

МУЛЬТИСПИРАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ПЛАНИРОВАНИИ ТРАНСКАТЕТЕРНОГО ПРОТЕЗИРОВАНИЯ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА

Терновой С.К., Никонова М.Э., Веселова Т.Н., Имаев Т.Э., Комлев А.Е.,
Акчурин Р.С., Федотенков И.С., Шария М.А.

Хирургическое лечение патологии аортального клапана (АК) является актуальной и важной проблемой современной медицины. Распространённость клапанных поражений в популяции велика и уровень остаётся стабильно высоким. В связи с наличием большого числа пациентов, которым невозможно проведение открытого хирургического вмешательства на АК в последнее время активно совершенствуются альтернативные гибридные методики лечения.

Проведение МСКТ до транскатетерного протезирования АК является обязательным, т.к. по результатам проведенного обследования определяется возможность проведения гибридного лечения и тип доступа – трансфеморальный или трансапикальный. МСКТ предоставляет необходимые данные для определения размеров и типов протезов АК.

Использование современных систем 320-640 спиральных томографов еще больше укрепит метод МСКТ, как метод выбора в обследовании пациентов перед транскатетерным протезированием АК.

Ключевые слова: мультиспиральная компьютерная томография, транскатетерное протезирование аортального клапана, гибридные технологии в хирургии.

Институт кардиологии
им. А.Л. Мясникова
ФГБУ "Российский кардиологический научно-производственный комплекс Минздрава РФ.
г. Москва, Россия

MULTISLICE COMPUTED TOMOGRAPHY IN PLANNING OF TRANSCATHETER AORTIC VALVE IMPLANTATION

Ternovoy S.K., Nikonova M.E., Veselova T.N., Imaev T.E., Komlev A.E.,
Akchurin R.S., Fedotenko I.S., Shariya M.A.

Surgical treatment of aortic valve pathology is an actual problem of modern medicine. Aortic valve pathology is widely spread in population on a stable high level. Due to a large amount of patients without possibility of open surgical treatment of aortic valve pathology modern hybrid methods of treatment, such as transcatheter aortic valve implantation are being actively proposed and modified.

Mu MSCT angiography before transcatheter aortic valve implantation is obligatory procedure. Data obtained by MSCT is extremely necessary to define the possibility and the access path of transcatheter aortic valve implantation. MSCT allows to select the size and type of aortic valve prosthesis.

The use of modern MSCT scanners with 320-640 row of detectors will increase the leading role of MSCT in preoperative examination in patients with planned transcatheter aortic valve implantation.

Keywords: multislice computed tomography, transcatheter aortic valve implantation, hybrid heart surgery.

Cardiology Research
Centre of Russian Federation. Department of
Tomography.
Moscow, Russia

Хирургическое лечение патологии аортального клапана является актуальной и важной проблемой современной медицины.

Смертность от сердечно - сосудистых заболеваний в индустриально развитых странах мира занимает лидирующее место. Распространённость клапанных поражений в популяции велика и уровень остаётся стабильно высоким (Рис. 1) [1].

пами [5,6,7].

Появление новых современных гибридных подходов к лечению патологии аортального клапана делает актуальным широкое использование новых неинвазивных методов лучевой диагностики, позволяющих быстро и достоверно оценить состояние аорты и аортального клапана, спланировать тип доступа, а в постоперационном периоде адекватно оценить результаты гибридного или хирургического вмеша-

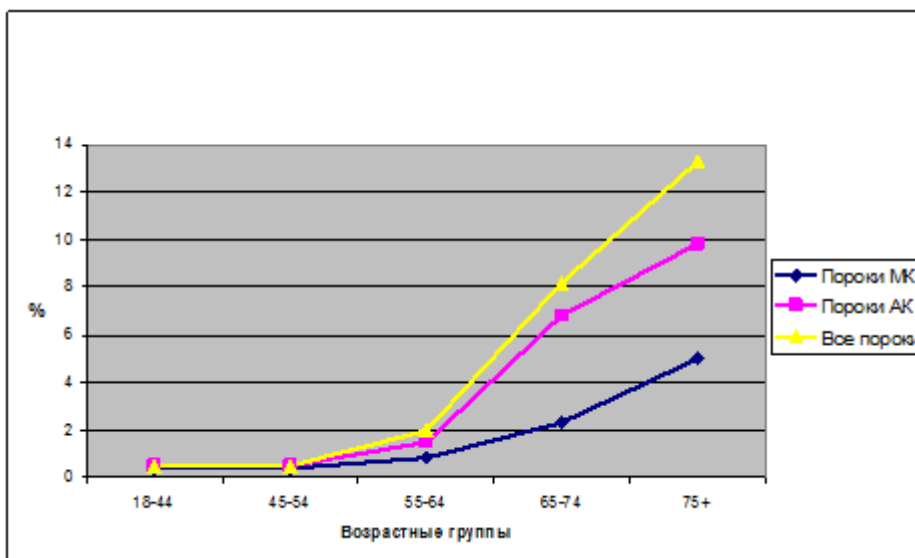


Рис. 1. Распространённость клапанных поражений в популяции.

Традиционно для протезирования аортального клапана используются хирургические методы, которые и в настоящий момент остаются «золотым стандартом» [2]. Проведение подобных операций доступно лишь в высокоспециализированных современных хирургических клиниках, обладающих высокотехнологичным оборудованием и исключительно подготовленным квалифицированным персоналом. Несмотря на прогресс современной медицины, число тяжёлых осложнений после проведения подобных реконструктивных операций на аортальном клапане остаётся высоким [3,4].

В связи с наличием большого числа пациентов, которым невозможно проведение открытого хирургического вмешательства на аортальном клапане из-за возрастных ограничений и существующих сопутствующих патологий и, соответственно, высокого риска как интра-, так и послеоперационных осложнений, в последнее время активно возрастает интерес и меняются подходы к развитию и совершенствованию альтернативных гибридных хирургических методик лечения данной патологии. На настоящий момент активно развиваются и совершенствуются такие направления гибридных хирургических технологий, как транскатетерное протезирование аортального клапана трансфеморальным и трансапикальным досту-

тельства.

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) является одним из признанных методов неинвазивной лучевой диагностики сердечно - сосудистых заболеваний. Этот метод уникален возможностью получения при одном исследовании информации о морфологии сердца, включая состояние клапанного аппарата и состоянии коронарного русла. Также возможна детальная визуализация аорты на всём протя-

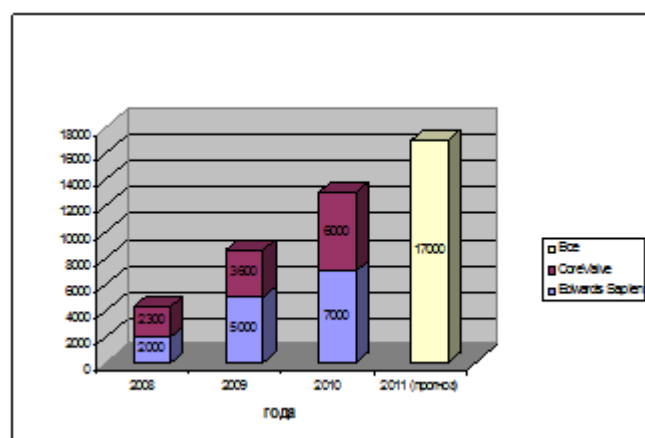


Рис. 2. Количество транскатетерных имплантаций биопротезов аортального клапана в мире.



Рис. 3. МСКТ. Многоплоскостная реконструкция. Выраженный кальциноз створок аортального клапана.

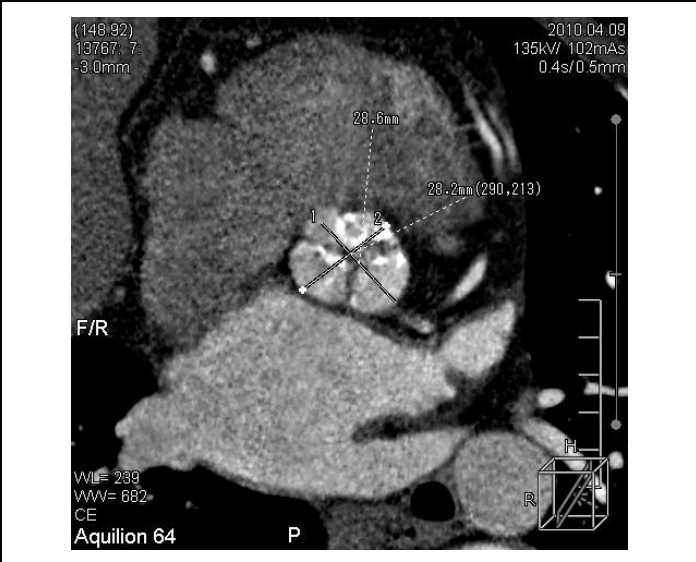


Рис. 4. МСКТ. Многоплоскостная реконструкция. Измерение фиброзного кольца аортального клапана.

жении - проведение панаортографии.

Традиционно для целей визуализации аорты и коронарных артерий использовали интервенционную рентгеновскую ангиографию, которая и теперь остается «золотым» стандартом диагностики атеросклеротического поражения коронарного русла, однако практически не применяется при проведении диагностической аортографии. За последние 20 лет благодаря совершенствованию методов лучевой диагностики появилась возможность получения изображений коронарных артерий и аорты на всём протяжении неинвазивными методами, прежде всего с помощью МСКТ [8]. Появилась методика МСКТ-ангиографии, которую используют для оценки состояния коронарных артерий, морфологии сердца, диагностики заболе-

ваний аорты [9,10]. МСКТ-ангиографию в настоящее время повсеместно используют в клинической практике в диагностических целях. Также МСКТ-ангиография используется при планировании гибридных хирургических вмешательств на аортальном клапане, однако число данных исследований в нашей стране ограничено из-за малого количества самих гибридных вмешательств.

Учитывая ежегодно увеличивающееся число операций по транскатетерному протезированию аортального клапана, выполняемых во всем мире (Рис. 2) [11, 12], потребность в точном и неинвазивном определении групп пациентов с наличием показаний гибридному лечению и контролю результатов лечения велика. Всем вышеописанным требованиям в полной



Рис. 5. МСКТ. Многоплоскостная реконструкция. Определение расстояния от кольца аортального клапана до устья ЛКА.

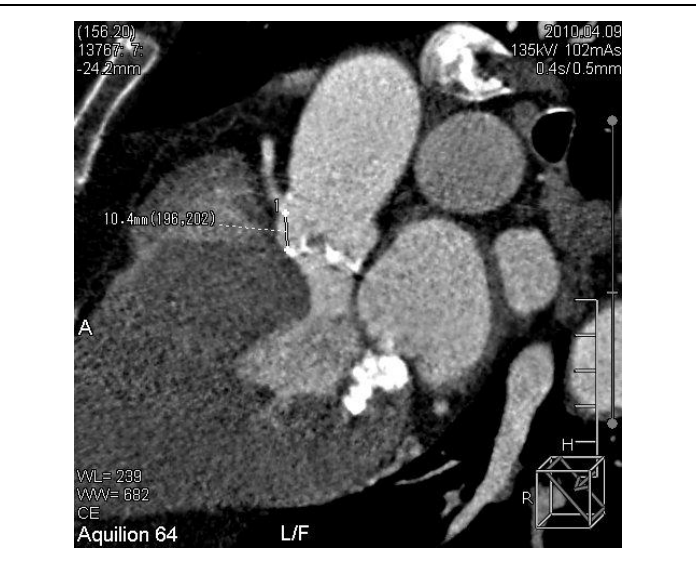


Рис. 6. МСКТ. Многоплоскостная реконструкция. Определение расстояния от кольца аортального клапана до устья ПКА.

мере соответствует метод МСКТ, который на настоящий момент является ключевым в обследовании пациентов перед транскатетерным протезированием аортального клапана, без выполнения МСКТ- ангиографии проведение гибридного лечения заболеваний аортального клапана невозможно.

Существуют показатели, которые в обязательном порядке оцениваются при проведении МСКТ-ангиографии аорты и исследовании сердца. Обычно оцениваются такие показатели, как размеры аорты, наличие и протяжённость аневризмы, наличие расслоения стенки аорты, диаметр аорты по кровотоку и толщина тромботических наложений, характер отхождения сосудов от аорты, степень кальциноза створок аортального клапана, размеры фиброзного кольца аортального клапана, расположение устья коронарных артерий относительно кольца аортального клапана. Так как все исследования грудной аорты у пациентов перед транскатетерным протезированием аортального клапана проводятся с кардиосинхронизацией, обязательно оценивается состояние просвета коронарных артерий, морфология миокарда ЛЖ, несомненно, возможна оценка сопутствующей патологии со стороны паренхиматозных органов и костно-суставной системы.

При оценке результатов транскатетерного протезирования аортального клапана МСКТ используется реже, чем при планировании гибридного вмешательства. Обычно данный метод исследования применяется для диагностики осложнений, связанных с установкой протеза аортального клапана таких, как дислокация протеза выше или ниже места протезирования, неполная расправленность протеза, а также для ранней диагностики постоперационных ослож-

нений таких, как расслаивающая аневризма аорты, медиастинит, перикардит, воспалительные изменения легких, тромбоэмболия легочной артерии.

Первая транскатетерная имплантация биопротеза в аортальную позицию была выполнена в 2002 г [6].

Перед проведением транскатетерной имплантации протеза аортального клапана кроме выполнения стандартного предоперационного обследования, проведения интервенционной коронароангиографии и Эхо - кардиографии (ЭХО-КГ), в обязательном порядке первым этапом проводится МСКТ-ангиография грудной аорты и сердца с кардиосинхронизацией, вторым этапом – МСКТ-ангиография брюшной аорты и подвздошно – бедренных сегментов.

Обычно используется следующий протокол проведения МСКТ сердца и грудной аорты с использованием 64-640 спиральных компьютерных томографов:

Положение пациента – лёжа на спине.

Направление исследования – от головы к ногам.

Томограмма – фронтальная.

При исследовании грудной аорты необходима кардиосинхронизация (желательно использовать ретроспективную кардиосинхронизацию для возможности выполнения реконструкций в различные фазы сердечного цикла). Объём исследования – от уровня устья сосудов дуги аорты до основания сердца.

Режим проведения томографии – спиральный.

Фазы исследования – нативная, артериальная.

Толщина томографического среза – 0,5 - 0,625 мм.

Внутривенное контрастирование – болюсное введение контрастного препарата со скоростью

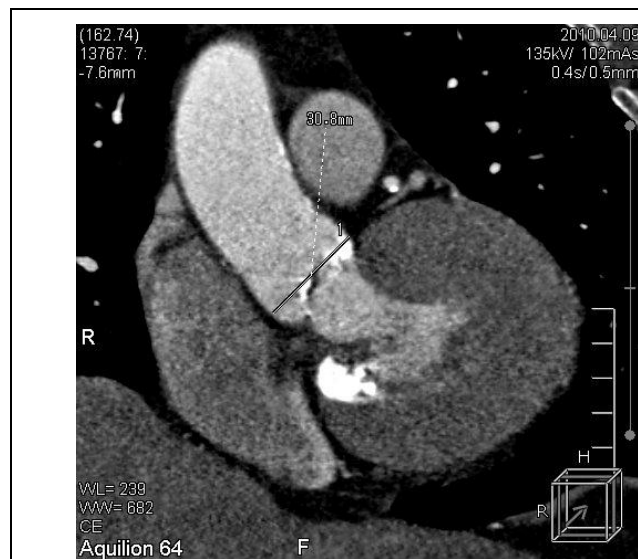


Рис. 7. МСКТ. Многоплоскостная реконструкция.

Определение размеров корня аорты.

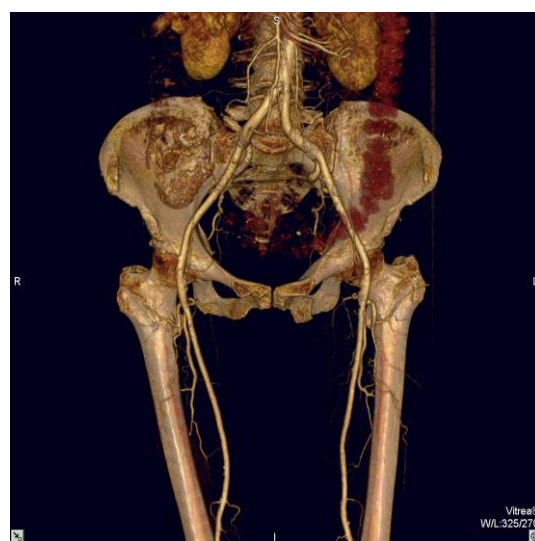


Рис. 8. МСКТ. Объёмный рендеринг.

Определение размеров ОБА, НПА, ОПА. Определение стенотических изменений подвздошно - бедренного сегмента и брюшной аорты. Отсутствие патологической извитости артерий.

4,5- 6,0 мл/сек.

Объём контрастного препарата МСКТ 64 – 100 мл; МСКТ 320-640 – 60-70 мл.

Задержка дыхания – на глубине вдоха или выдоха.

При МСКТ-аортографии брюшного отдела и ангиографии подвздошно-бедренных сегментов необходимость в кардиосинхронизации отсутствует, объём исследования – от уровня диафрагмы до проксимальных сегментов ПБА.

Объём контрастного препарата составляет 70-100 мл.

Для обработки изображений обычно используют многоплоскостные реконструкции (MPR) по ходу коронарных артерий и для визуализации фиброзного кольца аортального клапана. Возможно применение проекций максимальной интенсивности (MIP). Для наглядности получаемой информации используется методика построения объёмных изображений – объёмный рендеринг.

Проведение МСКТ-аортографии и исследования сердца является обязательным для определения как возможности проведения транскатетерной имплантации протеза аортального клапана, так и для определения доступа – трансфеморального или трансапикального.

На настоящий момент разработаны критерии отбора пациентов для проведения транскатетерной имплантации протеза аортального клапана по данным МСКТ:

1. Кальцинированный аортальный стеноз.
2. Площадь устья аорты ≤ 0.8 кв. см.
3. Расстояние от уровня кольца аортального клапана до устьев коронарных артерий не менее 10 мм.
4. Диаметр кольца АК менее 18 мм и более 25 мм (как дополнение метода трансторакальной Эхо-КГ).
5. Для трансфеморального доступа – диаметр ОПА не менее 8 мм, диаметр НПА не менее 8 мм, диаметр ОБА не менее 7.5 мм.

Поскольку трансфеморальный доступ является приоритетным, проведение МСКТ как грудной, так и брюшной аорты является необходимым для всех пациентов (Рис. 3, Рис. 4, Рис. 5, Рис. 6, Рис. 7, Рис. 8). В случае несоблюдения критерия 5 выбирается трансапикальный доступ.

Критерий исключения – низкое отхождение устья ПКА от коронарного синуса.

Разработаны критерии исключения пациентов для проведения транскатетерной имплантации протеза аортального клапана по данным МСКТ:

1. Неклапанный аортальный стеноз.
2. Врожденный аортальный стеноз, двустворчатый аортальный клапан.
3. Некальцинированный аортальный стеноз.



Рис. 9. МСКТ. Многоплоскостная реконструкция.
Низкое отхождение ПКА от правого коронарного синуса.

4. Расстояние от кольца аортального клапана до устьев коронарных артерий менее 1,0 см (не для всех типов протезов).
5. Кальцинат больших размеров в основании левой или правой коронарной створки (угроза смещения кальцината со сдавлением устья коронарной артерии при раздувании баллона).
6. Наличие внутрисердечных новообразований, тромбов или вегетаций.
7. Гипертрофическая кардиомиопатия.
8. Биопротез в митральной позиции.
9. Выраженные атероматозные бляшки подвздошных и бедренных артерий (нестабильные бляшки).
10. Выраженный кинкинг подвздошных и бедренных артерий.
11. Двустороннее подвздошно - бедренное шунтирование.

МСКТ позволяет чётко визуализировать анатомические особенности и тяжёлую сопутствующую патологию при исключении пациентов для транскатетерного протезирования аортального клапана (Рис. 9, Рис. 10, Рис. 11, Рис. 12, Рис. 12).

С января 2010 г по декабрь 2010 г в отделе томографии Института Клинической Кардиологии им. А.А. Мясникова были проведены МСКТ исследования сердца, брюшной аорты и подвздошно-бедренных сегментов 30 пациентам высокого хирургического риска, которым планировалась транскатетерная имплантация протеза аортального клапана.

По данным МСКТ 8 пациентов были исключены в связи с низким отхождением устья коронарных артерий и несоответствием размеров корня аорты размерам протеза аортального клапана.

По данным МСКТ у 14 пациентов име-

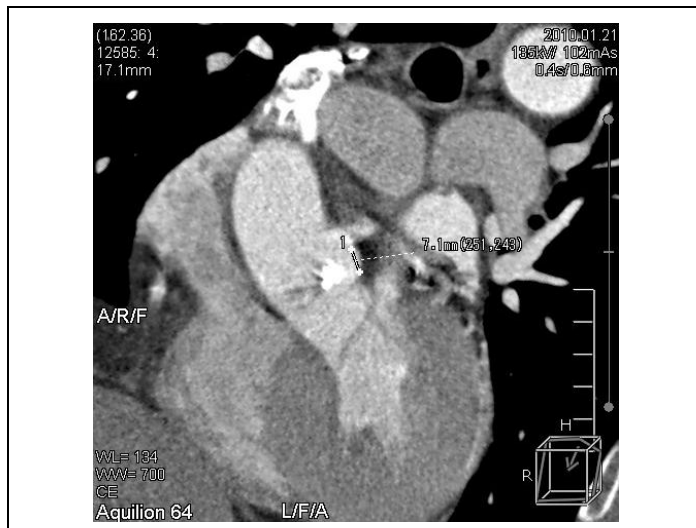


Рис. 10. МСКТ. Многоплоскостная реконструкция.

Критерий исключения – низкое отхождение устья ЛКА от коронарного синуса.

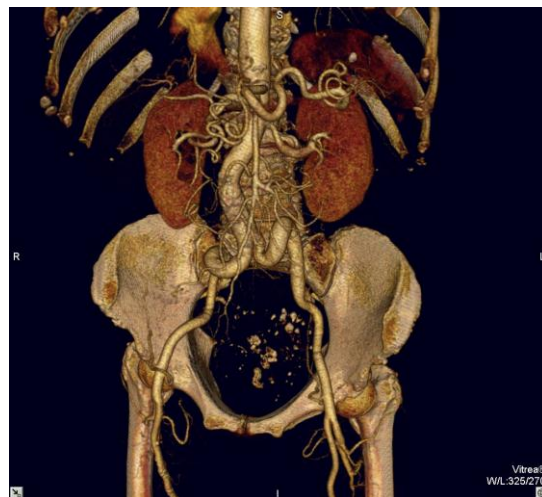


Рис. 11. МСКТ. Объёмный рендеринг.

Критерий исключения – выраженная патологическая извитость (кинкинг) ОПА справа и слева.

лись показания к использованию трансфеморального доступа, у 8 пациентов в связи с наличием стенотических изменений или патологической извитости подвздошно-бедренных сегментов определялись показания к применению трансапикального доступа.

По результатам полного клинического и инструментального обследования, включая МСКТ, в отделе сердечно-сосудистой хирургии Института Клинической Кардиологии им А.Л. Мясникова в период с февраля 2010 г. по декабрь 2010 г. было выполнено 22 процедуры транскатетерной имплантации аортального клапана. Средний возраст пациентов составил 78+3 лет. У всех пациентов имелся стеноз устья аорты тяжёлой степени. По данным Эхо-КТ

средний градиент систолического давления на аортальном клапане до операции составлял 76,3+22,5 мм рт. ст. Все больные находились в III-IV функциональном классе недостаточности кровообращения (НК) по NYHA. Риск традиционного хирургического вмешательства по EuroSCORE > 20%, STS > 10%.

Интраоперационная летальность: 1 пациент скончался при явлениях острой сердечной недостаточности, 1 пациент погиб на четвёртые сутки от острой сердечной недостаточности. У 20 пациентов осложнений не было, средний градиент давления на протезе аортального клапана после операции составил 9,6+5,5 мм рт. ст. (p < 0,00001).

Таким образом, данные результаты сви-

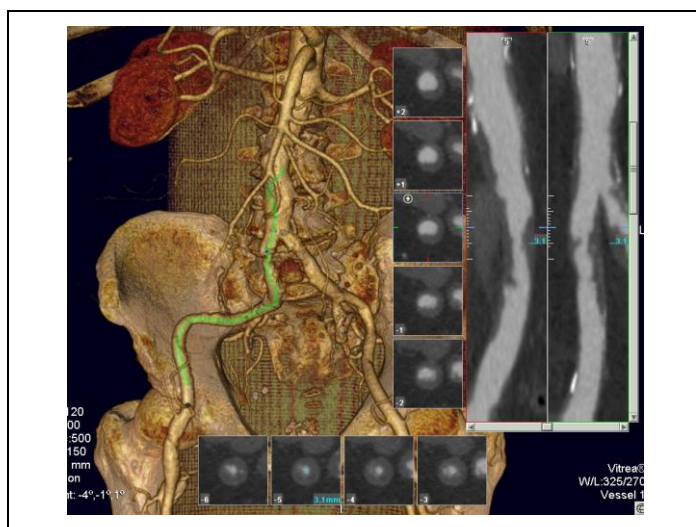


Рис. 12. МСКТ. Объёмный рендеринг.

Критерий исключения – гемодинамически значимые стенотические изменения ОПА справа и слева.

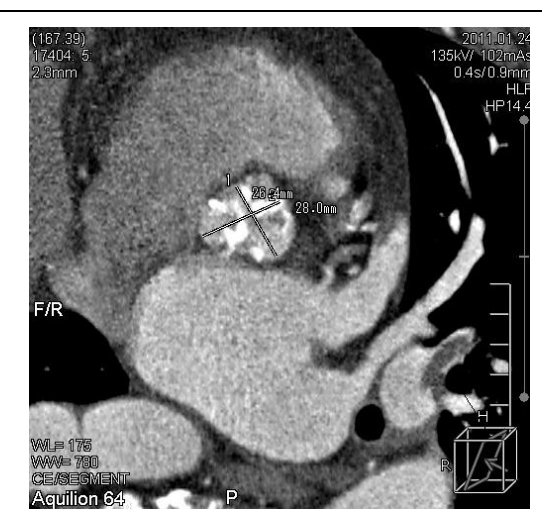


Рис. 13. МСКТ. Многоплоскостная реконструкция.

Измерение кольца аортального клапана. Тромбоземболия в систему нижнедолевой ветви левой лёгочной артерии.

детельствуют, что транскатетерная имплантация протезов аортального клапана является реальной альтернативой хирургической коррекции аортального стеноза у пациентов с высоким риском операции на открытом сердце.

Проведение МСКТ до транскатетерной имплантации аортального клапана является

обязательным, т. к. по результатам проведенного обследования определяется возможность проведения гибридного лечения и тип доступа – трансфеморальный или трансапикальный. МСКТ предоставляет необходимые данные для определения размеров и типов протезов аортального клапана.

Список литературы:

1. Nkomo VT, Gardin JM, Skelton TN, et al. Burden of valvular heart diseases: a population-based study. *Lancet* 2006; 368: 1005-1011.
2. Charlson E, Legedza ATR, Hamel MB. Decision-making and outcomes in severe asymptomatic aortic stenosis. *J Heart Valve Dis* 2006;15:312-321.
3. Iung B, Baron G, Butchart EG, Delahaye F, Gohlke-Barwolf C, Levang OW, Tornos P, Vanoverschelde JL, Vermeer F, Borsma E, Ravaut P, Vahanian A. A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe: the Euro Heart Survey on Valvular Heart Disease. *Eur Heart J* 2003;24:1231-1243.
4. Varadarajan P, Kapoor N, Bansal RC, Pai RG. Clinical profile and natural history of 453 nonsurgically managed patients with severe aortic stenosis. *Ann Thorac Surg* 2006;82:2111-2115.
5. Andersen HR, Knudsen LL, Hasenkam JM. Transluminal implantation of artificial heart valves. Description of a new expandable aortic valve and initial results with implantation by catheter technique in closed chest pigs. *Eur Heart J* 1992; 13:704-708.
6. Cribier A, Eltchaninoff H, Bash A, Borenstein N, Tron C, Bauer F, Derumeaux G, Anselme F, Laborde F, Leon MB. Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description. *Circulation* 2002;106:3006-3008.
7. Webb JG, Pasupati S, Humphries K, Thompson C, Altwegg L, Moss R, Sinhal A, Carere RG, Munt B, Ricci D, Ye J, Cheung A, Lichtenstein SV. Percutaneous transarterial aortic valve replacement in selected high-risk patients with aortic stenosis. *Circulation* 2007;116:755-763.
8. Календер В. Компьютерная томография. М.: Техносфера, 2006.
9. Терновой С.К., Синицын В.Е. Спиральная компьютерная и электронно-лучевая ангиография. М.: Видар, 1998.
10. Sinitsyn VE, Achenbach S. Electron Beam Computed Tomography. In: M.Oudkerk (ed). *Coronary Radiology*. Berlin: Springer, 2004.
11. Bridgewater B, Keogh B, Kinsman R, Walton P. Sixth national adult cardiac surgical database report. 2008 [cited 2011 Feb 9].
12. Ludman PF. British Cardiovascular Intervention Society audit returns: adult interventional procedures Jan 2009 to Dec 2009. BCIS Meeting; 2010 Oct: Cardiff, Wales.