

УДК 616-007-053.1

МУЛЬТИСПИРАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ПАЦИЕНТОВ С ПАТОЛОГИЕЙ ВОСХОДЯЩЕГО ОТДЕЛА АОРТЫ В ДО- И ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

^{1,2}Е. П. Ясакова, ^{2,3}В. С. Пыхтеев, ^{1,2}С. А. Белаш, ^{1,2}Е. И. Зяблова, ^{1,2}В. А. Порханов

¹Научно-исследовательский институт — Краевая клиническая больница

№ 1 им. проф. С. В. Очаповского, г. Краснодар, Россия

²Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Россия

³Краевая клиническая больница № 2 Минздрава РФ, г. Краснодар, Россия

© Коллектив авторов, 2018 г.

В обзоре представлена актуальная информация о диагностике пациентов с патологией восходящего отдела аорты в до- и послеоперационном периоде с помощью мультиспиральной компьютерной томографии. Авторы уделили внимание важности оценки элементов клапанного аппарата, геометрии корня аорты (эффективная высота коаптации, треугольники Генле, площадь аортальной регургитации и др.), особенности которой необходимы хирургу для решения технических вопросов предстоящей операции. Показано сравнение диагностической ценности мультиспиральной компьютерной томографии и трансторакальной эхокардиографии в отношении визуализации клапанных структур. Описана роль мультиспиральной компьютерной томографии в планировании транскатетерного протезирования аортального клапана и определении результатов после интервенции. С помощью мультиспиральной компьютерной томографии, оценивая состояние восходящего отдела аорты, элементов корня аорты и аортального клапана, хирург в предоперационном периоде получает возможность выбора оптимального варианта клапаносохраняющей операции и оценки послеоперационных результатов.

Ключевые слова: аортальный клапан, аневризма аорты, мультиспиральная компьютерная томография, клапаносохраняющие операции.

MULTISPIRAL COMPUTER TOMOGRAPHY IN DIAGNOSTICS OF PATIENTS WITH THE PATHOLOGY OF ASCENDING DEPARTMENT OF THE AORTA IN BEFORE AND POSTOPERATIVE PERIOD

^{1,2}E. P. Yasakova, ^{2,3}V. S. Pykhteev, ^{1,2}S. A. Belash, ^{1,2}E. I. Zyablova, ^{1,2}V. A. Porkhanov

¹Scientific research institute — Regional clinical hospital № 1 of the prof. S. V. Ochapovsky, Krasnodar, Russia

²Kuban state medical university, Krasnodar, Russia

³Regional clinical hospital № 2 of the Russian Ministry of Health, Krasnodar, Russia

This review presents current information on the diagnosis of patients with pathology of the ascending aorta in the pre and postoperative period using multispiral computed tomography. The authors paid attention to the importance of valuation of the valvular apparatus elements, the geometry of the root of the aorta (effective coaptation height, Henle triangles, aortic regurgitation area, etc.), the features of which are necessary for the surgeon to solve technical issues of the forthcoming operation. A comparison of the diagnostic value of multispiral computed tomography and trans-thoracic echocardiography with respect to the visualization of valvular structures is shown. The role of multispiral computed tomography in the planning of transcatheter aortic valve replacement and the determination of results after intervention is described. With the help of multispiral computed tomography, assessing the state of the ascending aorta, the aortic root and aortic valve elements, the surgeon has an opportunity to choose the optimal variant of the valve-preserving operation and to evaluate postoperative results in the preoperative period.

Key words: aortic valve, aortic aneurysm, multispiral computed tomography, valve-preserving operations.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2018-9-3-28-35>

Хирургическое лечение пациентов с аневризмой и расслоением восходящего отдела аорты является одной из нерешенных проблем современной сердеч-

но-сосудистой хирургии. В оперативном вмешательстве по поводу аневризмы восходящего отдела аорты с аортальной недостаточностью нуждаются

8–12% больных, при этом до сих пор госпитальная летальность сохраняется на уровне 8–14% [1]. Ситуация с расслоениями аорты еще более угрожающая. Летальность при острой диссекции аорты без хирургической помощи достигает 50% в первые двое суток от начала заболевания и 84% к концу первого месяца [2]. Таким образом, высокая летальность при естественном течении заболевания и абсолютная бесперспективность консервативной терапии обуславливают необходимость хирургического лечения.

На сегодняшний день существует два основных подхода к хирургическому лечению аневризм и расслоений восходящего отдела аорты. Это протезирование восходящего отдела аорты с использованием клапаносодержащего кондунта и клапаносохраняющие, так называемые реконструктивные операции. В связи с высоким риском развития протезозависимых осложнений (необходимость пожизненного приема антикоагулянтов, риск кровотечений, тромбоэмболий и инфекционного эндокардита) предпочтение отдается клапаносохраняющим операциям [3].

Анатомия корня аорты и аортального клапана была подробно описана в 1994 г. К. Kunzelman совместно с группой ученых [4]. Диаметр корня аорты в этой статье на уровне середины синусов рассматривался как 100%, диаметр на уровне синусного гребня составлял 81% от этого размера, а диаметр нормального основания корня аорты равнялся 97% от первого показателя. Иными словами, диаметр синотубулярного гребня составляет приблизительно 85% от диаметра аортального кольца корня аорты. Этот количественный анализ анатомии корня аорты подтверждает теорию Да Винчи о вихревых потоках, созданных синотубулярным гребнем с целью оптимального функционирования клапана [5]. Группа ученых во главе с W. Stanford описала также динамическую анатомию корня аорты для понимания механизма снижения стресса на створки и, таким образом, избежания износа и возможной структурной дисфункции клапана [4]. В работах P. Dagum и соавт. отмечается важность межлепестковых треугольников, описанных в работах R. Anderson и соавт., которые четко определяют аортальное кольцо как действующую субаортальную структуру, состоящую из оснований трех межлепестковых треугольников, похожую на зубчатую линию прикрепления створок аортального клапана [6]. Основание корня аорты имеет свойство расширяться соответственно кинетике желудочка. Вверх корень аорты расширяется за счет расхождения межлепестковых треугольников, однако синусы и синотубулярный гребень максимально расширяются в конце систолы. Важно, что этот точный динамический цикл расширения корня аорты следует определенной хронологии, также влияя на позицию и степень расхождения оснований, по которым прикреплены створки клапана, как и было впервые описано М. Thubricar [4]. Все кла-

пансохраняющие методики в разной степени меняют эту динамическую геометрию корня аорты.

Основная идея клапаносберегающих операций состоит в том, чтобы заменить элементы корня аорты, сохраняя собственный клапан пациента. Устья коронарных артерий должны быть повторно реимплантированы. Методы можно разделить на две большие группы: 1 — модернизированная процедура Yacoub, в которой зубчатый графт сшивается с остаточными тканевыми элементами синусов, и 2 — процедура реимплантации Т. Дэвида, при которой проксимальный конец протеза фиксируется к вентрикуло-аортальному соединению ниже уровня створок, тогда как комиссуры створок клапана ресуспендируются и подшиваются в протез.

Дооперационная визуализация с точным измерением аортального кольца и диаметра синотубулярного соединения, высоты створок помогают хирургу индивидуально подобрать размер протеза, смоделировать проксимальный его конец для создания необходимого диаметра аортального кольца. По данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) также возможно определить подходящий диаметр и высоту нео-синусов протеза, а также размеры второго протеза выше нео-синотубулярного соединения.

D. Fleischmann и D. Miller для предоперационной КТ-оценки состояния аорты, аортального клапана, коронарных артерий и окружающих анатомических структур предлагают оценку следующих параметров по данным МСКТ:

- тип и размер аневризмы (например, аневризма корня аорты \pm ануло-аортальная эктазия \pm вовлеченность восходящей аорты);

- измерение диаметров кольца аортального клапана, синусов Вальсальвы, синотубулярного соединения, восходящей части, дуги и нисходящей части аорты;

- аортальный клапан: нормальный или патологически измененный; трехстворчатый или двустворчатый. Если двустворчатый, то необходимо описать морфологию (один или два синуса Вальсальвы; состояние створок — неизменные, наличие спаек); толщина створок, нормальное/патологическое движение, стеноз или недостаточность (центральный дефект коаптации), или пролапс клапана (асимметричный дефект коаптации);

- анатомия коронарных артерий. Необходимо отметить наличие/отсутствие стенозов коронарных артерий [7].

МСКТ позволяет кардиохирургам анализировать исход хирургической процедуры. G. Runza и соавт. исследовали роль МСКТ с ЭКГ-синхронизацией в оценке восходящей аорты в послеоперационном периоде. За трехлетний период (с ноября 2006 по июнь 2007 г.) в проспективное исследование был включен 21 пациент (11 мужчин, 10 женщин; возраст \pm стандарт отклонение (SD): $62,7 \pm 10,8$ года), которым было выполнено протезирование восходя-

щей аорты. Протезирование производилось различными методами: Bentall-De Bono (4 пациента, 19%), Tirone-David (5 пациентов, 23%) и модифицированный Tirone-David с созданием неосинусов (12 пациентов, 57%). Трансторакальная эхокардиография была использована в качестве стандарта. У всех пациентов были проведены измерения аортального кольца, корня и восходящего отдела аорты по данным МСКТ. Площадь аортального клапана ($3,4 \pm 0,2 \text{ см}^2$), диаметр синотубулярного гребня ($31,6 \pm 1,8 \text{ мм}$), диаметр неосинусов в случае модифицированных процедур Tirone David ($37,3 \pm 2,1 \text{ мм}$) и расстояния между створками и стенкой протеза во время систолы ($3,1 \pm 0,7 \text{ мм}$) уменьшились в пределах стандартных диапазонов и имели хорошую корреляцию ($r=0,89$) со значениями, полученными при трансторакальной эхокардиографии (ТТЭ). Авторами сделан вывод о том, что МСКТ с ЭКГ-синхронизацией является надежным инструментом для анатомической и функциональной оценки корня и восходящего отдела аорты [8].

МСКТ позволяет провести точный количественный и качественный анализ геометрии корня аорты, определить уровень расслоения аорты при диссекции относительно фиброзного кольца аортального клапана, глубину коаптации створок и их размеры. Эти данные являются ключевыми в принятии решения о возможности клапаносохраняющей операции, что в итоге позволит хирургу выбрать оптимальную хирургическую тактику лечения — сохранять клапан аорты или его протезировать.

По данным авторов об отдаленных результатах после реимплантации клапана и реконструкции корня аорты [9], адекватное диастолическое закрытие клапана достигается при высоте коаптации около 3–4 мм, глубине коаптации 4–5 мм. При этом наблюдают положительные отдаленные 10-летние результаты [9]. При снижении этих показателей можно судить о степени аортальной недостаточности.

О высоте коаптации при клапаносохраняющих операциях говорят К. Pethig и соавт. Коаптация (по данным эхокардиографии) после выполненной операции классифицировалась ими следующим образом: тип А — точка соприкосновения створок на расстоянии $\geq 2 \text{ мм}$ над нижним краем протеза; тип В — точка коаптации на нижней границе протеза; тип С — коаптация на $\geq 2 \text{ мм}$ ниже протеза (рис. 1). При этом авторы отмечают, что хирург, выполняя ресуспензию клапана в трубчатый протез, должен обеспечить в послеоперационном периоде высоту коаптации на расстоянии $\geq 2 \text{ мм}$ от протеза или на нижней границе протеза, что приведет к отличным промежуточным результатам [10].

В. Bierbach и соавт. на основе данных трансторакальной эхокардиографии изучили корреляцию между эффективной высотой коаптации и замыкающей функцией клапана, диаметром синусов, размерами тела и пришли к выводу, что восстановление

эффективной высоты коаптации (расстояние между аортотрикулярной плоскостью и центральной точкой коаптации) с учетом индивидуальных параметров организма приводит к нормальному или почти нормальному функционированию аортального клапана. Эффективную высоту можно легко определить после операции с помощью МСКТ [11].

М. Wuliya, G. Sleilaty и соавт. в исследовании изучали динамику аортального клапана после клапаносохраняющих операций [12]. Для восстановления адекватной высоты коаптации ими применялся специально разработанный инструмент (метод Schäfers H.J.). Устройство было использовано у 45 пациентов из 59 (76,8%). Операционная смертность составила 1,7%. За период наблюдения, составивший 19-месяцев (доверительный интервал — 95%), диаметр кольца и высота створок были стабильными.

Г. Maгом и соавт. считают, что сокращение диаметра аортального клапана при различных видах клапаносохраняющих операций способствует увеличению высоты и площади коаптации, тем самым улучшая эффективную высоту коаптации, что при-

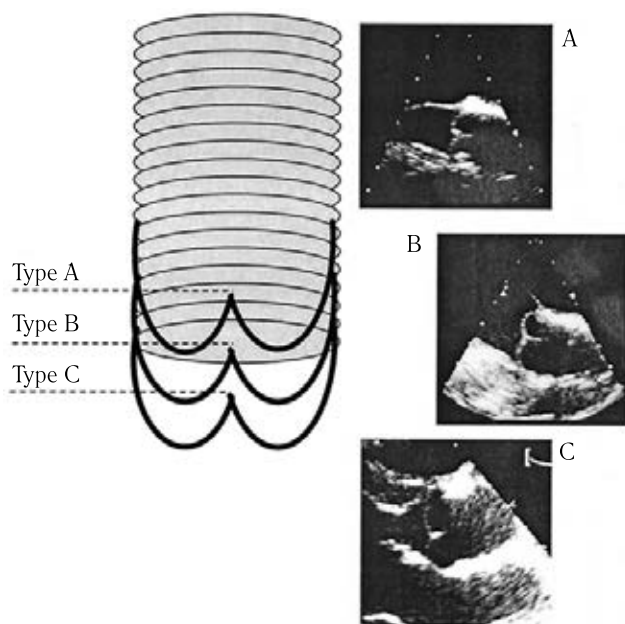


Рис. 1. Типы коаптации аортального клапана по данным эхокардиографии. Пояснения в тексте

водит к восстановлению функциональных характеристик клапана. Исследование проводилось на гемодинамической модели при физиологическом цифрах диастолического давления в восходящем отделе аорты. Увеличение диаметра аортального кольца от 20 до 30 мм уменьшало эффективную высоту от 10,9 до 8,0 мм [13].

С. Ozaki и соавт. разработали уникальный сайзер (The Ozaki AVNeo™ Sizer System), который позволяет формировать нео-створки из аутоперикарда (<https://avneo.net/en/ozaki-vrecs>). С его помощью измеряют расстояния между треугольниками Генле, затем переносят шаблон на участок ткани перикарда, после чего вырезают «створки» по линии разметки.

Коаптацию нео-створок клапана визуализируют интраоперационно с помощью гидропробы [14].

Восстановление глубины коаптации после операции является свидетельством адекватного восстановления геометрии корня. Другим не менее важным показателем для принятия решения о сохранении клапана является высота треугольника Генле (рис. 2). Сохранение его формы позволяет обеспечить нормальное функционирование створок и избе-

ток времени, требуемый для обработки изображений и получения 3D-реконструкций [7].

Г. М. Feuchtnег и соавт. в своем исследовании по оценке клапана аорты с помощью МСКТ с ЭКГ-синхронизацией сделали выводы о том, что метод является точным и неинвазивным способом определения умеренной и тяжелой аортальной регургитации (класс $\geq 1,5+$). Однако клапаны со значительным кальцинозом и легкой регургитацией (класс

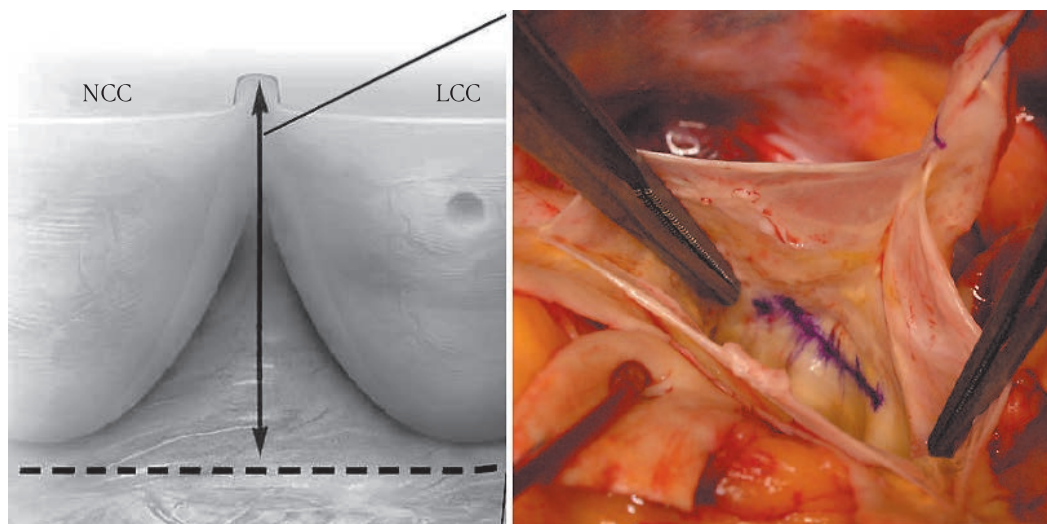


Рис. 2. Межстворчатый треугольник Генле. Высота треугольника Генле (стрелка). NCC — некоронарная створка, LCC — левая коронарная створка

жать осложнений [15]. Высоту треугольника Генле можно определить с помощью МСКТ с ЭКГ-синхронизацией в косой коронарной проекции. Было введено понятие ARA — площадь аортальной регургитации, как место неполного смыкания створок, измеряемая вручную специалистом компьютерной томографии [16]. Данный показатель также может быть использован для оценки аортальной недостаточности и прогнозирования нормальной работы клапана. Ранее эти показатели возможно было оценить только интраоперационно, зачастую и с использованием специальных приборов. С появлением МСКТ такая возможность возникла на дооперационном этапе, сокращая время принятия решения и оперативного вмешательства.

«Золотым стандартом» в диагностике патологии восходящего отдела аорты является КТ-ангиография, в то время как методом выбора в функциональной оценке аортального клапана принято считать эхокардиографию (Guidelines for the Diagnosis and Management of Patients With Thoracic Aortic Disease, 2010).

К преимуществам МСКТ можно отнести способность к отображению аорты на всем промежутке, включая просвет, стенку и периаортальную область; определение анатомических вариантов и вовлеченность ветвей; способность различать типы острого аортального синдрома (то есть интрамуральную гематому, пенетрирующую атеросклеротическую язву, острую диссекцию аорты); короткий промежу-

$\leq 1+$) искажают результаты. Авторы проспективно обследовали 71 больного с помощью 16-МСКТ ЭКГ-синхронизированной в среднюю фазу диастолы. Видимая центральная зона несмыкания рассматривалась как диагностический критерий аортальной регургитации. Центральная площадь регургитации клапана была оценена количественно у пациентов после трансторакальной эхокардиографии. После чего авторы сравнили 16-МСКТ с ТТЭ по принятому диагностическому стандарту, основанному на анализе струи регургитации (степень 0–3+ для легкой, умеренной и тяжелой). Общая чувствительность 16-МСКТ для идентификации пациентов с аортальной регургитацией составила 81%. Специфичность — 91%, отрицательное прогностическое значение — 70%, а положительное прогностическое — 95%. Из 71 пациента 48 имели регургитацию, которая была определена по ТТЭ, а с помощью 16-МСКТ аортальная регургитация была зарегистрирована у 39 пациентов из 48. Чувствительность 16-МСКТ при обнаружении умеренной и тяжелой регургитации (класс $\geq 1,5+$) составила 95%, а специфичность — 96% (20 из 21 пациента). Чувствительность 16-МСКТ для идентификации пациентов с классом $\leq 1+$ составила 70%, а специфичность — 92% (19 из 27 пациентов). На основании этого авторами сделаны выводы о том, что 16-МСКТ является точным и неинвазивным методом для определения умеренной и тяжелой аортальной регургитации (класс $\geq 1,5+$). Однако

клапаны с выраженным кальцинозом и умеренной аортальной регургитацией ограничивают оценку результатов [17].

Сообщения о новых МСКТ-сканерах (64-срезовые) показывают чувствительность до 100% и специфичность 98–99% [18].

вание симптомных пациентах, подлежащих оценке состояния коронарного русла. Аортальный клапан оценивался в поперечном сечении аорты в 75%-ной фазе сердечного цикла. Средняя площадь центральной коаптации аортального клапана (мм²) у пациентов с аортальной регургитацией составила

Таблица 1

Тяжесть аортальной регургитации по данным трансторакальной эхокардиографии и центральная площадь регургитации аортального клапана (ARA) по МСКТ [19]

Степень регургитации по данным ТТЭ	Число, % от общего количества	Центральная площадь регургитации, см ²	
		среднее ± SD	диапазон
Легкая	24 (53)	0,04 ± 0,05	0,02–0,09
Умеренная	14 (31)	0,37 ± 0,64	0,09–0,92
Тяжелая	7 (16)	0,81 ± 0,13	0,16–1,31

В недавней работе G. M. Feuchtner (2008 г.) был обследован 81 пациент с поражением коронарных сосудов с применением 64-срезовой МСКТ с ЭКГ-синхронизацией в середине диастолы и ТТЭ [19]. Из 81 пациента 45 имели регургитацию аортального клапана по ТТЭ (табл. 1). Диагностическая точность МСКТ при выявлении регургитации аортального клапана была следующей: чувствительность 73% (33/45), специфичность 97% (35/36), положительное прогностическое значение 97% (33/34) и отрицательное прогностическое значение 74% (35/47). Все 12 ложноотрицательных результатов МСКТ являлись регургитацией легкой степени по данным ТТЭ или были вызваны грубым кальцинозом клапа-

10,53 ± 0,26, а у пациентов без регургитации — 4,90 ± 0,17. Авторами была выявлена корреляция между центральной площадью коаптации и центральной площадью регургитации с использованием корреляции Бланда–Альмана. При этом с увеличением площади регургитации уменьшалась центральная площадь коаптации аортального клапана (R=0,80, p=<0,001). Средняя величина кальциноза клапана составила 8,49 ± 64,45 AU [20].

В другой работе I. Zeb и соавт. (2010) определили диагностическую точность 64-срезовой МСКТ при обнаружении аортальной регургитации на проспективно выполненной ТТЭ в качестве эталонного стандарта. 43 пациента прошли МСКТ и ТТЭ.

Таблица 2

Соотношение тяжести аортальной регургитации по данным ЭхоКГ с площадью аортальной регургитации по МСКТ [21]

Тяжесть по ЭхоКГ и МСКТ	Кол-во пациентов	Средняя площадь аортальной регургитации, мм ²	Диапазон, мм ²	Стандартное отклонение	95% доверительный интервал
Легкая	16	3,25	1,3–5,1	1,04	2,09–3,80
Умеренная	9	4,16	1,9–5,92	1,19	3,24–5,08
Тяжелая	4	11,30	5,2–19,45	6,13	1,53–21,07

на (в среднем 3053,1 ± 1700 единиц Агатстона), двустворчатым клапаном, или и то и другое. Чувствительность, специфичность, положительное прогностическое значение и отрицательное прогностическое значение при МСКТ для выявления умеренной и тяжелой аортальной клапанной регургитации составили 95%, 100%, 100% и 98% соответственно. Количественное значение площади аортальной регургитации, оцененное с помощью МСКТ (средняя, 0,25 ± 0,34 см²), достоверно коррелировало с тяжестью регургитации аортального клапана, определяемой с помощью ТТЭ (p<0,001). Данные подтверждают сказанное в более ранних статьях автора (2005).

Интерес представляет работа I. Zeb и соавт. (2010) по изучению диагностических возможностей 64-срезовой МСКТ на 384 включенных в исследо-

Максимальная площадь регургитации была измерена и сравнена с данными, полученными при ТТЭ (табл. 2). У 29 пациентов с аортальной регургитацией по данным ТТЭ была правильно определена регургитация по МСКТ. Чувствительность, специфичность, положительное прогностическое значение и отрицательное прогностическое значение МСКТ составили 100%, 85,7%, 93,5% и 100% соответственно. Было установлено, что у 16, 9 и 4 пациентов были легкая, умеренная и тяжелая регургитация по данным ТТЭ соответственно. А площади регургитации, полученные на основе МСКТ, составили 3,25 ± 1,04, 4,16 ± 1,19 и 11,30 ± 6,13 мм² соответственно. Данные МСКТ, выявленные при оценке коронарных артерий, могут быть использованы для обнаружения аортальной регургитации с высокой точностью диагностики без дополнитель-

ного сканирования или нагрузки и сопоставимы с ТТЭ [21].

Ультразвуковой метод дает представление о наличии или отсутствии регургитации, степени деформации створок и их кальциноза. При дилатированном корне аорты, а также в условиях расслоения метод эхокардиографии зачастую не может дать полную информацию о пространственном взаимоотношении комплекса «корень аорты — аортальный клапан» и для более полного анализа возникает необходимость проведения транспищеводной эхокардиографии. Однако при наличии диссекции аорты, особенно острой, такой возможности нет. В этих ситуациях значительно возрастает диагностическая роль мультиспиральной компьютерной томографии как метода, позволяющего провести точный количественный и качественный анализ геометрии корня аорты, определить уровень расслоения относительно фиброзного кольца аортального клапана, глубину коаптации створок и их размеры. Эти данные являются ключевыми в принятии решения о возможности клапаносохраняющей операции, что в итоге позволит хирургу выбрать оптимальную хирургическую тактику лечения — сохранять клапан аорты или его протезировать.

В настоящее время подобные работы есть, однако сообщения носят единичный характер, основаны на небольшом количестве наблюдений и, бесспорно, требуют систематизации.

Необходимо учитывать, однако, что метод ТТЭ не позволяет провести точную оценку геометрии синусов Вальсальвы. В связи с этим был использован объемный метод визуализации — МСКТ, позволяющий получить пространственные 3D-модели корня аорты. Несмотря на большую инвазивность и техническую сложность, данный метод обладает лучшей пространственной визуализацией и применяется в том числе для оценки аппозиции транскатетерных искусственных клапанов сердца.

Интерес представляет работа S. Abbaga и соавт., в которой оценивалось оптимальное время для измерения площади отверстия аортального клапана с помощью МСКТ. Это важно иметь в виду, так как площадь отверстия аортального клапана изменяется в зависимости от сердечного цикла. Исследование выполнено ретроспективно с помощью МСКТ у 57 пациентов. Данные были получены на 0, 50, 100, 150 и 200 миллисекундах после пика R. Авторами сделан вывод о том, что измерение аортального клапана лучше всего проводить в промежутке 50–100 миллисекунд после пика R, поскольку площадь отверстия аортального клапана является наибольшей, а качество изображения лучше на этом этапе [22].

H. Alkadhi и соавт. утверждают, что нарушение коаптации створок клапана лучше всего визуализируется с помощью МСКТ в конце диастолы сердечного цикла с реконструкцией изображения приблизительно на 70% интервала R–R (примерно 600 мс от пика R-волны) [23].

В последнее время активно совершенствуются альтернативные методики лечения клапанной патологии и, прежде всего, транскатетерное протезирование аортального клапана.

МСКТ занимает лидирующее место в алгоритме обязательного обследования пациента перед транскатетерным протезированием аортального клапана, так как дает исчерпывающую информацию об анатомии, возможности проведения данной процедуры и типе доступа. МСКТ является методикой выбора в определении размера и типов протеза аортального клапана.

И. Федотенков и соавт. в исследовании показали роль МСКТ в планировании транскатетерного протезирования аортального клапана у пациентов высокого хирургического риска. В отделении сердечно-сосудистой хирургии Института клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова за период с февраля 2010 по август 2012 г. было проведено 65 транскатетерных имплантаций аортального клапана. Средний возраст больных составил 78 ± 3 года. У всех пациентов определялся стеноз устья аорты тяжелой степени. Средний градиент систолического давления на аортальном клапане перед операцией был равен $76,3 \pm 22,5$ мм рт.ст. Все больные имели недостаточность кровообращения III–IV функционального класса по NYHA. Во время операции один пациент скончался в связи с острой сердечной недостаточностью. Двое больных погибли на 4-е сутки от острой сердечной недостаточности. У остальных осложнений не было, средний градиент давления на протезе после операции был равен $9,6 \pm 5,5$ мм рт.ст. ($p < 0,00001$). Авторы делают вывод, что с помощью МСКТ можно определить тип доступа, размеры и типы протезов аортального клапана [24].

С помощью МСКТ есть возможность на предоперационном этапе перед транскатетерной заменой аортального клапана определить такие морфометрические показатели анатомических структур неизменного корня аорты, как: диаметр ФК по длинной и короткой оси, глубина синусов Вальсальвы, расстояние от устьев коронарных артерий до фиброзного кольца, угол раструба восходящего отдела аорты справа и слева и др. [25]. Знание топографического расположения перечисленных элементов, особенностей их смещения в фазы сердечного цикла может способствовать снижению риска развития осложнений во время позиционирования протеза аортального клапана, а также в раннем и отдаленном послеоперационном периоде.

Выводы: в связи с повышенным интересом хирургов в течение последних 10 лет к реконструктивным операциям представляется целесообразным определить возможности МСКТ-диагностики пациентов с патологией восходящей аорты в оценке геометрии корня аорты, состояния аортального клапана для выбора оптимального варианта клапаносохраняющих операций и оценки послеоперационных результатов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Чернявский А.М., Аверко Н.Н., Антропова Т.В., Альсов С.А., Марченко А.В. Кардиологические аспекты выбора метода клапансохраняющей коррекции аортальной недостаточности при патологии восходящего отдела аорты // *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2008. № 1. С. 54–59. [Chernyavskij A.M., Averko N.N., Antropova T.V., Al'sov S.A., Marchenko A.V. Kardiologicheskie aspekty vybora metoda klapansohranyayushchej korrekcii aortal'noj nedostatochnosti pri patologii voskhodyashchego otdela aorty. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya*, 2008, No. 1, pp. 54–59 (In Russ.).]
2. Hagan P.G., Nienaber C.A., Isselbacher E.M., Bruckman D. et al. The International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD): new insights into an old disease // *JAMA*. 2000. Vol. 283 (7). P. 897–903.
3. Чарчян Э.Р., Белов Ю.В., Скворцов А.А., Салагаев Г.И., Шведов П.Н. Выбор метода пластики аортального клапана в хирургии корня и восходящей аорты // *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2016. Т. 20, № 2. С. 26–34. DOI: 10.21688-1681-3472-2016-2-26-34. [Charchyan Eh.R., Belov Yu.V., Skvorcov A.A., Salagaev G.I., Shvedov P.N. Vybora metoda plastiki aortal'nogo klapana v hirurgii kornya i voskhodyashchej aorty. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya*. 2016, Vol. 20, No. 2, pp. 26–34. DOI: 10.21688-1681-3472-2016-2-26-34. (In Russ.).]
4. Комаров Р.Н., Каравайкин П.А., Мурылёв В.В. История реконструктивной хирургии аорты и аортального клапана // *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2017. № 21 (3S). С. 45–60. DOI: 10.21688-1681-3472-2017-3S-45-60. [Komarov R.N., Karavajkin P.A., Murlyov V.V. Istoriya rekonstruktivnoj hirurgii aorty i aortal'nogo klapana. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya*, 2017, No. 21 (3S), pp. 45–60. DOI: 10.21688-1681-3472-2017-3S-45-60 (In Russ.).]
5. Sir Magdi Y. Valve-Conserving Operation for Aortic Root Aneurysm or Dissection // *J. Thorac. Cardiovasc Surg*. 1996. Vol. 1, Issue 1. P. 57–67. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1085-5637\(07\)70081-5](https://doi.org/10.1016/S1085-5637(07)70081-5).
6. Dagum P., Green G.R., Mistal F.J., Daughters G.T., Timek T.A., Foppiano L.E., Bolger A.F., Ingels Jr M.B., Miller D.C. Deformation dynamics of the aortic root: modes and physiologic determinants // *Circulation*. 1999. Vol. 100 (Suppl. II). P. II-54-II-62.
7. Fleischmann D., Miller D.C. Clinical 3D and 4D Imaging of the Thoracic Aorta // *Diseases of the Heart. Chest & Breast*. P. 119–130. DOI https://doi.org/10.1007/978-88-470-0633-1_20.
8. Runza G., Fattouch K., Cademartiri F., La Fata A., Damiani L. La Grutta, Tedeschi C., Basile A. et al. ECG-gated multidetector computed tomography for the assessment of the postoperative ascending aorta // *Radiol. med*. 2009. Vol. 114. P. 705–717. DOI: 10.1007/s11547-009-0402-x.
9. Contino M., Manginia A., Lemmaa M.G., Romagnonia C., Zerbic P., Gelpia G., Antona C. A geometric approach to aortic root surgical anatomy // *Eur. J. Cardiothorac. Surg*. 2016. Vol. 49 (1). P. 93–100. DOI: 10.1093/ejcts/ezv059.
10. Pethig K., Milz A., Hagl C., Harringer W., Haverich A. Aortic valve reimplantation in ascending aortic aneurysm: risk factors for early valve failure // *Ann. Thorac. Surg*. 2002. Vol. 73. P. 29–33.
11. Bierbach B.O., Aicher D., Abu Issa O. Aortic root and cusp configuration determine aortic valve function // *Europ. J. Cardio-thoracic Surg*. 2010. Vol. 38. P. 400–406.
12. Wuliya M., Sleilaty G., Di Centa I., Khelil N., Berrebi A., Czitrom D., Mankoubi L., Noghin M., Malergue M. Ch. An expandable aortic ring to preserve aortic root dynamics after aortic valve repair // *Europ. J. Cardio-Thoracic Surg*. 2014. P. 1–9. DOI: 10.1093/ejcts/ezu174.
13. Marom G., Haj-Ali R., Rosenfeld M., Schaefers H.J., Raanani E. Aortic root numeric model: Annulus diameter prediction of effective height and coaptation in post-aortic valve repair // *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. Vol. 145, No. 2.
14. Kawase I., Ozaki S., Yamashita H., Uchida S., Nozawa Y., Matsuyama T., Takatoh M., Hagiwara S. Aortic valve reconstruction of unicuspid aortic valve by tricuspidization using autologous pericardium // *Ann. Thorac. Surg*. 2012. Vol. 94 (4). P. 1180–1184. DOI: 10.1016/j.athoracsurg.2012.05.016. Epub 2012 Jul 7.
15. Boodhwani M., El Khoury G., de Kerchove L. Graft sizing for aortic valve sparing surgery // *Ann. Cardiothorac Surg*. 2013. Vol. 2 (1). P. 140–143. DOI: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.01.13.
16. Jeon M.H., Choe Y.H., Cho S.J., Park S.W., Park P.W., Oh J.K. Planimetric measurement of the regurgitant orifice area using multi-detector CT for aortic regurgitation: a comparison with the use of echocardiography // *Korean J. Radiol*. 2010. Vol. 11 (2). P. 169–177. DOI: 10.3348/kjr.2010.11.2.169. Epub 2010 Feb 22.
17. Feuchtner G.M., Dichtl W., Schachner T., Müller S., Mallouhi A., Friedrich G.J., Nedden D.Z. Diagnostic performance of MDCT for detecting aortic valve regurgitation // *AJR Am. J. Roentgenol*. 2006. Vol. 186 (6). P. 1676–1681.
18. Min Hee Jeon, Yeon Hyeon Choe, Soo Jin Cho. Planimetric Measurement of the Regurgitant Orifice Area Using Multidetector CT for Aortic Regurgitation: a Comparison with the Use of Echocardiography // *Korean J. Radiol*. 2010. Vol. 11. P. 169–177. DOI: 10.3348/kjr.2010.11.2.169.
19. Feuchtner G.M., Dichtl W., Müller S., Jodocy D., Schachner T., Klausner A., Bonatti J.O. 64-MDCT for diagnosis of aortic regurgitation in patients referred to CT coronary angiography // *AJR Am. J. Roentgenol*. 2008. Vol. 191 (1). P. W1–7. DOI: 10.2214/AJR.07.3432.
20. Zeb I., Mao S.S., Hamirani Y.S., Raina S., Kadakia J., Elamir S., Budoff M.J. Central aortic valve coaptation area during diastole as seen by 64-multidetector computed tomography (MDCT) // *Int. J. Cardiovasc. Imaging*. 2010. Vol. 26 (8). P. 947–951. DOI: 10.1007/s10554-010-9643-y.
21. Zeb I., Hamirani Y.S., Mao S., Isma'eel H., Saeed A., Karnwal S., Raina S., Chung J., Budoff M.J. Detection of aortic regurgitation with 64-slice multidetector computed tomography (MDCT) // *Acad. Radiol*. 2010. Vol. 17 (8). P. 1006–1011. DOI: 10.1016/j.acra.2010.04.007.
22. Abbata S., Pena A.J., Maurovich-Horvat P., Butler J., Sosnovik D.E., Lembcke A. Feasibility and Optimization of Aortic Valve Planimetry with MDCT // *AJR*. 2007. Vol. 188. P. 356–360. DOI: 10.2214/AJR.06.023.
23. Alkadi H., Desbiolles L., Husmann L., Plass A., Leschka S., Scheffel H., Vachenaue R., Schepis T., Gaemperli O., Flohr T.G., Genoni M., Marincek B., Jenni R., Kaufmann P.A., Frauenfelder T. Aortic regurgitation: assessment with 64-section CT // *Radiology*. 2007. Vol. 245. P. 111–121.

24. Федотенков И.С., Веселова Т.Н., Имаев Т.Э., Комлев А.Е., Никонова М.Э., Акчурун Р.С., Терновой С.К. Мультиспиральная компьютерная томография в планировании транскатетерного протезирования аортального клапана у пациентов высокого хирургического риска // *Региональное кровообращение и микроциркуляция*. 2013. Т. 12, № 1 (45). С. 11–16. [Fedotenko I.S., Veselova T.N., Imaev T.Eh., Komlev A.E., Nikonova M.Eh., Akchurin R.S., Ternovoj S.K. Mul'tispiral'naya komp'yuternaya tomografiya v planirovanii transkateternogo protezirovaniya aortal'nogo klapana u pacientov vysokogo hirurgicheskogo riska. *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrocirkulyaciya*, 2013, Vol. 12, No. 1 (45), pp. 11–16. (In Russ.)].
25. Roule V., Placenta A., Sabatier R., Bignon M., Saplaçan V. et al. Angles between the aortic root and the left ventricle assessed by MDCT are associated with the risk of aortic regurgitation after transcatheter aortic valve replacement // *Heart Vessels*. 2018. Vol. 33 (1). P. 58–65. DOI: 10.1007/s00380-017-1032-1. Epub 2017 Aug 10.

Поступила в редакцию: 24.04.2018 г.

Контакт: Пыхтеев Вадим Сергеевич, pyhteev.vadim@mail.ru

Сведения об авторах:

Ясакова Елена Петровна — врач-рентгенолог рентгеновского отделения ГБУЗ «Научно-исследовательский институт — Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С. В. Очаповского»; 350086, Краснодар, Краснодарский край, ул. 1-го Мая, д. 167; e-mail: eliz2007@list.ru;

Пыхтеев Вадим Сергеевич — клинический ординатор кафедры «Хирургия № 3», ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава РФ 350063, Краснодар, Краснодарский край, ул. Митрофана Седина, д. 4; e-mail: pyhteev.vadim@mail.ru;

Белаш Сергей Александрович — кандидат медицинских наук, врач-кардиохирург кардиохирургического отделения № 2 ГБУЗ «Научно-исследовательский институт — Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С. В. Очаповского»; 350086, Краснодар, Краснодарский край, ул. 1-го Мая, д. 167; e-mail: belashik76@mail.ru;

Зяблова Елена Игоревна — заведующая рентгеновским отделением ГБУЗ «Научно-исследовательский институт — Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С. В. Очаповского»; врач высшей категории, главный внештатный рентгенолог Министерства здравоохранения Краснодарского края; 350086, Краснодар, Краснодарский край, ул. 1-го Мая, д. 167; e-mail: elenazyablova@inbox.ru;

Порханов Владимир Алексеевич — доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, главный врач ГБУЗ «Научно-исследовательский институт — Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С. В. Очаповского»; 350086, Краснодар, Краснодарский край, ул. 1-го Мая, д. 167; e-mail: kkb1@mail.ru.

Открыта подписка на 1-е полугодие 2019 года.

Подписные индексы:

Агентство «Роспечать» 57991

ООО «Агентство „Книга-Сервис”» 42177