляшек в КА, а также у пациентов с установленными КС в КА в некоторых случаях требовалась ручная коррекция трассы реконструкции. Реконструкции КА с помощью проекций максимальной интенсивности (МИП) являлись оптимальными для сопоставления результатов КТКА с данными КАГ. Построение трехмерных реконструкций с наложением изображений КА на 3D изображение сердца являлись оптимальными для определения топика КА (рис. 1).

Результаты и их обсуждение

Из общего количества пациентов (n=200) атеросклеротическое поражение диагностировали у 195(97,5%) пациентов, аномалии развития у 15(7,5%) пациентов. Следует отметить, что чаще всего встречалось аномальное отхождение ЛКА (53,3%) (рис. 2).

Таблица 1.

Сравнительная характеристика проспективной и ретроспективной ЭКГ-синхронизации

Параметр сравнения	Проспективная ЭКГ-синхронизация	Ретроспективная ЭКГ-синхронизация
Протокол сканирования	Срезы получают в определенную фазу сердечного цикла (в середине диастолы, 75% RR).	Выполняется во время всего сердечного цикла, что позволяет выбрать и реконструировать наиболее качественную серию изображений КА
Качество изображений	Снижается при ЧСС > 65 уд/мин. и ИМТ > 30 кг/м ²	Снижается при ЧСС > 70 уд/мин.
Лучевая нагрузка	Значительное снижение – 7,0-8,0 мЗв.	Высокие показатели – 20,0-25,0 мЗв.



Рис. 5. Изображения ПКА при проспективной (А) и ретроспективной (В) ЭКГ-синхронизации.

Наиболее часто наблюдали однососудистое поражение КА – 105(53,8%) пациентов, двухсосудистое поражение наблюдали у 52(26,7%) (рис. 3).

Стеноз КА до 50-60% был выявлен у наибольшего количества пациентов – 65(32,5%); стеноз до 60-70% – у 35(17,5%), до 70-80% – у 26(13%), наименьшее количество пациентов было со стенозом КА 80% и более – 23(11,5%) (рис. 4).

Наличие стеноза КА менее 50% выявлено у 46(23%) пациентов, атеросклеротического поражения КА не обнаружено у 5(2,5%) пациентов. Таким образом, 51(25,5%) пациенту после проведения КТКА исключена необходимость проведения инвазивной КАГ.

Для уменьшения ДО было использовано снижение цифр напряжения и силы тока на трубке, как при ретроспективной, так и проспективной синхронизации с ЭКГ. При проспективной синхронизации с уменьшением области сканирования, снижении kV и mAs в зависимости от веса пациента ДО снижалась до 7,0-8,0 мЗв при КТКА. Так, при увеличении показателя питча до

1,48 при ретроспективной синхронизации ДО снижалась на 45% (до 20 мЗв). При проспективной синхронизации сканирования с ЭКГ ДО снижалась в среднем до 65% (7-12 мЗв), так как при данном виде синхронизации сканирование происходит только на 75% фазе сердечного цикла (120kV/180-200 mAs). Однако, при данном протоколе сканирования мы получаем лишь изображения КА, без возможности определения функционального состояния ЛЖ.

Следует отметить, что снизить ДО за счет уменьшения напряжения и силы тока на трубке, без потери качества получаемого изображения удавалось лишь у пациентов с индексом массы тела (ИМТ) менее 30 кг/м². У пациентов с ИМТ > 30 кг/м² для получения качественного изображения необходимо увеличить напряжение и силу тока на рентгеновской трубке, за счет чего ДО повышается до 20-25 мЗв и более (табл. 1).

ЧСС от 50 до 65 уд/мин позволяла получить более качественные изображения при проспективной ЭКГ-

синхронизации. При этом, ДО снижалась приблизительно на 45%. Следует отметить, что при проведении КТКА в режиме проспективной ЭКГ-синхронизации с минимальным значением эффективной ДО (6 мЗв), при силе тока на трубке 300 мА и напряжении 80 кВ, без снижения качества изображений КА удалось получить лишь у 12 (6%) пациентов из 200 (рис. 5).

Высокая ДО на пациента при проведении КТКА в последние годы достаточно часто дискутируется в мировой литературе. Однако, с появлением КТ-систем с широким детектором и высокой скоростью вращения рентгеновской трубки, стало возможным значительное снижение ДО. Так, в исследовании J. Einstein с соавт. было показано, что использование таких томографов позволяет снизить ДО при визуализации сердца на 91% по сравнению с традиционными 64 рядными томографами без ухудшения качества изображений [10]. Д.Ф. Вардинов с соавт. также считают, что объемное сканирование с проспективной ЭКГ-синхронизацией на КТ-системе с 320-рядным и 16-са-

нтиметровым детектором позволяет значительно снизить лучевую нагрузку на пациента [11].

Таким образом, полученные нами данные совпадают с подобными результатами подобных исследований и позволяют сделать выводы, что для каждого пациента в зависимости от ЧСС, ИМТ, учитывая возраст и необходимость повторных исследований, целесообразно применять индивидуальный протокол исследования, что делает возможным существенное снижение ДО на пациента.

Заключение

КТКА является достоверным неинвазивным методом исследования в диагностике патологии КА, позволяющим точно определить локализацию, протяженность, степень и характер стеноза. При индивидуализации протокола сканирования в зависимости от ИМТ и ЧСС при КТКА возможно значительно снизить лучевую нагрузку на пациента. ■

Список литературы/References

1. Курбанов Р.Д., Уринов О. Профилактика основных факторов риска основа снижения смертности от сердечнососудистых заболеваний. *Здравоохранение Узбекистана*. 2011; 41: 1-2.

Kurbanov R.D., Urinov O. Profilaktika osnovnyh faktorov riska osnova snizheniya smertnosti ot serdechnososudistyh zabolevanij. [Prophylaxis of major risk factors – basis of reduction of mortality caused by cardiovascular diseases.] *Zdravoohranenie Uzbekistana*. 2011; 41, 1-2. [In Russ].

2. Богунецкий А.А. Возможности магнитно-резонансной томографии сердца с контрастным усилением в прогнозировании послеоперационной динамики у пациентов с ишемической болезнью сердца. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2012; 85–86.

Boguneckiy A.A. Vozmozhnosti magnitno-rezonansnoj tomografii serdca s kontrastnym usileniem v prognozirovanii posleoperacionnoj dinamiki u pacientov s ishemicheskoy bolezn'yu serdca. [Possibilities of cardiac MRI with contrast enhancement in prognosis of post-surgical dynamics in patients with ischemic cardiovascular disease.] *Rossiyskiy elektronnyy zhurnal luchevoj diagnostiki*. 2012; 85–86. [In Russ].

3. Multi-slice and Dual-source CT in Cardiac Imaging. Eds. Ohnesorge B.M., Flohr T.G., Becker C.R. *Berlin: Springer*. 2006; 359 p.

4. Федотенков И.С., Веселова Т.Н., Терновой С.К., Синицын В.Е. Роль мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике кальциноза коронарных артерий. *Кардиологический вестник*. 2007; II (XIV): 45-48.

Fedotenkov I.S., Veselova T.N., Ternovoy S.K., Sinitsyn V.E. Rol' mul'tispiral'noj komp'yuternoj tomografii v diagnostike kal'cinoza koronarnyh arterij. [The role of multispiral computed tomography in the diagnosis of coronary artery calcification.] *Cardiologicheskij vestnik*. 2007; II (XIV): 45-48.

5. Шевченко И.И. Сравнение данных регистров острых коронарных синдромов РЕКОРД и РЕКОРД-2: лечение и его исходы в стационарах, не имеющих возможности выполнения инвазивных коронарных процедур. *Кардиология*. 2013; 8: 4–10.

Shevchenko I.I. Sravnenie dannyh registrov ostryh koronarnyh sindromov REKORD i REKORD-2: lechenie i ego iskhody v stacionarah, ne imeyushchih vozmozhnosti vypolneniya invazivnyh koronarnyh procedur. [Comparison of the RECORD and RECORD-2 registers data of the acute coronary syndrome: treatment and it's result in hospitals without ability to carry out invasive manipulations.] *Kardiologiya*. 2013; 8: 4–10. [In Russ].

6. Оганов Р.Г., Поздняков Ю.М., Волков В.С. Ишемическая болезнь сердца. М.: Издательский Дом Синергия, 2002; 308 с.

Oganov R.G., Pozdnyakov Ju.M., Volkov B.C. Ishemicheskaya bolezn' serdca. [Ischemic heart disease.] М.: Izdatel'skiy Dom Sinergiya, 2002; 308 p. [In Russ].

7. Терновой С.К., Никонова М.Э., Акчурин Р.С. и др. Возможности мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в оценке коронарного русла и вентрикулографии в сравнении с интервенционной коронаро-вентрикулографией. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2013; 3(9): 28-36.

Ternovoy S.K., Nikonova M.E., Akchurin R.S. et al. *Vozmozhnosti mul'tispiral'noj komp'yuternoj tomografii (MSKT) v ocenke koronarnogo rusla i ventrikulografii v sravnenii s intervencionnoj koronarovenkiculografiej.* [Possibilities of multispiral computed tomography (MSCT) in assessing of coronary vessels and ventriculography in comparison with interventional coronarovenkiculography.] *Russian electronic journal of radiation diagnostics.* 2013; 3(9): 28-36 [In Russ].

8. Синицын В.Е., Устюжанин Д.В. Мультиспиральная компьютерная томография: исследование коронарных артерий. *Болезни сердца и сосудов.* 2006; 1: 20-24.

Sinitsyn V.E., Ustjuzhanin D.V. *Mul'tispiral'naya komp'yuternaya tomografiya: issledovanie koronarnyh arterij.* [Multislice computer tomography: examination of coronary arteries.] *Bolezni serdtsa i sosudov.* 2006; 1: 20-24. [In Russ].

9. *Coronary Radiology*, 2nd edition. Eds. Oudkerk M., Reiser M.F. *Berlin: Springer.* 2009; 349 p.

10. Einstein A.J., Elliston C.D., Arai A.E., Chen M.Y.,

Mather R., Pearson G.D., Delapaz R.L., Nickoloff E., Dutta A., Brenner D.J. Radiation dose from single-heartbeat coronary CT angiography performed with a 320-detector row volume scanner. *Radiology.* 2010; 254: 698-706.

11. Варди́ков Д.Ф., Яковлева Е.К., Майстренко Д.Н. Анализ денситометрических показателей коронарного русла при стенозирующих поражениях коронарных артерий и после процедуры стентирования методом объемной МСКТ-коронарографии. *Лучевая диагностика и терапия.* 2015; 3; 53-56.

Vardikov D.F., Yakovleva E.K., Maystrenko D.N. *Analiz densitometricheskikh pokazatelej koronarnogo rusla pri stenoziruyushchih porazheniyah koronarnyh arterij i posle procedury stentirovaniya metodom ob'emnoj MSKT-koronarografii.* [Analysis of densitometric parameters of coronary artery stenosis and after the stenting procedure with the method of volume MDCT coronary angiography.] *Luhevaya diagnostika i terapiya.* 2015; 3: 53-56. [In Russ].