ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ЛУЧЕВОЙ НАГРУЗКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МСКТ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ

В.Е. Синицын – д.м.н., проф., рук.[1]
Е.А. Мершина – к.м.н., зав. отд. функциональных методов лучевой диагностики [2]
И.М. Архипова – врач-рентгенолог[2]
М.А. Глазкова – студентка 6-го курса[3]

[1]ФГУ «Кардиологический научно-производственный комплекс»
[2] Центр лучевой диагностики ФГУ
«Лечебно-реабилитационный центр
Минздравсоцразвития России»
[3]факультет фундаментальной медицины
МГУ им. М.В. Ломоносова

Цель. Проведение сравнения лучевой нагрузки на пациента и качества изображения коронарных артерий (КА) при использовании 64-срезовой мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в режиме ретроспективной и проспективной электрокардиографической (ЭКГ) синхронизации.
Материалы и методы. Были обследованы 57 пациентов с подозрением на поражение КА с помощью компьютерной томографической (КТ) коронарографии в режиме проспективной (n = 27) и ретроспективной (n = 30) ЭКГ-синхронизации. Все исследования проводили на мультиспиральном компьютерном томографе Discovery CT 750 MD («General Electric»). Качество полученных изображений КА оценивалось субъективно – от 1 (отличное качество) до 4 (недиагностируемые).
Результаты. Анализ полученных изображений при проспективной и ретроспективной ЭКГ-снихронизации не выявил достоверных отличий их качества (соответственно 1,4 ± 0,38 и 1,5 ± 0,46). Эффективная доза при проспективной ЭКГ-синхронизации была меньше на 59%, чем при ретроспективной (3,8 ± 0,83 мЗв и 9,3 ± 2,5 мЗв, $p < 0,05$).
Выводы. КТ-коронарография в режиме проспективной ЭКГ-синхронизации приводит к существенному снижению лучевой нагрузки на пациента без ухудшения качества получаемого изображения.

Ключевые слова: *атеросклероз, ретроспективная и проспективная электрокардиографическая синхронизация, лучевая нагрузка.*

Введение

Последние 50 лет мир переживает пандемию сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). В начале XXI века они оказались причиной около 50% всех летальных исходов в развитых странах и 25% в развивающихся государствах. Одна из основных виновниц роста инвалидности и смертности от ССЗ – ишемическая болезнь сердца. Сейчас особенно актуально широкое использование неинвазивных методов диагностики поражения коронарных артерий (КА), особенно на раннем этапе развития заболевания [1].

Высокой диагностической точностью в определении поражения КА обладает компьютерно-томографическая (КТ) коронарография [2–5]. Частота применения этого метода для диагностики болезней сердца и сосудов постоянно растет. При проведении компьютерно-томографической ангиографии (КТА) сердца необходимо одновременное получение изображений с электрокардиографией (ЭКГ). Обычно используют ретроспективную синхронизацию, когда томографию проводят во время всего сердечного цикла, после чего

Статья поступила в редакцию в ноябре 2010 года.

реконструируют изображения в выбранную фазу. Однако высокие показатели лучевой нагрузки (ЛН) на пациента (порядка 9,4–21,4 мЗв) при ее использовании вызывали настороженность медицинской общественности [6, 7]. Были предложены различные пути решения этой проблемы. Так, в последние годы появились публикации о применении КТ-коронарографии в режиме проспективной ЭКГ-синхронизации, при которой сбор данных выполняется лишь в определенную фазу сердечного цикла (обычно в конце диастолы). Было продемонстрировано, что этот метод позволяет существенно уменьшить эффективную дозу облучения с 15–20 мЗв до 1–5 мЗв с сохранением точности и качества изображений [8–10].

В 2006 г. J. Hsieh et al. [11] в своем исследовании показали, что снижение эффективной дозы облучения пациента при использовании проспективной синхронизации по сравнению со стандартной (ретроспективной) достигает по меньшей мере 50% без ухудшения качества изображения. В последующих клинических наблюдениях также было отмечено существенное снижение ЛН на пациента (на 77–83%) при применении нового метода синхронизации [12, 13].

Целью этой работы было сравнение ЛН на пациентов и качества изображения КА при выполнении КТА и применении ретроспективной и проспективной ЭКГ-синхронизации.

Материалы и методы

В исследовании участвовали 57 пациентов (34 мужчины и 23 женщины) от 34 до 90 лет (средний возраст – 59 ± 9 лет), находившиеся в ФГУ ЛРЦ Минсоцздрава с марта по июль 2010 г. для оценки состояния КА. В 1-ю группу вошли 27 больных (средний возраст – 58 ± 7,2 года), которым была выполнена КТ-коронарография с использованием проспективной ЭКГ-синхронизации. Во 2-ю были включены 30 пациентов (средний возраст – 59 ± 10,5 года), которым при проведении МСКТ применяли ретроспективный метод синхронизации с ЭКГ.

МСКТ проводили на мультиспиральном компьютерном томографе Discovery CT 750 HD («GE Healthcare», США). Пациентам с частотой сердечных сокращений (ЧСС) > 80 уд/мин за 15–20 минут до исследования внутривенно (в/в) вводили бета-блокаторы (1–5 мг метопролола). Сканирование проводили в краниокаудальном направлении на уровне от корня аорты (выше отхождения КА) до верхушки сердца на задержке дыхания. С помощью автоматического инжектора в/в со скоростью 4–5 мл/сек вводили 80–100 мл неионного контрастного средства – оптирей («Ковидиен»), концентрация йода – 350 мг/мл. После получения топограммы и разметки зоны исследования использовали два разных протокола сканирования:

1. Пошаговый режим томографии: толщина среза – 0,625 мм, сила тока на трубке – 300–625 mA, напряжение тока на ней – 80–120 kV, матрица изображения – 512× 512, поле исследования –104–174 мм. В этом случае применяли проспективную синхронизацию с ЭКГ (рис. 1 а).
2. Мультиспиральный режим томографии: толщина среза – 0,625 мм, матрица изображения – 512 × 512, сила тока на трубке – 549–603 mA, напряжение тока на ней – 100–120 kV, поле исследования – 92–159 мм. Использовали ретроспективную синхронизацию с ЭКГ (рис. 1 б).

При реконструкции «сырых» данных применяли новый адаптивный алгоритм (ASIR). Анализ полученных изображений выполняли на рабочей станции Advantage Windows 4,5 на основании просмотра серий аксиальных срезов. В постпроцессинговой обработке использовали программы MIP (проекции максимальной интенсивности), MPR (многоплоскостные реконструкции), VRT (объемный рендеринг) и анализ по оси хода сосудов. Все изобра-

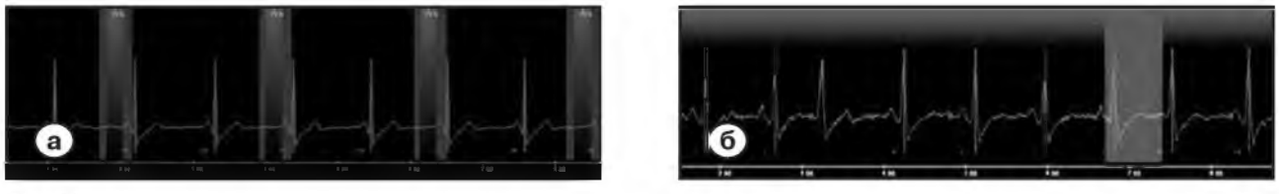

Рис. 1. *Схема проспективной и ретроспективной синхронизации с ЭКГ*
При проспективной ЭКГ-синхронизации (а) срезы получают в определенную фазу сердечного цикла (в середине диастолы, 75% R-R). Ретроспективная ЭКГ-синхронизация (б), выполненная во время всего сердечного цикла, позволяет выбрать и реконструировать наиболее качественную серию изображений.

Рис. 2. *Параметры оценки качества изображения коронарных артерий (1–4 балла).*

жения оценивали по их качеству в баллах от 1 (высший) до 4 (низший). Параметры отмечали субъективно.

На оцененных в 1 балл отсутствовали артефакты от движения, была отличная визуализация сосудистой стенки, без ее прерывистости (рис.1 а). Получившие 2 балла имели минимальные артефакты от движения, с хорошей визуализацией сосудистой стенки, без прерывистости ее структуры и артефактов сдвига (рис. 2 б).

На изображениях, которые оценивались в 3 балла, отмечалось несколько артефактов, связанных с движением либо с высоким шумом, определялись артефакты сдвига (не менее 25% диаметра сосуда) и минимальные прерывистости структуры КА (рис. 2 в). Отсутствие четкого изображения сосудистой стенки из-за артефактов движения, наличие прерывистости или нечеткость контуров КА получили 4 балла (рис. 2 г).

У всех 57 пациентов ЛН оценивали по показателям CTDI (CT Dose Index) – меру поглощенной дозы облучения, выступающую непосредственно измеряемым дозиметрическим параметром, и DLP (Dose Length Product) – поглощенную дозу во время исследования с учетом протяженности области сканирования и количества повторных сканирований. Принималась во внимание и его протяженность (Scan Range).

DLP учитывалось при сканировании сердца (Cardiac Helical). Исходя из его показателей, у обследуемого рассчитывали эффективную дозу (E) с использованием коэффициента пересчета:

$$\mathbf{E = DLP \times E\ (DLP),}$$

где E (DLP) – нормализованная эффективная доза для исследования грудной полости в соответствии с «Европейским руководством по критериям качества для компьютерной томографии», равная 0,014 мЗв/мГр*см.

Результаты

Анализ полученных изображений в двух группах не выявил достоверных отличий их качества. Средние значения этих показателей в 1-й группе – 1,4 ± 0,41 балла, во 2-й – 1,5 ± 0,46 балла (н. д.). Оцененные в 1 балл были получены в обеих группах (рис. 3 и 4). Изображения с удовлетворительным качеством (3 балла) также имели место в обеих группах.

Среднее значение CTDI в 1-й группе составило 19,6 ± 4,3 мГр, во 2-й – 38,3 ± 7,6 мГр (табл. 1). Таким образом, при проведении исследования с проспективной ЭКГ-синхронизацией CTDI было на 49% меньше, чем при МСКТ с ретроспективной синхронизацией. Значения представленных параметров не включали исследование кальциевого индекса, которое обычно добавляет к результатам 0,5–1 мЗв.

Эффективная доза в 1-й группе – 3,8 ± 0,83 мЗв, во 2-й – 9,3 ± 2,5 мЗв. Эти показатели свидетельствуют о том, что при проспективной синхронизации она была меньше на 59% (рис. 3). При этом корреляционный анализ выявил отсутствие взаимосвязи между показателями качества изображения и ЛН на пациента ($r = 0,2$, $p < 0,05$).

Данные ЛН зависели и от протяженности сканирования сердца. Коэффициент корреляции составил 0,7 ($p < 0,0001$), что говорит о сильной корреляционной связи.

Во 2-й группе минимальное значение эффективной дозы (5,41 мЗв) было отмечено при протяженности сканирования 101 мм, а максимальное (17,84 мЗв) – при 202 мм. Ее среднее значение в 1-й группе – 138,9 ± 3,4 мм, а во 2-й – 133,66 ± 19,4 мм (без достоверных отличий между ними).

При проведении МСКТ в режиме проспективной ЭКГ-синхронизации минимальное значение эффективной дозы облучения (0,6 мЗв) было достигнуто при протяженности сканирования – 104 мм, силе тока – 400 мА и напряжении на трубке – 80 кВ (рис. 6).

Обсуждение

Высокие дозы ЛН при проведении КТ-коронарографии в последние годы широко дискутируются в мировой литературе. Меры по снижению дозы облучения имеют несколько направлений [14]. В качестве одного из них предлагалось применение МСКТ с широкими детекторами.

Так, в работе J. Einstein et al. [15] было показа-

Рис. 3. *КТ-коронарография в режиме проспективной ЭКГ-синхронизации*
Качество изображения – 1 балл
Параметры протокола сканирования: напряжение – 80 кВ, сила тока трубки – 500 мА
*Показатели ЛН: CTDI – 7,26 мГр, DLP – 101,59 мГр*см; Е – 1,4 мЗв*

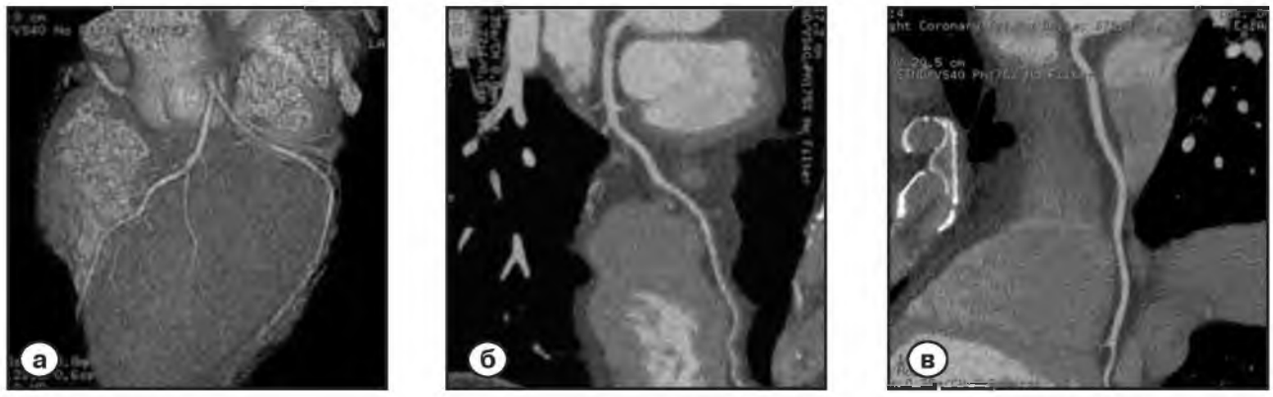

Рис. 4. *КТ-коронарография в режиме ретроспективной ЭКГ-синхронизации*
Качество изображения – 1 балл
Параметры протокола сканирования: напряжение – 100 кВ, сила тока трубки – 599 мА
*Показатели ЛН: CTDI – 34,14 мГр, DLP – 529,22 мГр*см; Е – 7,4 мЗв*

Таблица 1.

Показатели ЛН на пациента

Дозиметрические параметры	Проспективная ЭКГ- инхронизация				Ретроспективная ЭКГ- синхронизация			
	среднее значение	среднее отклонение	минимальное значение	максимальное значение	среднее значение	среднее отклонение	минимальное значение	максимальное значение
CTDI (мГр)	19,6	4,3	3,09	28,19	38,3	7,6	29,01	61,7
DLP (мГр*см)	272,9	66,3	40,63	394,65	665,7	180	386,97	1274,5
Е (мЗв)	3,8	0,8	0,6	5,52	9,3	2,5	5,41	17,84

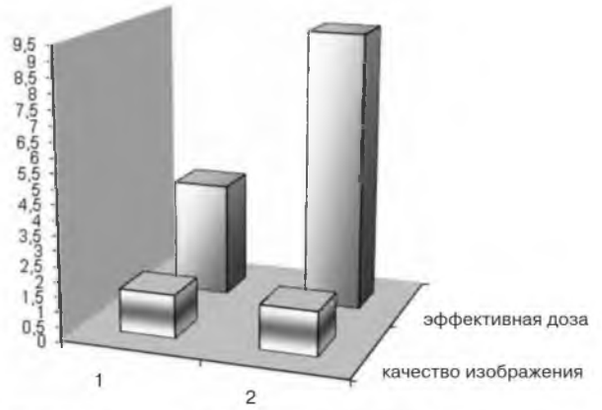

Рис. 5. *Сравнение эффективной дозы и качества изображений в двух группах пациентов: с проспективной (1) и ретроспективной (2) ЭКГ-синхронизацией. В 1-й группе эффективная доза была меньше на 59%, в то время как качество изображений в двух группах достоверно не отличалось ($p < 0,05$).*

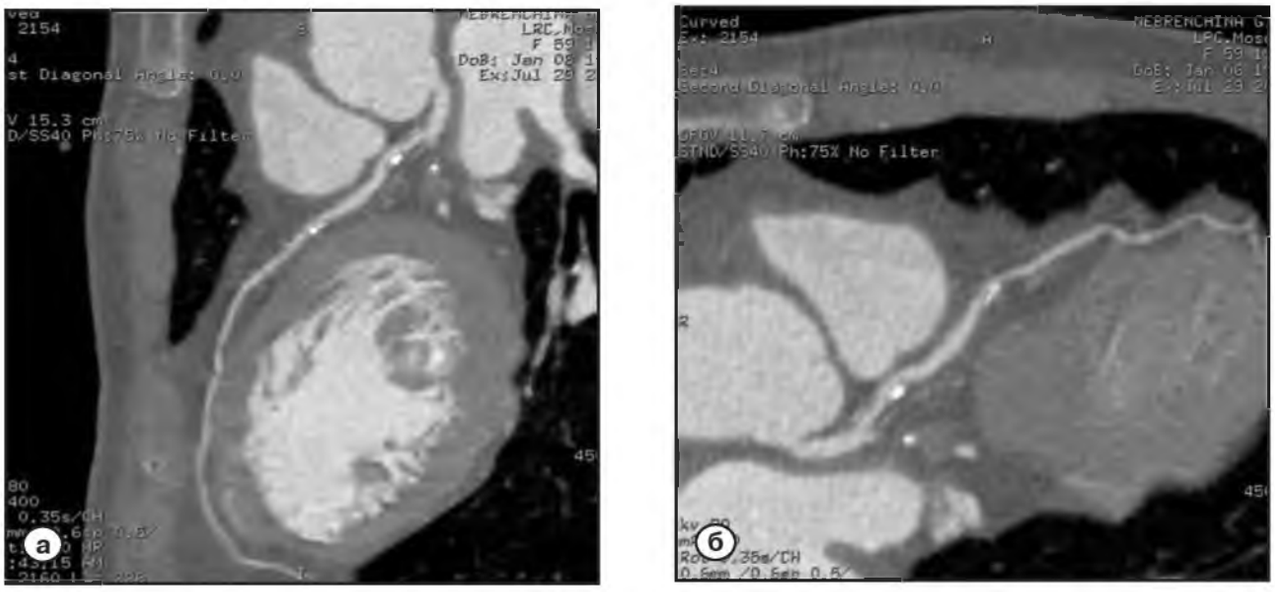

Рис. 6. *КТ-коронарография в режиме проспективной ЭКГ-синхронизации*
Качество изображения 1–2 балла
Параметры протокола сканирования: напряжение – 80 кВ, сила тока трубки – 400 мА, протяженность – 104 мм
*Показатели ЛН: CTDI – 3,09 мГр, DLP – 40,63 мГр*см; Е – 0,6 мЗв*

но, что использование таких томографов позволяет снизить ЛН при визуализации сердца на 91% по сравнению с традиционными 64-рядными томографами без ухудшения качества изображений.

Однако в этой работе имели место ограничения, связанные с применением искусственной модели, симулирующей мужскую и женскую анатомию с ЧСС 60 уд/мин. В реальной же практике редко встречается такой ровный ритм.

Как показала практика, главное направление в снижении ЛН КТА сердца – снижение напряжения тока на трубке. Эффективность такого подхода не зависит от ширины детектора. Однако это уменьшение в ней со 120 кВ до 80 кВ не только позволяет снизить эффективную дозу облучения, но и приводит к некоторому ухудшению качества изображения.

Появились новые конструкции получения данных МСКТ. Так, наиболее известен алгоритм ASIR, снижающий шум примерно на 40%, реализованный на томографах «General Electric». В настоящее время другие производители КТ также разработали схожие алгоритмы данных. Новые типы реконструкции показателей МСКТ позволяют применять проспективную кардиосинхронизацию без потери качества изображений.

Применение проспективной ЭКГ-синхронизации – наиболее доступный и приемлемый способ уменьшения эффективной дозы облучения и ЛН при КТА сердца и КА. Исполь-

зование данного метода может привести к сокращению ЛН на пациента на 20–83% в зависимости от ЧСС [10, 12, 13, 16–22].

Были получены данные по снижению ЛН на больного при проведении МСКТ-коронарографии (табл. 2).

Как показали итоги исследования, при проведении КТ-коронарографии с проспективной ЭКГ-синхронизацией можно уменьшить ЛН на пациента в среднем с 9,3 мЗв до 3,8 мЗв и не только сохранить при этом качество получаемого изображения, но даже его улучшить. Во-первых, время сканирования в режиме проспективной ЭКГ-синхронизации

Таблица 2.

Результаты исследований по снижению ЛН на пациента при использовании проспективной ЭКГ-синхронизации

Авторы	Год	Число пациентов	Эффективная доза (Е)		Качество изображений	Примечания
			при проспективной ЭКГ-синхронизации	при ретроспективной ЭКГ-синхронизации		
N. Hirai et al. [16]	2008	62	4,1 ± 1,8 мЗв	20,0 мЗв ± 3,5	Одинаковое	ЧСС<75 уд/мин. Средний вес пациентов – 62 кг ± 12 (без ожирения)
J.P. Earls et al. [12]	2008	82	2,8 мЗв	18,4 мЗв	Лучше при проспективной синхронизации	ЧСС<70 уд/мин. При проспективной синхронизации сила тока трубки выше
W.P. Shuman et al. [8]	2009	72	9,2 ± 2.2 мЗв	31,8 ± 5,1 мЗв	Лучше при проспективной синхронизации	ЧСС<75 уд/мин. Выбор силы тока и напряжения трубки в зависимости от ИМТ
Q. Feng et al. [21]	2010	78	2.71 ± 0.67 мЗв	4.9 ± 0.68 мЗв	Одинаковое. Соотношение контраст/шум было выше в группе с проспективной синхронизацией	128-срезовый МСКТ. ЧСС<75 уд/мин. Напряжение трубки – 100 кВ в 2 группах. Пациенты с низким ИМТ
S.M. Ko et al. [22]	2010	178	3.83 ± 0.84 мЗв	10.7 ± 2.7 мЗв	Одинаковое	Качество изображений оценивалось субъективно Пациенты с ЧСС>65 уд/мин были включены в группу только с проспективной ЭКГ-синхронизацией, что привело к снижению качества изображения в данной группе

меньше, что приводит к тому, что ускорение или замедление сердечного ритма во время сканирования в меньшей степени влияют на качество получаемых изображений. Такой подход помогает избежать появления артефактов (в частности, при исследовании больных с аритмией).

Во-вторых, при проспективной ЭКГ-синхронизации осуществляется пошаговое сканирование с поэтапным сдвигом стола, то есть он остается неподвижным во время сбора данных, в то время как при ретроспективной ЭКГ-синхронизации пациент постоянно движется во время сканирования. Все это дополнительно приводит к улучшению качества изображений [11]. Кроме того, получение данных происходит без перекрытия, а это основное условие для снижения ЛН.

Так, в 1-й группе 4 пациента получили эффективную дозу – < 1–2 мЗв. H.T. Abada et al. [19] также говорят о низкой эффективной дозе облучения (около 2 мЗв) у группы из 11 пациентов, вес которых не превышал 60 кг. Показатели напряжения на трубке были уменьшены до 80 кВ, сила тока Q – 520 мА.

J.P. Earls et al. [12] считают, что самым низким значением эффективной дозы при проведении КТ-коронарографии может быть 1 мЗв и меньше. Однако в этом исследовании существовали значительные ограничения. Например, многие параметры не были строго учтены, а некоторые оценены субъективно (например, качество изображения).

В работе Q. Feng et al. [21] такой параметр оценен по соотношению сигнал/шум и контраст/шум. Авторами было продемонстрировано одинаково хорошее качество изображения при субъективной оценке и при анализе соотношения сигнал/шум в двух группах пациентов, однако были значительные различия в соотношении контраст/шум (в группе пациентов с проспективной ЭКГ-синхронизацией выше). Это различие могло быть вызвано уменьшением напряжения на трубке (100 кВ) и увеличением силы тока в ней.

Так, в нашем исследовании значения напряжения на трубке в 1-й группе были несколько выше, чем во 2-й, что способствовало увеличению эффективной дозы облучения и, возможно, небольшому улучшению качества изображения. Но показатели силы тока трубки были чуть выше во 2-й группе. Кроме того, качество изображения зависело от ЧСС.

Отличное качество изображения получено у пациентов с ЧСС > 60–70 уд/мин, что было обеспечено введением бета-блокаторов. S.M. Ko et al. [22] также говорят о непосредственном влиянии ЧСС на качество получаемого изображения.

Недиагностические изображения были получены значительно реже у пациентов с ЧСС < 57 уд/мин (1,37% у 19%) по сравнению с больными, у которых ЧСС > 57 уд/мин (3,95% у 26%). В этом исследовании также не был проведен учет веса, роста и показателя ИМТ исследуемого, от которого, как было показано N. Gagarina et al. [23], напрямую зависит качество получаемого изображения, а также сила тока трубки. В их труде было продемонстрировано снижение ЛН на пациента за счет уменьшения напряжения на ней (от 120 до 100 кВ) и силы тока при проспективной ЭКГ-синхронизации без потери качества получаемого изображения. Но в этой работе участвовали больные только с ИМТ < 30 кг/см^2 (с нормальным весом).

Рассматриваемое в статье исследование не проводилось специально (ретроспективный анализ), и в него включались пациенты с любым весом, а также не предпринимались специальные меры по снижению тока на трубке, что явилось ограничением этой работы.

Врачи, выполняющие КТ, придерживаются принципа ALARA – стремления к минимальной ЛН без потери диагностической информации. Снижение ЛН особенно важно при обследовании женщин детородного возраста, детей и молодых [24], хотя этот аспект необходим для всех пациентов. Кроме того, меры по уменьшению ЛН важны для групп больных, которым в будущем может быть повторно назначена КТ-коронарография (например, при оценке проходимости коронарных стентов или шунтов, диагностике сложных врожденных аномалий или оценке прогрессирования уже выявленных коронарных стенозов).

Главная цель данного исследования – получение точной и полной диагностической информации при низкой ЛН, а не достижение минимально возможной ЛН с риском получить изображения невысокого качества.

Выводы

В проведенном ретроспективном исследовании было показано, что КТ-коронарография с проспективной ЭКГ-синхронизацией приводит к существенному уменьшению

ЛН на пациента (в среднем на 59%) по сравнению с ретроспективной без снижения качества изображений сердца и КА. При уменьшении силы тока и напряжения на трубке и применении более совершенных алгоритмов реконструкции данных (ASIR) снижение ЛН может быть еще большим. ■

Список литературы

1. Gaemperli O. et al. Accuracy of 64-slice CT angiography for the detection of functionally relevant coronary stenoses as assessed with myocardial perfusion SPECT. *Eur. J Nucl. Med. Mol. Imaging.* 2007; 34: 1162–1171.
2. Mollet N.R. et al. High-resolution spiral computed tomography coronary angiography in patients referred for diagnostic conventional coronary angiography. *Circulation.* 2005; 112: 2318–2323.
3. Raff G.L. et al. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography using 64-slice spiral computed tomography. *J. Am. Col. Cardiol.* 2005; 46: 552–557.
4. Scheffel H. et al. Accuracy of dual-source CT coronary angiography. First experience in a high pre-test probability population without heart rate control. *Eur. Radiol.* 2006; 16: 2739–2747.
5. Husmann L. et al. Comparison of diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography coronary angiography in patients with low, intermediate and high cardiovascular risk. *Acad. Radiol.* 2008; 15: 452–461.
6. Leschka S. et al. Low kilovoltage cardiac dual-source CT. Attenuation, noise, and radiation dose. *Eur. Radiol.* 2008; 18: 1809–1817.
7. Hausleiter J. et al. Radiation dose estimates from cardiac multislice computed tomography in daily practice. Impact of different scanning protocols on effective dose estimates. *Circulation.* 2006; 113: 1305–1310.
8. Husmann L. et al. Feasibility of low-dose coronary CT angiography. First experience with prospective ECGgating. *Eur. Heart. J.* 2008; 29: 191–197.
9. Herzog B.A. et al. Accuracy of low-dose computed tomography coronary angiography using prospective electrocardiogram triggering. First clinical experience. *Eur. Heart. J.* 2008; 29: 3037–3042.
10. Husmann L. et al. Diagnostic accuracy of computed tomography coronary angiography and evaluation of stress-only single-photon emission computed tomography / computed tomography hybrid imaging. Comparison of prospective electrocardiogram-triggering vs. retrospective gating. *Eur. Heart. J.* 2009; 30: 600–607.
11. Hsieh J. et al. Step-and-shoot data acquisition and reconstruction for cardiac x-ray computed tomography. *Med. Phys.* 2006; 33: 4236–4248.
12. Earls J.P. et al. Prospectively gated transverse coronary CT angiography versus retrospectively gated helical technique. Improved image quality and reduced radiation dose. *Radiology.* 2008; 246: 742–753.
13. Shuman W.P. et al. Prospective versus retrospective ECG gating for 64-detector CT of the coronary arteries. Comparison of image quality and patient radiation dose. *Radiology.* 2008; 248: 431–437.
14. Ertl-Wagner B.B. et al. Multi-detector row CT angiography of the brain at various kilovoltage settings. *Radiology.* 2004; 231: 528–535.
15. Einstein A.J. et al. Radiation dose from single-heartbeat coronary CT angiography performed with a 320-detector row volume scanner. *Radiology.* 2010; 254: 698–706.
16. Hirai N. et al. Prospective versus retrospective ECG-gated 64-detector coronary CT angiography. Assessment of image quality, stenosis and radiation dose. *Radiology.* 2008; 248 (2): 424–430.
17. Morin R.L. et al. Radiation dose in computed tomography of the heart. *Circulation.* 2003; 107: 917–922.

18. Jakobs T.F. et al. Multislice helical CT of the heart with retrospective ECG gating. Reduction of radiation exposure by ECG-controlled tube current modulation. *Eur. Radiol.* 2002;
19. Abada H.T. et al. MDCT of the coronary arteries. Feasibility of low-dose CT with ECG-pulsed tube current modulation to reduce radiation dose. *Am. J. Roentgenol.* 2006; 186 (6 – разд. 2): 387–390.
20. Suzuki S. et al. Coronary artery stent evaluation using a vascular model at 64-detector row CT. Comparison between prospective and retrospective ECG-gated axial scans. *Korean. J. Radiol.* 2009; 10 (3): 217–226.
21. Feng Q. et al. Prospective ECG triggering versus low-dose retrospective ECG-gated 128-channel CT coronary angiography. Comparison of image quality and radiation dose. *Clin. Radiol.* 2010; 65 (10): 809–814.
22. Ko S.M. et al. Assessment of image quality and radiation dose in prospective ECG-triggered coronary CT angiography compared with retrospective ECG-gated coronary CT angiography. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2010; 26 (1): 93–101.
23. Gagarina N., Fominykh E., Mukhamatullina E. Low-dose 320-row volume CT coronary angiography. Comparison of new «sub-mSv» and full-dose protocols. Тезисы ECR 2010.
24. Einstein A.J., Henzlova M.J., Rajagopalan S. Estimating risk of cancer associated with radiation exposure from 64-slice computed tomography coronary angiography. *JAMA.* 2007; 298: 317–323.

POSSIBILITIES OF BEAM LOADING DECREASE DURING CORONARY ARTERIES MSCT

V.E.Sinitsyn, E.A.Mershina, M.A.Glazkova, I.M.Arhipova

Purpose. Was to compare beam loading and quality of coronary arteries' imaging (CA) in case of using the 64-slise computed tomography (MSCT) in retro- and prospective electrocardiographic synchronization mode.

Materials and methods. 57 patients with coronar arteries disease suspicious were examined with the help of computed tomography (CT) coronarography in prospective (n = 27) and retrospective (n = 30) EKG-synchronization modes. All the experiments were held on multislice Discovery CT 750 MD («General Electric»). The quality of obtained CR images was estimated subjectively – from 1 (perfect quality) to 4 (non-diagnostic).

Results. The analyses of obtained images during retro- and prospective EKG-synchronization did not reveal serious differences (1,4 ± 0,38 and 1,5 ± 0,46 accordingly). The effective dose during prospective EKG-synchronization was 59% less than during retrospective EKG-synchronization (3,8 ± 0,83 mSv and 9,3 ± 2,5 mSv, $p < 0,05$).

Conclusion. CT-coronarography in prospective EKG-synchronization mode leads to essential decrease in beam loading on the patient without deterioration of the received image quality.

Key words: *atherosclerotic disease, retro- and prospective EKG-synchronization, beam loading.*

Адрес для корреспонденции:
Синицын Валентин Евгеньевич
E-mail: *vsini@mail.ru*