

# РОЛЬ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ КОАРКТАЦИИ АОРТЫ

**С.Э. Серикова** – к.м.н., вед. науч. сотр. отдела КТ и МРТ

*Научный центр хирургии им. А.Н. Сызганова  
Алматы, Казахстан*

Применение магнитно-резонансной томографии и магнитно-резонансной ангиографии у пациентов с коарктацией аорты позволяет провести предоперационное обследование быстро, без использования инвазивных методов исследования, таких, как рентгеноконтрастная ангиография. Применение методик с электрокардиографической синхронизацией дает возможность избежать артефактов от дыхания и биения сердца, а также проводить исследование без введения контрастных препаратов, что особенно актуально при обследовании детей.

*Ключевые слова:* коарктация аорты, магнитно-резонансная томография.

## **Введение**

Врожденное сужение участка аорты вплоть до полного закрытия ее просвета называют коарктацией аорты (КоА). Оно может располагаться в любом месте грудного или брюшного отдела аорты. Наиболее часто КоА обнаруживают в области перешейка дуги аорты, ниже места отхождения левой подключичной артерии.

Частота порока составляет от 6 до 15% всех врожденных пороков сердца (ВПС). КоА часто сочетается с различными ВПС [1]. Наличие сужения аорты в нетипичном месте рассматривается некоторыми авторами как коарктация атипичной локализации [2], а рядом исследователей расценивается как патологический процесс, вызванный другими причинами (в частности, аортитом) [3].

По статистике Ю.А. Березова и др. (1964) сужение в типичном месте располагается у 90% пациентов. КоА относится к «бледным» аномалиям и составляет 13–18% всех ВПС и сосудов, наблюдается в 2–5 раз чаще у мужчин, чем у женщин [4].

Все клинические особенности этой патологии базируются на контрасте между разными условиями кровообращения верхней и нижней половин туловища.

## **Диагностика КоА**

Рентгенологическая картина типичной КоА достаточно точно описана в многочисленных работах. К ее признакам относятся сглаженность «клюва» аорты, увеличение левого желудочка, выбухание сосудистого пучка справа за счет расширения восходящей аорты, отклонение контрастированного пищевода в области постстенотического расширения по правому контуру, узурация ребер, возможно присоединение признаков клапанных пороков сердца [5].

Классическим методом лучевой диагностики КоА до недавнего времени была рентгеноконтрастная ангиография (АГ). Хотя метод высокоинформативен, он представлял определенную опасность при исследовании детей. К сожалению, возможна аллергическая реакция на вводимый контрастный препарат при АГ. К тому же этот метод дает определенную лучевую нагрузку, что нежелательно при обследовании детей раннего возраста [6–8]. Показания для проведения АГ позволяют определить

- наличие коллатералей;
- протяженность поражения;

- диаметр сужения грудной аорты;
- а также оценить ее состояние.

Ограничения, связанные с проведением АГ:

- высокий риск перед оперативным вмешательством при исследовании детей;
- невозможность изучить стенку аорты;
- анафилактическая реакция на контрастный препарат в анамнезе;
- лучевая нагрузка;
- затруднения в измерении процента сужения или расширения сосудов.

Исследования магнитно-резонансной томографии (МРТ) и магнитно-резонансной ангиографии (МРАГ) дают возможность избежать эти моменты риска.

МРТ в силу своих преимуществ, таких, как хорошее качество изображений, тканевой контраст и возможность функциональной оценки органов и систем, стало важной современной технологией в клинической практике и научных исследованиях. Она дает возможность визуализации анатомических структур в любой произвольно выбранной плоскости. С использованием сверхбыстрых техник сканирования стало возможным получение изображений области интереса в очень короткие промежутки времени с устранением физиологических двигательных артефактов.

При проведении бесконтрастной МРАГ в настоящее время удается получить детальные изображения сосудистой системы, которые сравнимы с рентгеноконтрастной АГ при многих сосудистых заболеваниях [9–11].

Дополнительную информацию несут на себе стандартные последовательности SE, FSE, FE в T1 и T2 взвешенных изображениях. Оценивая аксиальные, сагиттальные и корональные сканы, определяют толщину стенок, диаметр просвета. Поскольку возможны артефакты от сердцебиения и пульсации аорты, необходимо проведение МРТ с синхронизацией ЭКГ. Существует определенная классификация для правильной постановки диагноза – она наиболее эффективна в определении тактики хирургического лечения пациента.

Различают 3 степени КоА:

- умеренный стеноз, когда диаметр аорты в месте сужения > 0,5 см;
- выраженный стеноз – диаметр в месте сужения < 0,5 см;
- крайний стеноз, когда сквозь суженный участок можно просунуть лишь тонкий зонд.

По анатомическим особенностям можно выделить 3 варианта КоА

- изолированная коарктация;

- коарктация в сочетании с открытым артериальным протоком (ОАП). Оно встречается в большинстве случаев. При этом ОАП может располагаться выше сужения, в месте сужения или ниже места сужения;
- коарктация аорты в сочетании с другими ВПС.

### Материалы и методы

В исследовании КоА участвовали 9 пациентов 6–17 лет. У всех обследованных отмечены симптомы, типичные для коарктации грудной аорты: на верхних конечностях напряженный пульс, а на нижних – слабого наполнения. Артериальное давление (АД) на руках превышало возрастную норму. Изолированная коарктация грудной аорты в типичном месте выявлена у 8 пациентов, нетипичная КоА – у одного больного. С рекоарктацией аорты в типичном месте был один пациент. У 2 больных выявлено расширение стенки аорты. МРТ делали на сверхпроводящем магнитно-резонансном томографе «VISART» (фирма «TOSHIBA», Япония) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тесла с использованием катушки QD body и синхронизацией ЭКГ. После проведения прицельных сканов в трех проекциях выполняли АГ с использованием импульсной последовательности 2D TOF. Поле исследования – FOV покрывало брахиоцефальные, подключичные артерии, восходящую аорту, ее дугу и 2/3 нисходящей аорты.

Параметры последовательности: TR – 35; TE – 11; FA – 70; время сканирования – 10–20 мин. Толщина среза – 1,0 см, расстояние между срезами – 2,5 см, их количество – 70; размер матрицы – 160 × 256 с FOV 350 мм, проекция сканирования – аксиальная. Блок пресатурации установлен снизу. После выведения на экран монитора всех «сырых» данных выполняли реконструкцию с применением алгоритма проекции максимальной интенсивности (MIP). По данным последовательности 2D TOF определяется сужение сосуда. Однако такая методика вследствие длительности не всегда может быть применима у детей. Помимо ангиографической последовательности протокол исследования также включал применение SE последовательностей в T2 и T1 взвешенных изображениях в аксиальной, корональной и сагиттальной проекциях с электрокардиографической синхронизацией. Такой метод позволяет избежать появления

артефакта от сердечных сокращений. Параметры последовательности: TR – 600, TE – 15, FA – 90, время сканирования – 4 мин. Толщина среза – 5,0 см, расстояние между срезами – 1,0 см, их количество – 20, размер матрицы – 160 × 256 с FOV 300 мм.

Применение спин-эхо последовательностей дает возможность оценить сосудистую стенку, место сужения аорты, протяженность сужения.

Анализ полученных данных проводился по схеме:

- клинические данные;
- УЗИ;
- показатели МРТ, МРАГ;
- интраоперационные данные;
- морфологическая верификация.



**Рис. 1.** Типичная КоА в сагиттальной проекции с электрокардиографической синхронизацией

## Результаты

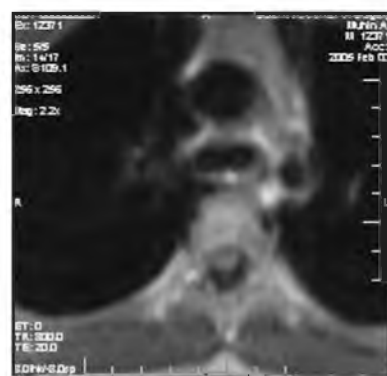
У 8 пациентов КоА была выявлена в типичном месте – ниже отхождения левой подключичной артерии. КоА визуализировалась в виде сужения просвета аорты до 0,8–1,5 см и прослеживалась на протяжении 1,0 см (рис. 1).

У одного больного выявлена КоА в нетипичном месте – на 7 см ниже отхождения левой подключичной артерии (рис. 2).

Для достижения лучшей визуализации исследование проводилось в 3 взаимно перпендикулярных проекциях. Для определения толщины стенок аорты применяли аксиальную проекцию (рис. 3). Лучшая визуализация КоА была в сагиттальной проекции. Для определения коллатеральных артерий исследование прово-



**Рис. 2.** КоА в нетипичном месте – ниже отхождения левой подключичной артерии в коронарной проекции



**Рис. 3.** Аксиальная проекция КоА



**Рис. 4.** 2D TOF магнитно-резонансная ангиография, определяются дилатированные межреберные артерии



**Рис. 5.** 2D TOF магнитно-резонансная ангиография, выраженные развитые коллатерали, дилатированные межреберные артерии



Рис. 6. КоА в типичном месте с электрокардиографической синхронизацией



Рис. 7. КоА в типичном месте с электрокардиографической синхронизацией

дили в последовательности 2D TOF (рис. 4, 5). У 5 пациентов выявлены дилатированные внутренние грудные, реберно-шейные и надгрудные артерии (*thoracica suprema*), что связано с артериальной гипертензией в сосудах.

Дистальнее коарктации стенка аорты истончается, просвет ее расширяется (иногда до степени аневризмы) вследствие турбулентного воздействия тока крови после прохождения места сужения. В старшем возрасте аневризматические изменения могут быть и в восходящем отделе аорты. Выше места сужения отмечается усиленное развитие коллатералей, по которым кровь переходит из верхней части аорты в постстенотический ее участок. Особенно значительному расширению подвергаются подключичные артерии, ветви подмышечной артерии и др. Внутренняя грудная анастомозирует с расширенными межреберными артериями, которые образуют узурации по нижнему краю ребер.

Современные методы диагностики патологии аорты включают в себя применение последовательностей с электрокардиографической синхронизацией, позволяя отсекают артефакты от биений сердца и пульсации сосудов, а также уменьшая дыхательные артефакты (рис. 6, 7).

Задержка дыхания не всегда дает хороший результат при обследовании детей, особенно младшего возраста. Ее не применяют при исследовании аорты с электрокардиографической синхронизацией.

МРАГ проводили без введения контрастного

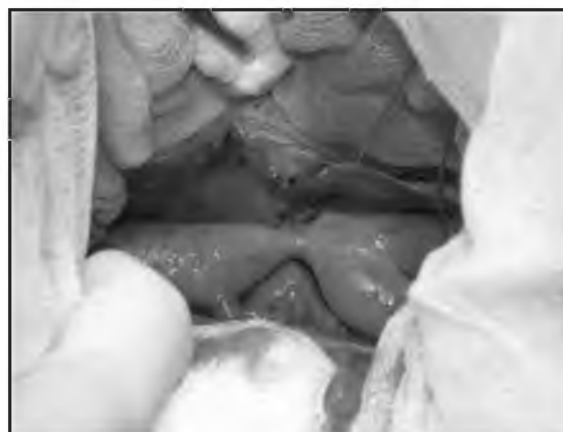


Рис. 8. Интраоперационная фотография КоА

препарата по методу 2D TOF. С помощью методики с электрокардиографической синхронизацией можно избежать применения контрастных препаратов и улучшить визуализацию аорты.

Результаты исследования были подтверждены интраоперационно (рис. 8).

### Заключение

Результаты исследования пациентов с КоА и последующий их анализ показали, что наиболее эффективный и безопасный метод лучевой диагностики – МРТ, который в сочетании с методикой электрокардиографической синхронизации позволяет устранить артефакты от биения сердца и дыхания и улучшить визуализацию данной патологии. ■

## Список литературы

1. Никитаев Н.С., Кармазановский Г.Г., Черняк Б.Б. Коарктация аорты – возможности спиральной КТ. *Мед. визуализация*. 2001; 1: 54–61.
2. Королев Б.А., Охтин И.К., Соловьев С.И. и др. Хирургическое лечение коарктации аорты у взрослых больных. *Хирургия*. 1983; 2: 3–6.
3. Julsrud P.R. et al. Coarctation of the aorta. Collateral flow assessment with phase-contrast MR angiography. *A.J.R.* 1997; 169: 1735–1742.
4. Березов Ю.И., Покровский А.В., Мельник И.З. Коарктации аорты атипичной локализации. *Грудная хирургия*. 1964; 5: 51–57.
5. Евдокимов А.Г., Тополянский В.Д. Болезни артерий и вен. М.: Высшая школа. 1999; 103–139.
6. Sans S., Kestcloot H. Task Force of the European Society of Cardiology on cardiovascular mortality and morbidity statistics. *Eur. Heart. J.* 1997; 1231–1248.
7. Erbel R. et al. Detection of dissection of the aortic intima and media after angioplasty of coarctation of the aorta. An angiographic, computertomographic and echocardiographic comparative study. *Circulation*. 1990; 81: 805–814.
8. Glasow P.F. et. al. Surgery without angiography for neonates with aortic arch obstruction. *Int. J. Cardiol.* 1988; 18 (3): 417–425.
9. Marchal G., Bogarert J. Non invasive imaging of great vessels of the chest. *Eur. Radiol.* 1998; 8 (7): 1099–1105.
10. Синицин В.Е., Дадвани С.А., Артюхина Е.Г. и др. Компьютерная томографическая ангиография в диагностике атеросклеротических поражений аорты и артерий нижних конечностей. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2000; 6: 37–44.
11. Синицин В.Е., Дадвани С.А., Мершина Е.А. и др. Магнитно-резонансная ангиография в диагностике и хирургическом лечении заболеваний брюшной аорты и артерий нижних конечностей. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2001; 7: 23–33.

## MRI IN DIAGNOSTICS OF AORTIC COARCTATION

**S.E. Serikova**

MRI in aortic coarctation pre-operative assessment is safe, prompt, non-invasive and can be used instead of conventional angiography. Synchronization of MRI data acquisition to the cardiac cycle eliminates breathing and motion artifacts, and allows non-contrast enhanced imaging. The latter is essential in pediatric practice.

**Key words:** aortic coarctation, MRI, ECG synchronization.

**Адрес для корреспонденции:**  
Серикова Светлана Эрнестовна  
Тел.: (7272) 79-22-40 (194)  
*e-mail:* [lasery@mail.ru](mailto:lasery@mail.ru)