

Спиральная компьютерная томография с использованием 64-х детекторной системы Aquilion 64 и перспективной ЭКГ синхронизации

М. Zacho, К.Ф. Kofoed
Дания, университет Копенгагена, Rigshospitalet

Успешный путь в снижении лучевой нагрузки на пациента

Введение

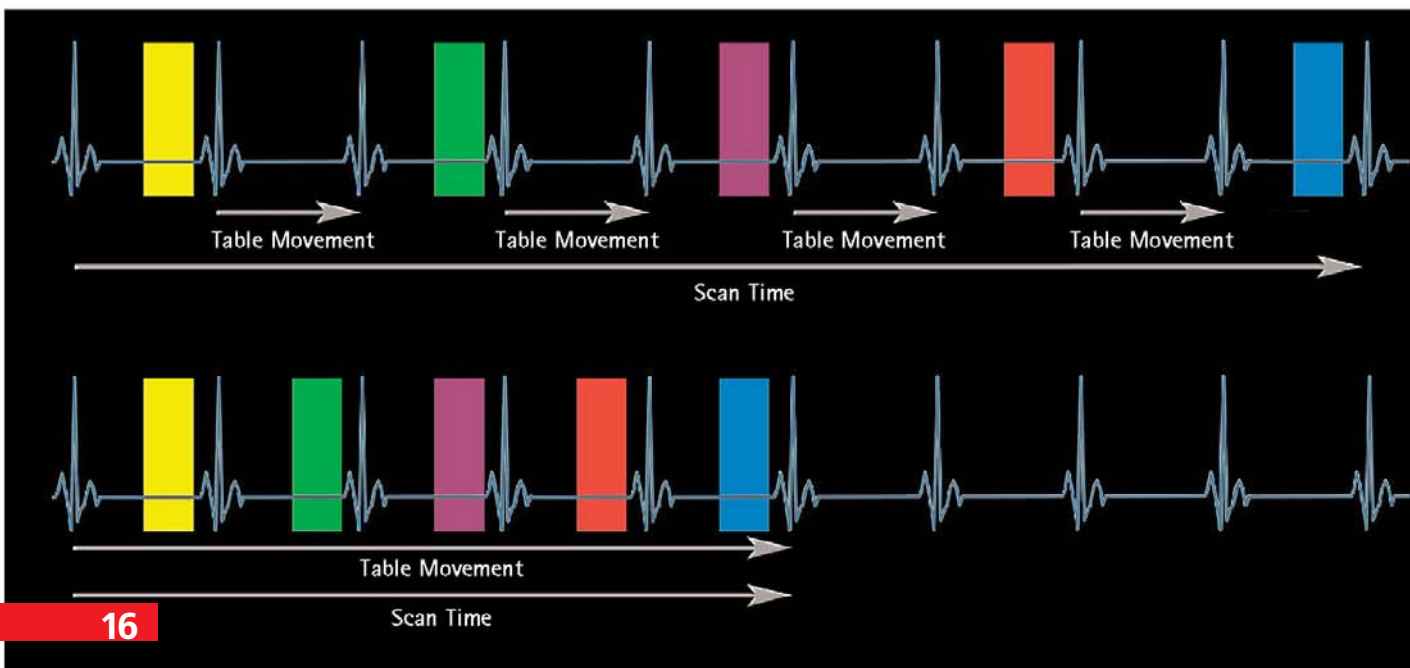
В настоящее время предпринимается ряд мер по разработке неинвазивных средств визуализации коронарных артерий для отказа от использования инвазивной катетеризации сердца. Постоянное совершенствование систем многосрезовой компьютерной томографии (МСКТ) позволило улучшить диагностику заболеваний сердца с использованием КТ.

В настоящее время мы знаем, что КТ является очень эффективной при диагностике заболеваний сердца у пациентов с низкой и средней вероятностью заболеваний коронарных артерий (CAD)¹. При этом увеличение количества пациентов, которые подвергаются КТ исследованию сердца, требует уменьшения лучевой нагрузки на пациентов. Особенно это важно для более молодых пациентов, у которых вероятность риска заболеваний сердца невелика.

Способом уменьшения лучевой нагрузки является использование 64-срезового КТ сканера, разработанного фирмой Toshiba, с перспективной синхронизацией по электрокардиографии (ЭКГ) при помощи SURECardio. Эта методика сканирования является успешной в снижении лучевой нагрузки

при сохранении максимально возможного качества изображения. Перспективная ЭКГ синхронизация с использованием SURECardio является методикой спирального сканирования с применением новой системы модуляции дозы. Спиральное сканирование обеспечивает быстрый и непрерывный сбор данных изображений во время каждого удара сердца без каких-либо задержек. Это даёт возможность сократить время сканирования и время задержки дыхания пациента. Кроме того, это позволяет уменьшить ошибки пропусков регистрации и обеспечивает равномерное распределение контраста по сосудистой системе. При использовании методики перспективной синхронизации SURECardio уменьшение лучевой нагрузки достигается в результате полного выключения излучения в течение цикла систолы и поздней диастолы, а модуляция дозы на протяжении ретроспективного спирального отображения снижает лучевую нагрузку во время систолы примерно на 20% от значения максимальной лучевой нагрузки в диастоле. Интервал, в котором перспективная SURECardio обеспечивает сбор данных, зависит от частоты сердечного ритма. При ЧСС менее 60 ударов в

Рисунок 1. Сравнение методики смещения и экспонирования с методикой перспективной синхронизации SURECardio. На верхней части рисунка показана модель методики смещения и экспонирования с неспиральным сбором данных и без смещения стола во время отображения, что приводило к выполнению сканирований только в течение каждого второго удара сердца и, соответственно, увеличению времени сканирования. На нижней части показана методика перспективной синхронизации SURECardio с постоянным смещением стола во время отображения и выполнением сканирования в течение каждого удара сердца при уменьшении времени сканирования



Случай 1

Женщина в возрасте 61-го года поступила в отделение кардиологии Rigshospitalet, Копенгаген, Дания, со стенокардией. Частота сердечного ритма составляла 52 - 55 ударов в минуту во время ретроспективного сканирования и сканирования с перспективной синхронизацией ^{SURE}Cardio. При использовании методики перспективной синхронизации ^{SURE}Cardio лучевая нагрузка на пациента составила 5.7 мЗв, что соответствовало 57% от дозы, полученной при ретроспективном сканировании с применением обычной модуляции дозы. При этом не было отмечено существенной разницы в качестве изображений, а оценка данных пациента без труда показала наличие нормальных артерий без признаков бляшек или кальцификаций (Рисунок 2 a-d).

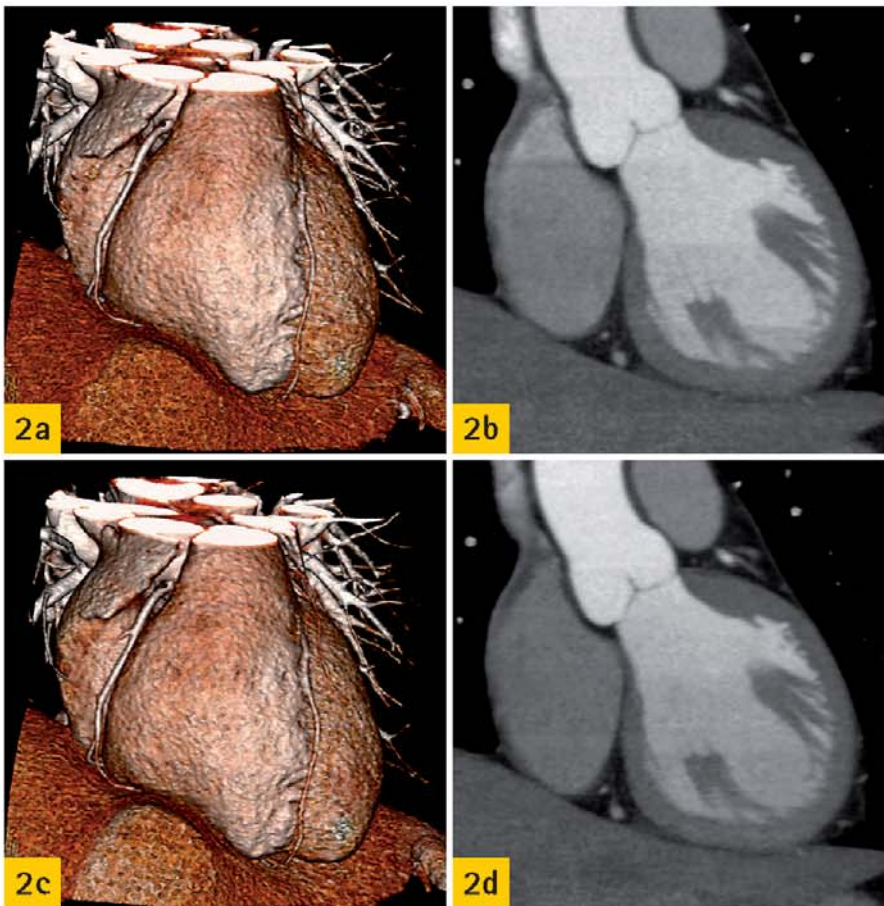


Рисунок 2 a-d: Изображения нормального сердца

Рисунок 2 a-b: Показано сканирование сердца с использованием методики ^{SURE}Cardio

Рисунок 2 c-d: Показано сердце после сканирования с использованием методики ретроспективной модуляции дозы. Не отмечено никаких различий в качестве изображений.

минуту фаза экспонирования составляет 65 - 85%, а при частоте от 65 до 70 ударов в минуту - 30 - 90%. Поэтому для пациентов с ЧСС от 65 до 70 ударов в минуту данные изображений дают возможность получать функциональное отображение. Значения лучевой нагрузки при перспективной синхронизации составляют 2 - 8 мЗв в зависимости от индекса массы тела (BMI), диапазона сканирования, сердечного ритма и окна сканирования.

Таким образом, сочетание спирального сканирования и сокращения времени сканирования с методикой перспективной синхронизации ^{SURE}Cardio приводит к уменьшению времени включения рентгеновского излучения с существенным снижением лучевой нагрузки при

сохранении достаточно хорошего качества изображения.

Другим подходом для уменьшения лучевой нагрузки в КТ сердца является так называемая методика сканирования "смещение и экспонирование", в которой используется предварительное предсказание временного расположения R-зубца и неспиральный сбор данных без смещения стола в течение отображения². Поскольку, обычно, невозможно завершить сбор данных в течение одного удара сердца из-за достаточно быстрого смещения стола, сканирование производится во время каждого второго удара сердца. Это приводит к повышению времени исследования и времени задержки дыхания пациента с последующими вариациями от удара к удару в отображении коронарных артерий и появлению артефактов прерывания.

Случай 2

Мужчина в возрасте 81-го года был доставлен в отделение кардиологии Righospitalitet, Копенгаген, Дания, с болью в грудной клетке и одышкой. Частота сердечного ритма составляла 57 - 63 удара в минуту во время ретроспективного сканирования и перспективного сканирования с использованием ^{SURE}Cardio. В случае сканирования с перспективной синхронизацией ^{SURE}Cardio лучевая нагрузка на пациента составила 6.6 мЗв, что соответствовало уменьшению на 56% по сравнению с ретроспективным сканированием и обычной модуляцией дозы. Качество изображений при исследованиях было достаточно хорошим и не вызвало затруднений в выполнении диагностики с обнаружением мягкой бляшки в первом сегменте левой нисходящей артерии (LAD) и мягкой бляшки в промежуточной артерии (Рисунок 3 a-d).

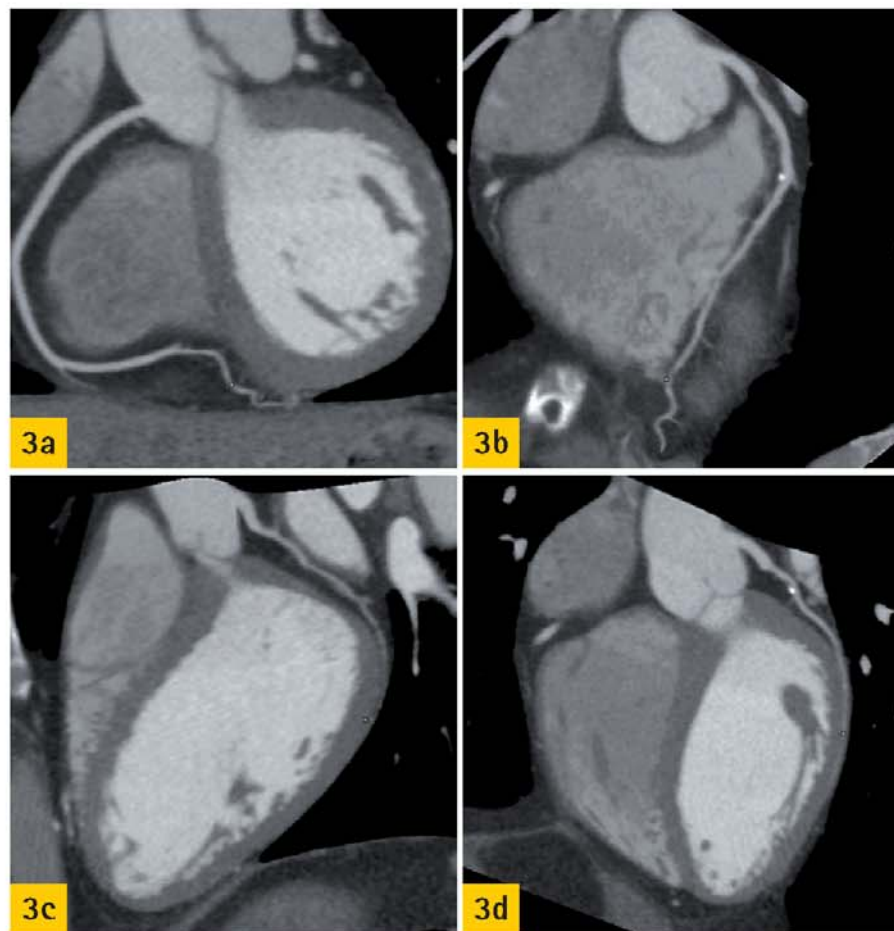


Рисунок 3 a-d: Изображения сердца после сканирования с использованием методики перспективной синхронизации ^{SURE}Cardio.

Рисунок 3 a: Нормальная правая коронарная артерия после сканирования с использованием методики перспективной синхронизации ^{SURE}Cardio.

Рисунок 3 b: Левая нисходящая артерия с мягкой бляшкой в первом сегменте после сканирования с использованием методики перспективной синхронизации ^{SURE}Cardio.

Рисунок 3 c: Нормальная огибающая артерия после сканирования с использованием методики перспективной синхронизации ^{SURE}Cardio.

Рисунок 3 d: Промежуточная артерия с мягкой бляшкой после сканирования с использованием методики перспективной синхронизации ^{SURE}Cardio.

Материалы и методы

В отделении радиологии Rigshospitalitet, Копенгаген, Дания, сбор данных изображений проводился с использованием системы МСКТ Aquilion 64 фирмы Toshiba Medical Systems (Япония) в соответствии с рекомендациями производителя (коллимация детектора 64 x 0.5 мм, напряжение на рентгеновской трубке 100 - 120 кВ, ток через трубку 280 - 500 мА, время оборота гентри 350 - 375 мс в зависимости от частоты сердечного ритма).

Контрастное вещество (Визипак 320) вводилось внутривенно путём инфузии со скоростью 5 мл/с с последующей промывкой физраствором. Количество контрастного препарата было индивидуальным в зависимости от запланированного времени сканирования, которое определялось в ходе тренировок по задержке дыхания.

Методика перспективной ЭКГ синхронизации может использоваться при значениях частоты сердечного ритма ниже 68 ударов в минуту. Поэтому всем пациентам с частотой сердечного ритма выше 68 ударов в минуту производилась предварительная подготовка путем введения 50 - 100 мг метопролола за 60 минут до начала обследования. Кроме этого, за 2 - 4 минуты до начала КТ исследования сердца назначалось 0.4 мг нитроглицерина под язык.

У пациентов, обследованных в радиологическом отделении клиники Rigshospitalitet, Копенгаген, Дания, вероятность риска заболеваний коронарных артерий варьировала от низкой и средней до высокой. У пациентов с высокой вероятностью риска (CAD) зачастую присутствовали заболевания сердца с наличием экстрасистол, повышенной частотой сердечного ритма и увеличенным индексом массы тела (BMI). Эти факторы являются помехой для методики сканирования с перспективной синхронизацией, в то время как пациенты со средней и малой степенью риска обычно не представляют особых проблем ввиду более низких значений ЧСС или простоты снижения его при помощи метопролола.

Анализ изображений производился с использованием программного обеспечения (Vitrea, версия 3.9, Vital Images, США). Оценка коронарных артерий производилась на основании 15-тисегментной модели в соответствии с рекомендациями Американской ассоциации по проблемам сердца³.

Обсуждение

Высокая степень лучевой нагрузки при исследованиях коронарных артерий с использованием широко распространённой методики ретроспективной МСКТ представляет серьёзную проблему. Поэтому снижение лучевой нагрузки при сохранении оптимального качества изображений является важной задачей. КТ с перспективной синхронизацией и использованием методики ^{SURE}Cardio является многообещающей, поскольку полностью выключает рентгеновское излучение во время систолы и значительно снижает облучение пациента.

Два представленных случая сканирования пациентов с ретроспективной и перспективной модуляцией дозы находились в рамках выполняющегося в настоящее время клинического исследования. При сравнении двух методик отмечено уменьшение лучевой нагрузки более чем на 55%. При этом качество изображений практически не отличается и является вполне удовлетворительным. Таким образом, при использовании методики сканирования с перспективной синхронизацией ^{SURE}Cardio лучевая нагрузка на пациента может существенно уменьшаться без ухудшения качества

изображения и диагностической ценности обследования.

В обоих случаях ЧСС у пациентов перед началом исследования была практически постоянной - до 68 ударов в минуту, что не требовало введения метопролола. Опыт нашего отделения показывает, что основным ограничением методики является чувствительность к вариабельности и частоте сердечного ритма пациентов. Одним из ограничений является необходимость снижения ЧСС у пациентов с низкой или средней вероятностью риска заболеваний сердца. Обычно это не является проблемой из-за низкой вероятности сопутствующих заболеваний в этой группе. Пациенты данной группы обычно бывают амбулаторными и при необходимости могут принимать метопролол на дому перед обследованием для достижения ЧСС ниже 68 ударов в минуту. Однако, большинство пациентов, которые подвергались сканированию в нашем отделении, принадлежат к группе среднего-высокого риска. У таких пациентов зачастую уменьшение ЧСС является проблематичным ввиду наличия сопутствующих заболеваний с повышением кровяного давления, сердечной недостаточностью и аритмией. Имеется также риск небольших неравномерностей в ЭКГ. Если ЧСС поднимается выше 68 ударов в минуту или имеются неравномерности ЭКГ на протяжении сканирования, программное обеспечение сканирования автоматически переключается из режима перспективной синхронизации ^{SURE}Cardio в режим ретроспективной синхронизации, при этом пациенты получают более высокую лучевую нагрузку. Эта функция программного обеспечения является важным преимуществом, поскольку гарантирует получение диагностических изображений достаточного качества независимо от повышенной частоты сердечного ритма и неравномерностей ЭКГ на протяжении исследования. Методика смещения и экспонирования имеет другое очень серьёзное ограничение. В соответствии с проведенными в последнее время исследованиями, примерно 10% клинических исследований не смогли дать диагностических изображений достаточного качества из-за неравномерностей ЭКГ или повышения частоты сердечного ритма до значений выше 70 ударов в минуту во время сканирования⁴.

На основании анализа описанных преимуществ и ограничений можно утверждать, что методика перспективной синхронизации ^{SURE}Cardio является успешным выбором для большинства пациентов. Однако, всегда необходимо оценивать каждого пациента с точки зрения частоты сердечного ритма и сопутствующих заболеваний при выборе между ретроспективным сканированием с обычной модуляцией дозы и сканированием с перспективной синхронизацией и использованием методики ^{SURE}Cardio. Последняя методика будет гарантировать получение диагностически полноценных изображений при заметном снижении лучевой нагрузки в зависимости от ЧСС.

References

- 1 Budoff MJ, Achenbach S, Blumenthal RS et al. Assessment of coronary artery disease by cardiac computed tomography: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Cardiovascular Imaging and Intervention, Council on Cardiovascular Radiology and Intervention, and Committee on Cardiac Imaging, Council on Clinical Cardiology. *Circulation* 2006;114:1761-91.
- 2 Nieman K, Cademartiri F, Lemos PA et al. Reliable noninvasive coronary angiography with fast submillimeter multislice spiral computed tomography. *Circulation* 2002;106:2051-2054.
- 3 Austen WG, Edwards JE, Frye RL, et al. A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. *Circulation* 1975;51:5-40.
- 4 Earls JP, Berman EL, Urban BA et al. Prospectively gated transverse coronary CT angiography versus retrospectively gated helical technique: improved Image Quality and reduced radiation dose. *Radio-logy* vol 246 742-52.