

ISSN 2782-3806

ISSN 2782-3814 (Online)

УДК 616.127-021.3-091.8:616-073.756.8

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ ПРОТОКОЛ КОМПЬЮТЕРНО-ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ АНГИОГРАФИИ СЕРДЦА ДЛЯ ДЕТЕЙ С ДИЛАТАЦИОННОЙ КАРДИОМИОПАТИЕЙ (ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ)

Руденко Н. Н., Скрипник А. Ю., Истомина В. В., Журавель А. В.,
Алхазишвили А. В., Штенцель Р. Э., Вершинина Т. Л.,
Васичкина Т. С., Боршевецкая А. А., Фокин В. А., Лукин М. В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:

Скрипник Алексей Юрьевич,
ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова»
Минздрава России,
ул. Аккуратова, д. 2, Санкт-Петербург,
Россия, 197341.
E-mail: skripnikalexey@mail.ru

Статья поступила в редакцию 12.01.2023
и принята к печати 31.01.2023.

РЕЗЮМЕ

Цель. Усовершенствовать протокол сканирования компьютерно-томографической ангиографии (КТА) сердца у детей с дилатационной кардиомиопатией (ДКМП), имеющих низкую фракцию выброса (НФВ) левого желудочка, для оптимальной визуализации сердца и его магистральных сосудов. **Материалы и методы.** Обследовано 38 пациентов в возрасте от 9 месяцев до 17 лет, проходящих стационарное лечение на отделении детской кардиологии и медицинской реабилитации в детском лечебно-реабилитационном комплексе ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России. Всем участникам данного исследования предварительно выполнялась эхокардиография (ЭхоКГ), на основании данных которой оценивалась, в том числе, фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ). Выборка осуществлялась на основании клинического диагноза, показателя ФВ ЛЖ, роста пациента или длины области сканирования. Были сформированы 2 группы пациентов с ДКМП и низкой фракцией выброса (НФВ) — младшего и старшего возраста; для каждой из этих групп была подобрана контрольная группа, сопоставимая по возрасту и массо-ростовым показателям и с нормальными показателями ФВ ЛЖ. Всем участникам провели КТА на 128-срезовом компьютерном томографе Ingenuity Elite (Philips, Нидерланды) с использованием болюсного внутривенного введения контрастного вещества. В исследуемых группах мы корректировали время начала сканирования ранней и поздней артериальных и венозной фаз. **Результаты.** Выявлена прямая зависимость времени начала сканирования от ФВ ЛЖ и роста пациента. Таким обра-

зом, для пациентов с НФВ были созданы протоколы исследования, в которых смещение времени начала сканирования было равно: для 1-й группы в раннюю артериальную фазу +3с, в позднюю артериальную фазу +5с, в венозную фазу +15с; для 2-й группы в раннюю артериальную фазу +5с, в позднюю артериальную фазу +5с, в венозную фазу +29с. **Заключение.** Разработанный нами протокол сканирования позволяет своевременно законтрастировать камеры сердца и его магистральные сосуды, что необходимо для корректной оценки анатомии и патологических изменений. Выявленные критерии (ФВ, рост пациента) помогают выбрать оптимальные параметры для выполнения КТА сердца у детей с дилатационной кардиомиопатией.

Ключевые слова: дилатационная кардиомиопатия, компьютерно-томографическая ангиография, фракция выброса.

Для цитирования: Руденко Н.Н., Скрипник А.Ю., Истомина В.В., Журавель А.В., Алхазивили А.В., Штенцель Р.Э., Вершинина Т.Л., Васичкина Т.С., Боршевецкая А.А., Фокин В.А., Лукин М.В. Модернизированный протокол компьютерно-томографической ангиографии сердца для детей с дилатационной кардиомиопатией. *Российский журнал персонализированной медицины.* 2023;3(1):18-26. DOI: 10.18705/2782-3806-2023-3-1-18-26.

THE MODERATED CT ANGIOGRAPHY OF THE HEART SCANNING PROTOCOL FOR CHILDREN WITH DILATED CARDIOMYOPATHY (ORIGINAL ARTICLE)

Rudenko N. N., Skripnik A. Yu., Istomina V. V., Zhuravel A. V., Alkhazishvili A. V., Shtenzel R. E., Vershinina T. L., Vasichkina T. S., Borshevetskaya A. A., Fokin V. A., Lukin M. V.

Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author:

Skripnik Aleksey Yu.,
Almazov National Medical Research
Centre,
Akkuratova str., 2, Saint Petersburg,
Russia, 197341.
E-mail: skripnikalexey@mail.ru

Received 12 January 2023; accepted
31 January 2023.

ABSTRACT

Purpose. To moderate computed tomography angiography (CTA) of the heart scanning protocol in children with dilated cardiomyopathy and low left ventricle ejection fraction (LVEF) for optimal visualization of the heart and its major vessels. **Materials and methods.** We examined 38 patients aged from 9 months to 17 years, undergoing treatment at the cardiology

department in the of the Rehabilitation Clinic for Children of the Almazov National Medical Research Centre. Firstly, all patients were performed echocardiography (Echo). Echo data evaluated LVEF. The patients were selected based on the clinical diagnosis, the LVEF index, the patient's height (or the length of the scan area). 2 groups of patients with DCM (with low LVEF) were formed - younger and older patients; for each group was formed a control group of patients with normal LVEF values. All patients underwent CTA on a 128-sliced computed tomograph Ingenuity Elite (Philips, Netherlands) after a bolus intravenous contrast medium injection. **Results.** There was revealed a relationship between the start time of the scan and the LVEF, the patient's height. For patients with low LVEF were created study protocols, where scan start time offset was set as: for the group 1 in the early arterial phase +3c, in the late arterial phase +5c, in the venous phase +15c; for the group 2 in the early arterial phase +5c, in the late arterial phase +5c, in the venous phase +29c. **Conclusion.** The moderated scanning protocol presents good contrast enhancement by chambers of the heart and its major vessels. It is necessary for an assessment of the anatomy and pathological changes. The identified criteria (LVEF, patient height) should be considered for CTA of the heart in children with dilated cardiomyopathy.

Key words: computed tomography angiography, ejection fraction, dilated cardiomyopathy left ventricle ejection fraction.

For citation: Rudenko NN, Skripnik AY, Istomina VV, Zhuravel AV, Alkhazishvili AV, Shtenzel RE, Vershinina TL, Vasichkina TS, Borshevetskaya AA, Fokin VA, Lukin MV. The moderated ct angiography of the heart scanning protocol for children with dilated cardiomyopathy. Russian Journal for Personalized Medicine. 2023;3(1):18-26. (In Russ.) DOI: 10.18705/2782-3806-2023-3-1-18-26.

Список сокращений: ДКМП — дилатационная кардиомиопатия, КТА — компьютерно-томографическая ангиография, КТИ — кардиоторакальный индекс, МЖП — межжелудочковая перегородка, ФВ — фракция выброса, ЭМБ — эндомиокардиальная биопсия, ЭхоКГ — эхокардиография.

ВВЕДЕНИЕ

В ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России ежедневно проходят обследование дети с различными заболеваниями сердца. Оно включает стандартные методы кардиологического обследования, в том числе эхокардиографию (ЭхоКГ), при необходимости выполняют магнитно-резонансную томографию (МРТ) или компьютерно-томографическую ангиографию сердца (КТА).

В ряде случаев по данным ЭхоКГ обнаруживается снижение сократительной функции миокарда и расширение камер сердца. Данная ситуация может свидетельствовать о наличии такого заболевания, как дилатационная кардиомиопатия (ДКМП).

ДКМП — патология сердечной мышцы, характеризующаяся дилатацией полостей сердца и систолической дисфункцией, является наиболее распространенной кардиомиопатией у детей [1]. Первичная дилатационная кардиомиопатия у детей относится к редкой патологии, ежегодная заболеваемость ДКМП составляет 0,57–1,5 на 100 000 в год и отличается прогрессированием, а также часто приводит к неблагоприятному исходу [2]. Вторичные кардиомиопатии чаще входят в структуру различных орфанных заболеваний.

ДКМП не имеет каких-либо патогномоничных клинических маркеров, что затрудняет ее дифференциальную диагностику с другими некоронарогенными заболеваниями сердца (за исключением ДКМП вследствие негенетических нарушений) [3]. В связи с тем, что ДКМП имеет полиэтиологичный характер, для верификации диагноза врачи используют инвазивные методы исследования миокарда. Например, при ДКМП, развивающейся вследствие миокардита, золотым стандартом и единственным абсолютным методом диагностики остается эндо-

миокардиальная биопсия (ЭМБ) [4]. К сожалению, возможности проведения ЭМБ ограничены у ряда пациентов с ДКМП, что делает особенно актуальным поиск наиболее информативных неинвазивных методик и критериев диагностики.

Основным методом диагностики ДКМП является эхокардиография. Метод ЭхоКГ является широкодоступным и позволяет в реальном времени оценить размер и морфологию камер сердца, систолическую и диастолическую функции, а также работу клапанов и кровотоки [5, 6]. Основными признаками ДКМП при ЭхоКГ являются: дилатация левого желудочка (ЛЖ), правого желудочка (ПЖ) и левого предсердия (ЛП) (дилатация ЛП часто сочетается с митральной регургитацией и относительной недостаточностью митрального клапана), снижение фракции выброса ЛЖ, гипокинезия/акинезия задней стенки ЛЖ и (или) межжелудочковой перегородки (МЖП), признаки легочной гипертензии, признаки умеренной гипертрофии миокарда задней стенки ЛЖ и (или) МЖП компенсаторного характера. Также возможно образование тромбов в ЛЖ, что тоже можно обнаружить при ЭхоКГ [6]. Степень дилатации ЛЖ переменна и зависит от стадии заболевания и тяжести дисфункции левого желудочка [7].

Также в диагностике ДКМП применяются лучевые методы исследования: рентгенография, компьютерно-томографическая ангиография (КТА) и магнитно-резонансная томография (МРТ). На рентгенограмме грудной клетки часто определяется усиление легочного рисунка, у 1/3 больных обнаруживаются признаки легочной гипертензии в виде расширения корней легких. Форма сердца чаще шаровидная, митральная или трапециевидная, увеличение кардиоторакального индекса (КТИ) — более 60–65 % [5]. Также могут наблюдаться сопутствующие плевральные выпоты.

При МРТ сердца возможно визуализировать как анатомические дефекты, так и функциональные нарушения. Пациенты с ДКМП нередко имеют противопоказания к проведению МРТ: имплантированные устройства (например, искусственные водители ритма) либо показания к их имплантации (невозможность контроля в динамике); сложность длительного пребывания в положении лежа и без движения у детей (соответственно длительное пребывание ребенка в наркозе), клаустрофобия и пр. [8, 9]. Также МРТ сердца не является широкодоступным, в связи с тем, что для выполнения данного исследования предъявляются особые требования к оборудованию и программному обеспечению, также исследование является весьма операторозависимым [10–12].

Исходя из вышеперечисленного, перспективным представляется изучение диагностических возможностей компьютерно-томографической ангиографии сердца у детей.

К плюсам данного метода можно отнести значительное сокращение времени исследования (соответственно уменьшается пребывание ребенка в состоянии медикаментозной аналгоседации); возможность проводить исследование с наличием имплантированных устройств; одновременно метод позволяет исключить наличие сопутствующей патологии (врожденных пороков сердца), оценить состояние коронарных артерий, что необходимо всем больным с ДКМП. Современные компьютерные томографы позволяют значительно снизить лучевую нагрузку на пациента.

В ходе проведения КТА пациентам с ДКМП мы столкнулись с невозможностью применения стандартных протоколов сканирования в связи с получением неудовлетворительного контрастирования или отсутствием наполнения контрастным веществом камер сердца и его магистральных сосудов.

При тщательном анализе анамнеза заболевания пациентов, возможных изменений их гемодинамики, технических характеристик протоколов сканирования и полученных результатов КТА сердца, нами был выделен параметр: фракция выброса (ФВ) ЛЖ.

ФВ — это функциональный показатель, который отражает сократительную функцию желудочка сердца. ФВ ЛЖ — это объем крови, выталкиваемой левым желудочком во время систолы в просвет аорты. Этот параметр рассчитывается исходя из соотношения объема крови, выбрасываемой в аорту, к объему крови, находящейся в ЛЖ в момент его расслабления. При расслаблении ЛЖ вмещает в себя кровь из ЛП, а затем, сокращаясь, он выталкивает часть крови в просвет аорты. Данная часть крови и является фракцией выброса, выраженной в процентах. Норма ФВ ЛЖ составляет 55–70 % по методу Simpson. Низкая фракция выброса (НФВ) определяется менее 40 % [6, 13].

Группа пациентов с дилатацией камер сердца и сниженной сократительной способностью миокарда чаще небольшая, но имеет тяжелое течение заболевания и требует своевременной диагностики генеза для определения персонифицированной дальнейшей тактики ведения.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Модернизировать протокол сканирования компьютерно-томографической ангиографии (КТА) сердца для получения своевременного контрасти-

рования камер сердца и его магистральных сосудов у пациентов с ДКМП с НФВ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на базе рентгенологического отделения ДЛРК ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России. До включения в исследование у родителей участников было получено письменное информированное согласие. У всех пациентов предварительно было выполнено трансторакальное эхокардиографическое исследование (ЭхоКГ) по стандартному протоколу на аппарате Philips I33 согласно Европейским/Американским рекомендациям по эхокардиографии.

В исследование включено 38 пациентов в возрасте от 9 месяцев до 17 лет, из которых у 20 человек был установлен диагноз ДКМП и, на основании данных ЭхоКГ, определялась НФВ. Остальные 18 пациентов имели другие заболевания сердечно-сосудистой системы, не сопровождавшиеся снижением сократительной способности левого желудочка.

КТА проводили на 128-срезовом компьютерном томографе Ingenuity Elite (Philips, Нидерланды) с использованием болюсного внутривенного введения контрастного вещества (Йопромид/Йоверсол 300–370 мг/мл в объеме 1–1,7 мл/кг массы тела). Укладка пациента стандартная: лежа на спине, руки расположены над головой. В протокол КТА сердца, используемый на нашем отделении, в стандартном режиме входит выполнение двух фаз: ранней и поздней артериальной. При необходимости оценить венозную систему протокол исследования дополняли венозной фазой сканирования. Вначале выполняли обзорную томограмму. Далее проводилась серия премониторинга для отслеживания накопления контрастного вещества (КВ) в правых камерах сердца. Болюс-трекер устанавливали на полость правого желудочка, порог накопления

контрастного вещества был установлен в размере 70 HU; в некоторых случаях запуск исследования осуществлялся вручную (начало времени сканирования определялось врачом-рентгенологом со стажем работы не менее 3 лет при попадании КВ в полость правого желудочка). По возможности, исследование проводили при задержке дыхания пациентом на высоте вдоха.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Было сформировано четыре группы пациентов: 2 группы с ДКМП, имеющие НФВ (1 — рост 70–100 см; 2 — рост 125–175 см); 2 контрольные группы с нормальными показателями ФВ, соответствующие по росту исследуемым пациентам (1к — рост 60–110 см; 2к — рост 130–180 см).

Для количественных данных выполнялась проверка нормальности данных с помощью критерия Шапиро-Уилка. Распределение данных отличалось от нормального, в связи с чем данные роста и ФВ для каждой группы пациентов (табл. 1) описывали с помощью медианы, 25 % и 75 % квантилей.

Для 1-й и 2-й групп пациентов были созданы протоколы исследования, в которых смещены тайминги начала сканирования для всех фаз контрастирования. При этом не изменялись технические параметры КТА (напряжение рентгеновской трубки, кВ, и сила тока — на аппаратах Philips, DoseReduseIndex); также не менялся протокол ведения КВ для автоматического инжектора. Полученные данные КТА сердца оценивались тремя врачами-рентгенологами со стажем работы не менее 3 лет (3–9 лет) на предмет своевременности контрастирования сердца и его магистральных сосудов. На основании полученных данных единогласно было принято решение о качественном и своевременном контрастировании вышеуказанных структур.

Таблица 1. Сравнение параметров между группами

Признак	Группа 1 (n=10) Me [Q25;Q75]	Группа 1к (n=10) Me [Q25;Q75]	Группа 2 (n=10) Me [Q25;Q75]	Группа 2к (n=8) Me [Q25;Q75]
ФВ ЛЖ, %	33 [22,25; 34,07]	72 [65,75; 76,75]	24 [13,25; 25]	68 [64,27; 76]
Длина сканирования	146,5 [135,45; 147,8]	151,9 [117,75; 189,5]	253 [244; 273]	267,5 [238,75; 300,75]

Примечание: ФВ ЛЖ, %- фракция выброса левого желудочка. Данные представлены в виде медианы Me, 25% и 75% квантилей.

Были построены графики, отражающие разницу во времени начала сканирования между группами с НФВ и с нормальными показателями ФВ ($\Gamma 1$, $\Gamma 2$, $\kappa 1$, $\kappa 2$) (графики 1, 2).

Также приведены выборочные томограммы КТА сердца пациентов 2-й контрольной группы и 2-й группы (рис. 1, 2), иллюстрирующие адекватное контрастирование камер сердца у пациентов со стандартным и модернизированным протоколами сканирования соответственно.

ОБСУЖДЕНИЕ

Стандартная методика КТА сердца позволяет оценить камеры сердца, сосуды малого и большого кругов кровообращения (артерии и вены), что необходимо в первую очередь для исключения врожденных пороков сердца.

У пациентов с ДКМП зачастую ФВ снижена, что делает неприменимой стандартную методику КТА

сердца. У всех пациентов 1-й и 2-й групп с ДКМП ФВ была снижена, в связи с чем появилась необходимость изменения времени начала сканирования для каждой из фаз (РА, ПА и В).

В случае, если у пациента с ДКМП (при необходимости исключения ВПС) по данным ЭхоКГ показатель ФВ не снижен, — мы рекомендуем применять стандартную методику КТА сердца.

Также мы считаем, что ФВ обязательно должна учитываться врачом-рентгенологом перед выбором протокола сканирования КТА сердца не только у пациентов с ДКМП, но и с другими заболеваниями сердца, чтобы исключить получение неинтерпретируемых данных и повторение исследования, связанного с введением контрастного вещества и лучевой нагрузкой. Наш опыт применения КТА показал, что стандартные методики сканирования не пригодны для диагностики патологических изменений сердца и его магистральных сосудов у пациентов педиатрического профиля с НФВ.

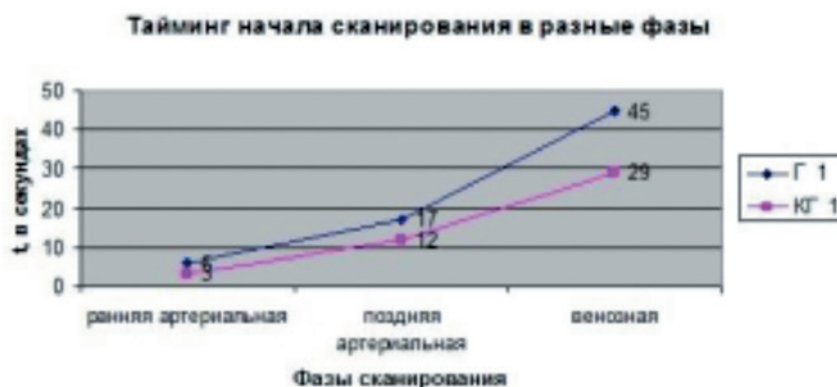


График 1. График, отражающий разницу во времени начала сканирования между первыми группами с НФВ и с нормальными показателями ФВ

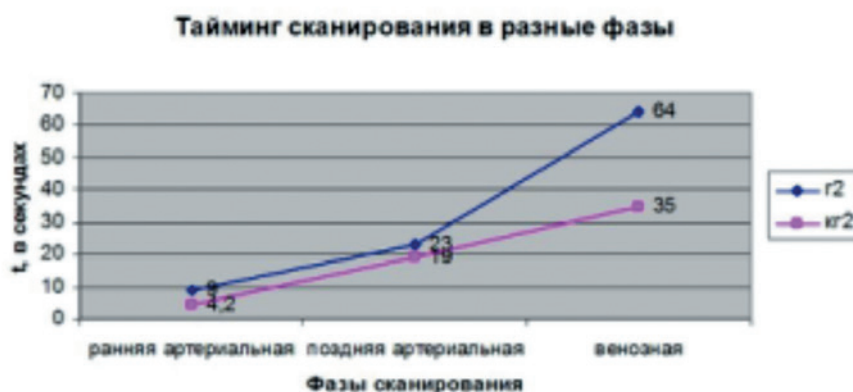


График 2. График, отражающий разницу во времени начала сканирования между вторыми группами с НФВ и с нормальными показателями ФВ

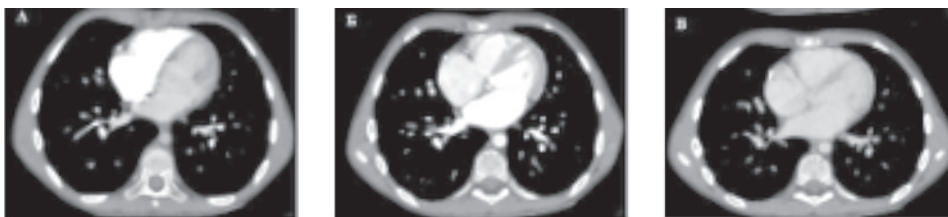


Рис. 1. Пациент без ДКМП в анамнезе с нормальной ФВ ЛЖ. Аксиальная плоскость. Постконтрастное мягкотканное электронное окно

А — ранняя артериальная фаза сканирования (10:43:36 задержка от момента появления КВ в ПЖ составляла 5 сек); Б — поздняя артериальная фаза сканирования (10:43:54 задержка — 18 сек); В — венозная фаза сканирования (10:44:08 задержка — 32 сек). Выборочные томограммы иллюстрируют своевременное контрастирование камер сердца.



Рис. 2. Пациент с НФВ ЛЖ, ДКМП в анамнезе. Аксиальная плоскость. Постконтрастное мягкотканное электронное окно

А — ранняя артериальная фаза сканирования (10:51:49 задержка — 9 сек); Б — поздняя артериальная фаза сканирования (10:52:09 задержка — 29 сек); В — венозная фаза сканирования (10:52:35 задержка — 55 сек). Выборочные томограммы иллюстрируют смещенные тайминги начала сканирования в разные фазы сканирования для получения адекватного контрастирования камер сердца.

Помимо ДКМП, заболеваниями с систолической дисфункцией ЛЖ являются: некоторые ВПС с нарушением функции клапанного аппарата; заболевания перикарда, миокарда и эндокарда; тяжелые нарушения сердечного ритма и проведения; опухоли сердца (может присутствовать более чем одно нарушение) [14].

ВЫВОДЫ

Модернизированный протокол сканирования КТА сердца позволяет получить своевременное контрастирование камер сердца и его магистральных сосудов у пациентов с ДКМП с НФВ.

КТА является высокоинформативным методом лучевой диагностики, к плюсам которого можно отнести высокое пространственное и временное разрешение, короткий период пребывания пациента педиатрического профиля в состоянии медикаментозной аналгоседации, высокую чувствительность и специфичность в выявлении сопутствующей патологии [15]. КТА позволяет с большой точностью получить достоверные данные о состоянии магистральных сосудов и камер сердца.

Конфликт интересов/ Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors stated no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Lin KY, Miyamoto SD, Schumacher KR. Heart Failure in the Child and Young Adult. 2018, p.203–213. ISBN 978-0-12-802393-8.
2. Lee TM, Hsu DT, Kantor P, et al. Pediatric cardiomyopathies. *Circulation Research* 2017;121(7):855–873. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.116.309386.
3. Ruzhentsova TA, Gorelov AV. The value of acute respiratory viral infections in the development of chronic heart failure disease in children. *Epidemiology and Infectious Diseases*. 2012. Vol. 17. N 3. P. 42–46. In Russian [Руженцова Т.А., Горелов А.В. Значение острых респираторных вирусных инфекций в развитии хронической патологии сердца у детей. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2012, 3: 42–46.] DOI: 10.17816/EID40658.
4. Caforio AL, Pankuweit S, Arbustini E, et al. European Society of Cardiology Working Group on

Myocardial and Pericardial Diseases. Current state of knowledge on aetiology, diagnosis, management, and therapy of myocarditis: a position statement of the European Society of Cardiology Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur Heart J.* 2013;34(33):2636–2648,2648a–2648d.

5. Federal clinical guidelines for providing medical care to children with cardiomyopathies. 2014. In Russian [Федеральные клинические рекомендации по оказанию медпомощи детям с кардиомиопатиями, 2014.] <http://zdravalt.ru/upload/iblock/760/7602a35166f72e7a61a5ea33e42579a7.pdf>

6. Clinical guidelines Chronic heart failure. 2020. In Russian [Клинические рекомендации хроническая сердечная недостаточность, 2020.] https://scardio.ru/content/Guidelines/2020/Clinic_rekom_HSN.pdf

7. Ristic A, Schultheiss HP, Seggewiss H, et al. European Society of Cardiology Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. Current state of knowledge on aetiology, diagnosis, management, and therapy of myocarditis: a position statement of the European Society of Cardiology Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur Heart J.* 2013 Sep;34(33):2636–48, 2648a–2648d. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz210. Epub 2013 Jul 3. PMID: 23824828.

8. Habib G, Bucciarelli-Ducci C, Caforio ALP, et al. Multimodality Imaging in Restrictive Cardiomyopathies: An EACVI expert consensus document In collaboration with the “Working Group on myocardial and pericardial diseases” of the European Society of Cardiology Endorsed by The Indian Academy of Echocardiography. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging.* 2017 Oct 1;18(10):1090–1121. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jex034>

9. Elliott P, Charron P, Blanes JR, et al. EORP Cardiomyopathy Registry Pilot Investigators. European Cardiomyopathy Pilot Registry: EURObservational Research Programme of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 2016;37(2):164–173. DOI:10.1093/eurheartj/ehv539.

10. Stukalova OV, Meladze NV, Ivanova DA, et al. Magnetic resonance imaging of the heart in the diagnosis of sarcoidosis. *Terapevticheskii arkhiv.* 2018; Vol. 90. N 12. P. 101–106. In Russian [Стукалова О.В., Меладзе Н.В., Иванова Д.А. и др. Магнитно-резонансная томография сердца в диагностике саркоидоза. *Терапевтический архив.* 2018; Т. 90. № 12. С. 101–106.] DOI:10.26442/00403660.2018.12.000017.

11. Coelho-Filho OR, Rickers C, Kwong RY, et al. MR myocardial perfusion imaging. *Radiology.* 2013 Mar;266(3):701–15. DOI: 10.1148/radiol.12110918. PMID: 23431226.

12. Newton N, Liu CY, Croisille P, et al. Assessment of myocardial fibrosis with cardiovascular magnetic

resonance. *J Am Coll Cardiol.* 2011 Feb 22;57(8):891–903. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.11.013. PMID: 21329834; PMCID: PMC3081658.

13. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2020. Российский кардиологический журнал. 2020;25(11):4083. DOI:10.15829/1560-4071-2020-4083.

14. Boogers MJ, van Werkhoven JM, Schuijff JD, et al. Feasibility of diastolic function assessment with cardiac CT: feasibility study in comparison with tissue Doppler imaging. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2011 Mar;4(3):246–56. DOI: 10.1016/j.jcmg.2010.11.017. PMID: 21414572.

15. Lim SJ, Choo KS, Park YH, et al. Assessment of left ventricular function and volume in patients undergoing 128-slice coronary CT angiography with ECG-based maximum tube current modulation: a comparison with echocardiography. *Korean J Radiol.* 2011 Mar-Apr;12(2):156–62. DOI: 10.3348/kjr.2011.12.2.156. Epub 2011 Mar 3. PMID: 21430931; PMCID: PMC3052605.

Информация об авторах:

Руденко Наталья Николаевна, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики № 3 ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Скрипник Алексей Юрьевич, заведующий отделением лучевой диагностики № 3 ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, врач-рентгенолог высшей категории, ассистент кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Истомина Виктория Викторовна, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики № 3 ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Журавель Анна Викторовна, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики № 3 ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Алхазисвили Александр Владимирович, к.м.н., врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики № 3 ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, ассистент кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Штенцель Регина Эдуардовна, врач-рентгенолог рентгеновского кабинета Перинатального центра ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазов» Минздрава России;

Вершинина Татьяна Леонидовна, заведующий отделением детской кардиологии и медицинской реабилитации, врач-кардиолог высшей категории Детского лечебно-реабилитационного комплекса ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Васичкина Елена Сергеевна, д.м.н., главный научный сотрудник НИО сердечно-сосудистых заболеваний у детей, научный руководитель отделения

детской кардиологии и медицинской реабилитации, профессор кафедры детских болезней лечебного факультета Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, главный внештатный специалист — детский кардиолог Северо-Западного федерального округа Министерства здравоохранения Российской Федерации, врач-педиатр, врач — детский кардиолог высшей категории;

Боршевецкая Анастасия Александровна, ординатор 2 года по специальности «Рентгенология» кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Фокин Владимир Александрович, д.м.н., профессор кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации, заведующий отделом лучевой диагностики ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Лукин Максим Владимирович, ординатор кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России.

Author information:

Rudenko Nataliya N., radiologist of Radiology department No. 3 of Almazov National Medical Research Centre;

Skipnik Aleksey Yu., radiologist, Head of the Radiology Department No. 3 of Almazov National Medical Research Centre;

Istomina Victoriia V., radiologist of Radiology department No. 3 of Almazov National Medical Research Centre;

Zhuravel Anna V., radiologist of Radiology department No. 3 of Almazov National Medical Research Centre;

Alkhazishvili Alexander V., PhD, Radiologist of the Radiation Diagnostics Department No. 3 of the Almazov National Medical Research Centre, Assistant of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging of the Almazov National Medical Research Centre;

Shtentsel Regina E., radiologist of Radiology department of Perinatal center of Almazov National Medical Research Centre;

Vershinina Tat'yana L., head of the Department of Pediatric Cardiology and Medical Rehabilitation, cardiologist, Children's medical and rehabilitation complex Almazov National Medical Research Centre;

Vasichkina Elena S., MD, Chief Researcher of the Research Institute of Cardiovascular Diseases in Children, Scientific Director of the Department

of Pediatric Cardiology and Medical Rehabilitation, Professor of the Department of Pediatric Diseases of the Medical Faculty of the Institute of Medical Education of the Almazov National Medical Research Centre; Chief Specialist-Pediatric Cardiologist of the Northwestern Federal District of the Ministry of Health of the Russian Federation, pediatrician, pediatric cardiologist;

Borshevetskaya Anastasia A. resident, Radiology and Medical Visualization Department, Almazov National Medical Research Centre;

Fokin Vladimir A., Dr. Med. Sc., Professor, Chair of Radiology and Medical Visualization, Head of Radiology Department, Almazov National Medical Research Centre;

Lukin Maksim V., Resident of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging, Almazov National Medical Research Centre.