

Возможности компьютерной и магнитно-резонансной томографии сердца у пациентов с фибрилляцией предсердий

Г.С. Галяутдинов^{1*}, К.Р. Ибрагимова², Ш.Ш. Галеева¹

¹Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия;

²Альметьевская межрайонная многопрофильная больница,
г. Альметьевск, Россия

Реферат

Компьютерную и магнитно-резонансную томографию сердца в последние годы широко применяют у пациентов с фибрилляцией предсердий. Их используют для определения морфологии сердца, наличия внутрисердечных тромбов, количественной оценки структур сердца, тромбозов внутрисердечных устройств, определения тактики при хирургических вмешательствах и других целей. Эти методы инструментальной диагностики можно использовать как альтернативу чреспищеводной эхокардиографии, которая имеет ряд ограничений и недостатков по сравнению с компьютерной и магнитно-резонансной томографией. Компьютерную и магнитно-резонансную томографию сердца применяют во избежание инвазивности при исследовании сердца, для повышения точности измерения структур сердца, снижения количества используемых методов диагностики перед различными хирургическими вмешательствами у пациентов с фибрилляцией предсердий, а также по эпидемическим показаниям в рамках профилактики распространения коронавирусной инфекции. Кроме того, магнитно-резонансная томография позволяет избежать лучевой нагрузки на пациента. В обзоре приведены результаты исследований, метаанализов объединённых выборок, а также описание клинических возможностей компьютерной и магнитно-резонансной томографии сердца у пациентов с фибрилляцией предсердий. Представлены работы по применению этих методов для визуализации тромбов левого предсердия и его ушка, при абляции лёгочных вен и окклюзии ушка левого предсердия, а также данные по визуализации остаточного потока вокруг окклюдизирующего устройства и тромбоза внутрисердечных устройств. По результатам литературного обзора компьютерная томография и магнитно-резонансная томография сердца имеют сходные или более высокие визуализационные возможности в сравнении с чреспищеводной эхокардиографией, а также некоторые преимущества перед последней, в первую очередь, неинвазивность процедуры. Представлены работы, демонстрирующие возможности компьютерной томографии сердца для диагностики ишемической болезни сердца у пациентов с фибрилляцией предсердий. При подготовке обзора был использован метод поиска литературы по базам данных PubMed за период 2013–2022 гг.

Ключевые слова: КТ сердца, МРТ сердца, фибрилляция предсердий, тромбоз ушка левого предсердия, обзор.

Для цитирования: Галяутдинов Г.С., Ибрагимова К.Р., Галеева Ш.Ш. Возможности компьютерной и магнитно-резонансной томографии сердца у пациентов с фибрилляцией предсердий. *Казанский мед. ж.* 2023;104(1):89–98. DOI: 10.17816/KMJ114866.

*Для переписки: galgen077@mail.ru

Поступила 01.12.2022; принята в печать 14.12.2022;

опубликована: 09.02.2023.

© Эко-Вектор, 2023. Все права защищены.

*For correspondence: galgen077@mail.ru

Submitted 01.12.2022; accepted 14.12.2022;

published: 09.02.2023.

© Eco-Vector, 2023. All rights reserved.

REVIEW | DOI: 10.17816/KMJ114866

Possibilities of computed and magnetic resonance imaging of the heart in patients with atrial fibrillation

G.S. Galyautdinov^{1*}, K.R. Ibragimova², Sh.Sh. Galeeva¹¹Kazan State Medical University, Kazan, Russia;²Interdistrict multidisciplinary hospital of Almetyevsk, Almetyevsk, Russia

Abstract

Computed and magnetic resonance imaging of the heart has been widely used in recent years in patients with atrial fibrillation. They are used to determine the morphology of the heart, the presence of intracardiac thrombi, quantify the structures of the heart, thrombosis of intracardiac devices, determine tactics for surgical interventions, and other purposes. These methods of instrumental diagnostics can be used as an alternative to transesophageal echocardiography, which has a number of limitations and disadvantages compared to computed tomography and magnetic resonance imaging. Computed and magnetic resonance imaging of the heart are used to avoid invasiveness in the study of the heart, to improve the accuracy of measuring heart structures, to reduce the number of diagnostic methods used before various surgical interventions in patients with atrial fibrillation, and also, according to epidemic indications, as part of the prevention of the spread of coronavirus infection. In addition, magnetic resonance imaging allows to avoid radiation exposure to the patient. The review presents the results of studies, meta-analyses of pooled samples, as well as a description of the clinical possibilities of computed and magnetic resonance imaging of the heart in patients with atrial fibrillation. Publications on the use of these methods for visualization of thrombi in the left atrium and its appendage, in pulmonary vein ablation and occlusion of the left atrial appendage, as well as data on visualization of the residual flow around the occlusive device and thrombosis of intracardiac devices are presented. According to the results of a literature review, computed tomography and magnetic resonance imaging of the heart have similar or higher imaging capabilities compared to transesophageal echocardiography, as well as some advantages over it, primarily the non-invasiveness of the procedure. The works demonstrating the possibilities of computed tomography of the heart for the diagnosis of coronary heart disease in patients with atrial fibrillation are presented. In preparing the review, the literature search method in PubMed databases for the period 2013–2022 was used.

Keywords: cardiac CT, cardiac MRI, atrial fibrillation, thrombosis of the left atrial appendage, review.

For citation: Galyautdinov GS, Ibragimova KR, Galeeva ShSh. Possibilities of computed and magnetic resonance imaging of the heart in patients with atrial fibrillation. *Kazan Medical Journal*. 2023;104(1):89–98. DOI: 10.17816/KMJ114866.

Принятые сокращения

ИБС — ишемическая болезнь сердца; КТ — компьютерная томография; ЛВ — лёгочные вены; ЛП — левое предсердие; МРТ — магнитно-резонансная томография; УЛП — ушко левого предсердия; ФП — фибрилляция предсердий; ЧпЭхоКГ — чреспищеводная эхокардиография; COVID-19 (от англ. COronaVirus Disease 2019 — коронавирусная инфекция 2019 г.)

Введение. Фибрилляция предсердий (ФП) является наиболее распространённой сердечной аритмией у взрослых и имеет большое клиническое, а также социальное значение. В настоящее время распространённость ФП у взрослых составляет от 2 до 4%. [1] В будущем ожидают её 2,3-кратного роста из-за увеличения продолжительности жизни в общей популяции и интенсификации поиска недиагностированной аритмии [1]. ФП приводит к 5-кратному увеличению риска инсульта, при этом ишемический инсульт или транзиторная ишемическая атака представляют собой первое проявление ФП у 2–5% пациентов [2]. В качестве основного источника тромбозов и инсульта у пациентов с ФП рассматривают левое предсердие (ЛП) и ушко ЛП (УЛП) [3].

Для исключения тромбов ЛП и УЛП перед процедурами кардиоверсии, окклюзии УЛП,

изоляции лёгочных вен, оценки остаточного потока вокруг окклюдизирующего устройства, исключения тромбоза внутрисердечного устройства у пациентов с ФП применяют различные методы инструментальной диагностики. «Золотым стандартом» служит чреспищеводная эхокардиография (ЧпЭхоКГ) [4], при этом чувствительность данного метода в обнаружении тромба ЛП составляет от 92 до 100% [5]. ЧпЭхоКГ имеет ряд ограничений и недостатков (включая инвазивность, необходимость в обученном персонале, наличие редких, но потенциально опасных для жизни осложнений), поэтому идёт поиск альтернативных вариантов решения этой диагностической проблемы.

В данном литературном обзоре рассмотрены возможности таких неинвазивных методов исследования, как компьютерная томогра-

фия (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) сердца у пациентов с ФП в визуализации ЛП/УЛП, выявлении внутрисердечного тромбобразования, оценке морфологии сердца перед хирургическими вмешательствами, а также в некоторых других клинических случаях.

Неинвазивные методы диагностики у пациентов с ФП приобрели дополнительную актуальность в условиях пандемии COVID-19 (от англ. COronaVIrus Disease 2019 — коронавирусная инфекция 2019 г.) [6]. Американское общество эхокардиографии сделало заявление о защите пациентов и медицинского персонала, где было отмечено, что ЧпЭхоКГ несёт повышенный риск распространения SARS-CoV-2 вследствие возможной аэрозолизации большого количества вируса из-за кашля или рвоты, которые могут возникнуть у пациента во время обследования. В данных условиях следует тщательно оценить потенциальную пользу ЧпЭхоКГ для пациента с подозрением или подтверждённым COVID-19 и риск заражения медицинского персонала.

Было не только заявлено об использовании средств индивидуальной защиты, но и предложено отменить или отложить проведение ЧпЭхоКГ, если есть альтернативные методы визуализации, такие как трансторакальная эхокардиография, в том числе с усиливающим ультразвуком агентом, КТ или МРТ с контрастным усилением. Использование этих методов, чтобы избежать процедуры аэрозолизации, должно быть сбалансировано с учётом риска транспортировки пациента через больницу к КТ- или МРТ-сканеру, необходимости дезинфицировать кабинет КТ или МРТ, а также использования йодированного контраста, излучения при КТ и длительного времени сканирования при МРТ [6].

Применение лучевых методов диагностики для визуализации тромбов ЛП и УЛП. Существует пул пациентов, которым проведение ЧпЭхоКГ не представляется возможным в связи с наличием желудочно-кишечной патологии, в первую очередь из-за проблем с глотанием. В данном случае МРТ и КТ сердца служат рациональной альтернативой в плане диагностики тромбов УЛП [7]. Проведено множество клинических исследований по определению эффективности лучевых методов диагностики в выявлении тромбов УЛП/ЛП у пациентов с ФП.

В метаанализе J. Romero и соавт. средняя чувствительность и специфичность КТ сердца в обнаружении тромбов составляли соответственно 96 и 92%. В дополнительном

субанализе семи в основном проспективных одноцентровых исследований, в которых выполняли КТ с отсроченной визуализацией, чувствительность и специфичность увеличились до 100 и 99% соответственно [8].

P. Spagnolo и соавт. стремились разработать оптимальный протокол КТ сердца для диагностики тромба УЛП у пациентов с ФП, используя ЧпЭхоКГ в качестве эталона. В исследование были включены 260 пациентов, направленных на радиочастотную абляцию по поводу ФП. Всем пациентам были выполнены КТ сердца и ЧпЭхоКГ. Протокол КТ включал одну стандартную ангиографическую фазу и три отсроченных сбора данных через 1, 3 и 6 мин после введения контрастного вещества. Тромбы определялись как сохраняющиеся дефекты при 6-минутной задержке обнаружения.

По результатам исследования ЧпЭхоКГ продемонстрировала спонтанный контраст у 52 (20%) пациентов и тромб у 10 (4%). У 63 (24%) пациентов КТ продемонстрировала ранние дефекты заполнения УЛП в ангиографической фазе. Среди них 15 (6%) имели стойкий дефект через 1 мин, 12 (5%) — через 3 мин, 10 (4%) — через 6 мин. Все 10 тромбов, диагностированных при ЧпЭхоКГ, были правильно идентифицированы с помощью отсроченной КТ без каких-либо ложноположительных результатов. Для всех фаз чувствительность составляла 100%. Специфичность и прогностическая ценность положительного результата увеличились с 79 до 100% через 6 мин и с 16 до 100% соответственно.

Таким образом, у пациентов со стойкой ФП, направленных на процедуры абляции, КТ сердца, включающая сбор данных ангиографической фазы и, в случае дефектов наполнения, 6-минутную отсроченную фазу, может помочь снизить потребность в ЧпЭхоКГ. КТ позволяет оценить морфологию сердца, а также исключить наличие тромбов в УЛП [9].

Учитывая высокую эффективность в выявлении тромбов ЛП/УЛП, хорошую визуализацию анатомии УЛП, неинвазивность процедуры, КТ служит разумной альтернативой ЧпЭхоКГ, когда основная цель — исключение тромба ЛП и УЛП, а также у пациентов, у которых риск, связанный с ЧпЭхоКГ, перевешивает преимущества [10].

S.H. Chun и соавт. показали, что количественные рентгенологические признаки при КТ сердца помогают дифференцировать тромб УЛП от стаза кровообращения у пациентов с пороком клапанов сердца [11]. A. Guha и соавт. выявили, что КТ с контрастным усилением ве-

нограммы с отсроченной визуализацией очень специфична в исключении тромба УЛП [12].

Снижение скорости кровотока в УЛП связано с высоким риском тромбоэмболических осложнений. К. Ouchi и соавт. оценили предикторы снижения скорости кровотока в УЛП по данным КТ сердца у 440 пациентов с ФП. Увеличение объёма УЛП, ранние дефекты наполнения в УЛП при КТ сердца и более высокие баллы по шкале CHA₂DS₂¹ были независимыми предикторами снижения фракции выброса УЛП у пациентов с ФП. Морфологический тип УЛП и тип ФП не были значимыми предикторами уменьшения скорости кровотока в УЛП. По данным этой работы, параметры, полученные с помощью КТ, могут предоставить дополнительную информацию для стратификации риска и лечения при тромбоэмболических осложнениях у пациентов с ФП [13].

Мультиспиральную КТ также можно использовать для обнаружения тромба в УЛП. Исследование Z. Zhai и соавт. показало, что отсутствие дефекта наполнения в поздней фазе мультиспиральной КТ позволяет исключить наличие тромба УЛП и избежать ЧпЭхоКГ перед катетерной абляцией у пациентов с ФП с низким риском инсульта (балл по шкале CHA₂DS₂-VASc ≤ 3) [14].

МРТ сердца была протестирована для диагностики тромба УЛП, при этом некоторые исследователи пришли к выводу, что МРТ демонстрирует характеристики, сопоставимые с ЧпЭхоКГ, при идентификации тромбов УЛП [15, 16]. Преимущества МРТ сердца перед КТ включают отсутствие йодсодержащего контраста и лучевой нагрузки. Однако КТ обеспечивает значительно более высокое пространственное разрешение, хотя и более низкое временное и контрастное разрешение по сравнению с МРТ сердца. Примечательно, что КТ и, особенно, МРТ сердца склонны к артефактам движения, которые часто встречаются у пациентов с аритмией и трудностями при задержке дыхания [7, 15].

Кроме того, не было выявлено существенной разницы в чувствительности и специфичности

КТ и МРТ сердца. Это позволяет предположить, что оба метода можно считать разумными альтернативами ЧпЭхоКГ при идентификации тромбов в УЛП. МРТ сердца может быть особенно полезной, когда нельзя выполнить ЧпЭхоКГ и КТ [17].

По результатам исследования D. Kitkungvan и соавт., у пациентов, направленных на изоляцию лёгочных вен, МРТ может быть единственным полным диагностическим исследованием для оценки анатомии лёгочных вен, а также наличия тромбов в ЛП/УЛП, что позволяет сократить количество предоперационных тестов перед процедурой изоляции [18].

Преимущество лучевых методов — возможность проведения исследования в положении пациента лёжа на животе (прон-позиция). Исследования подтверждают точность КТ с контрастированием в поздней фазе в положении пациента лёжа на животе для выявления тромба у пациентов с постоянной или длительной стойкой ФП [19]. КТ-сканирование с контрастом в прон-позиции кажется теоретически разумным не только для пациентов, которые не имеют возможности лежать на спине, но и с технической точки зрения. Ведь УЛП расположено спереди по отношению к ЛП, а контрастный агент тяжелее крови, таким образом, КТ-визуализация в положении лёжа на животе может быть простым и полезным методом, позволяющим избежать ложноположительного результата в отношении тромба этих структур [20].

Применение лучевых методов диагностики в процедуре окклюзии УЛП. КТ сравнима с ЧпЭхоКГ для исключения тромба, но превосходит её в определении сложной анатомии УЛП, измерении размеров окклюдизирующего устройства, а также оценке лёгочных вен и экстракардиальных структур [21].

Проведение КТ перед процедурой окклюзии УЛП может обеспечить более точный выбор окклюдизирующего устройства по сравнению с чреспищеводным эхосигналом, что создаёт условия для более успешной имплантации устройства, более короткого общего времени процедуры. КТ также позволяет выявить незначительные доли и трабекулы, которые могут быть не видны при ЧпЭхоКГ [22–24].

Были представлены результаты проспективного исследования среди пациентов, которым в период с марта 2017 г. по октябрь 2019 г. в Медицинском центре Кливленда при университетских больницах была проведена оценка нового алгоритма расчёта необходимого размера окклюдизирующего устройства WATCHMAN

¹ CHA₂DS₂/CHA₂DS₂-VASc — шкала оценки риска инсульта и системной тромбоэмболии у пациентов с фибрилляцией предсердий. Аббревиатура образована от первых букв английских слов: С — сердечная недостаточность; Н — наличие артериальной гипертензии в анамнезе; А — возраст 75 лет и старше; D — сахарный диабет; S — наличие инсульта или транзиторной ишемической атаки в анамнезе; V — сосудистые заболевания; A — возраст 65–74 года; S — пол (женский).

на основе измерения площади отверстия УЛП с помощью КТ сердца. Измерение данного показателя с помощью КТ точно предсказало окончательный размер окклюдизирующего устройства WATCHMAN в 95,6% случаев. Это имело потенциальное преимущество в стоимости проведения операции, поскольку алгоритм позволил снизить среднее значение использованных устройств для одного пациента [25].

По мнению A. Prosper и соавт. [26], D. Toy и соавт. [27], КТ-ангиография также может быть полезным дополнением к ЧпЭхоКГ для предварительной оценки размеров УЛП и выявления анатомических препятствий или противопоказаний к развёртыванию окклюдизирующего устройства.

По результатам работ ряда авторов, КТ-ангиография также служит разумной альтернативой ЧпЭхоКГ и имеет некоторые преимущества перед ней. К ним относится предоставление дополнительной информации о глубине УЛП, что может быть особенно ценно, когда по измерениям с помощью ЧпЭхоКГ пациенты не имеют достаточной глубины для установки окклюдизирующего устройства. КТ-ангиография имеет более высокую чувствительность в оценке остаточного потока, а также отличается неинвазивностью [10, 28–30].

Данные, полученные с помощью КТ, можно использовать и для изготовления 3D-моделей УЛП. M.M. Hell и соавт. сделали вывод, что напечатанные на 3D-принтере модели УЛП, основанные на данных предпроцедурной КТ, способны помочь в выборе устройства конкретному пациенту и прогнозировании компрессии устройства в контексте окклюзии УЛП. В данном исследовании расчётный размер устройства, основанный на 3D-моделировании, соответствовал размеру окончательно имплантированного устройства у 21 (95%) из 22 пациентов. Имплантация прошла успешно у всех пациентов. ЧпЭхоКГ уменьшила бы размер устройства у 10 (45%) из 22 пациентов. Компрессия устройства, определённая в 3D-модели, точно соответствовала компрессии при имплантации [31]. Похожие данные были получены и у других авторов [32].

Для решения проблемы недооценки трёхмерной структуры УЛП и окружающей ткани при рентгеноскопии и ЧпЭхоКГ в Китае разработана вспомогательная хирургическая система при окклюзии УЛП, основанная на предоперационных КТ-изображениях сердца. Ожидается, что она обеспечит точное руководство для окклюзии УЛП, повысит вероятность успеха и безопасность операции, поможет в обучении

проведению операции, способствуя распространению процедуры окклюзии [33].

D.H. Chow и соавт. показали, что выбор размера окклюдизирующего устройства УЛП на основе предоперационной мультиспиральной КТ оказывается более точным по сравнению с традиционным на основе данных ЧпЭхоКГ [34].

По результатам метаанализа Y. Sattar и соавт., КТ по сравнению с ЧпЭхоКГ привела к увеличению размеров устья УЛП, повышению вероятности прогнозирования правильного размера устройства и сокращению времени рентгеноскопии у пациентов, перенёсших окклюзию УЛП с помощью устройства WATCHMAN. Не было никаких существенных различий в других процедурных исходах [35].

На основе результатов существующих в настоящее время опубликованных исследований группа экспертов выпустила рекомендации относительно проведения кардиальной КТ-ангиографии перед установкой чрескожного окклюдизирующего устройства УЛП, которые были дополнительно одобрены Французским обществом кардиологической и сосудистой диагностики и интервенционной визуализации [36].

Цель исследования K. Korsholm и соавт. была направлена на изучение данных КТ сердца и ЧпЭхоКГ в оценке остаточного потока при установке окклюдизирующего устройства УЛП, а также его клинической значимости. Оценка остаточного потока служит неотъемлемой частью наблюдения после окклюзии УЛП. Сравнительные исследования ЧпЭхоКГ и кардиальной КТ немногочисленны, а клиническая значимость остаточного потока неясна.

K. Korsholm и соавт. было проведено одноцентровое обсервационное исследование пациентов, перенёсших окклюзию УЛП с помощью устройств Amplatzer. В анализ были включены 346 пациентов с 8-недельной КТ и ЧпЭхоКГ. Остаточный поток присутствовал у 110 (32%) пациентов по данным ЧпЭхоКГ, у 29 (8%) его диаметр составлял более 3 мм. По данным КТ сердца 210 (61%) пациентов имели остаточный поток вокруг устройства. Остаточный поток 3-й степени присутствовал у 63 (18%) пациентов. Анализ данных показал разногласия между данными КТ и ЧпЭхоКГ в определении диаметра остаточного потока. Частота его наличия значительно выше по данным КТ по сравнению с ЧпЭхоКГ, что свидетельствует о более высокой информативности КТ в данном вопросе [37]. КТ сердца превосходит ЧпЭхоКГ по оценке остаточного потока, а также диагностике других осложнений процедуры окклюзии УЛП, таких как неполное закрытие устья,

негерметичность окклюзии, тромбоз устройства и его смещение [21].

По данным M.Z. Zhao и соавт., КТ-ангиографию можно использовать для оценки эндотелизации окклюдизирующего устройства [38].

Доступных исследований за последние 5–10 лет, оценивающих роль МРТ сердца в закрытии придатка УЛП, практически нет. По мнению M. Guglielmo и соавт., это, вероятно, является следствием более высокого пространственного разрешения, скорости сканирования и широкой доступности КТ. Тем не менее, авторы считают, что МРТ сердца может предоставить подробную оценку УЛП [39].

Важный пункт во многих вмешательствах на сердце, в том числе в окклюзии УЛП и абляции при ФП, — доступ к эпикардiallyму пространству. Безопасный доступ — серьёзная задача, требующая глубокого знания анатомии сердца, подготовки и опыта оператора. В литературе встречаются сведения о том, что эпикардiallyный доступ под контролем МРТ может быть полезным и позволяет ограничить преднамеренное повреждение тканей. Что ещё более важно, МРТ обеспечивает непрерывную визуализацию иглы и мишени на протяжении всей процедуры [40].

Применение лучевых методов диагностики для визуализации тромбоза имплантированного устройства. КТ служит более удобным методом оценки послеоперационных осложнений окклюзии УЛП, таких как неполное закрытие, остаточный поток, тромб, связанный с устройством, и смещение устройства [21]. По результатам исследования K. Korsholm и соавт. с участием 301 пациента, КТ сердца так же хороша, как и ЧпЭхоКГ (служащая эталоном в данной ситуации) для выявления тромбоза, связанного с устройством [21, 41].

Применение лучевых методов диагностики в процедуре абляции. Измерение диаметра лёгочных вен может иметь большое значение при планировании процедуры криоабляции. Лучше всего его выполнять с помощью методов трёхмерной визуализации, таких как КТ или МРТ сердца. При проведении процедуры абляции применяют различные методы визуализации для различных этапов операции с целью повышения эффективности и безопасности процедуры, в том числе снижения радиационного воздействия. К примеру, ЧпЭхоКГ используют для исключения тромба УЛП перед операцией, внутрисердечная эхокардиография повышает безопасность транссептальной пункции и контакта с тканью катетера во время операции, МРТ и КТ помогают интегри-

ровать анатомию камеры и лёгочной вены в процедурную электроанатомическую карту, и только КТ можно использовать для исключения атриоэзофагеальной фистулы после абляции, если появились соответствующие симптомы [7].

По результатам исследования A.S. Vaishnav и соавт., система оценки анатомии ЛП и лёгочных вен с помощью КТ полезна для выявления «неблагоприятной» анатомии, потенциально способной привести к трудностям процедуры и плохим результатам криоабляции [42]. Однако результаты другого исследования демонстрируют, что предоперационная КТ не повышает безопасность и эффективность абляции устьев лёгочных вен, значительно увеличивая кумулятивное радиологическое облучение. В исследовании 493 пациентам с ФП была проведена предоперационная КТ перед абляцией ФП. Не выявлено различий в средней продолжительности процедуры и времени рентгеноскопии между группами. Совокупная доза облучения оказалась значительно выше в группе КТ по сравнению с группой без неё. Через 1 год отсутствие ФП/предсердной тахикардии было сопоставимо между группами [43].

КТ используют также при абляции методом инфузии этанола в вену Маршала [44].

У пациентов с персистирующей ФП, направленных на процедуры абляции, КТ сердца, включающая ангиографическую фазу, может помочь снизить потребность в ЧпЭхоКГ [9].

Достижения в области МРТ сердца и получения изображений сделали её отличным инструментом для оценки предсердной миопатии. Ремоделирование ЛП бывает основой развития ФП и её прогрессирования. МРТ может обнаруживать фазовые объёмы предсердий, функцию предсердий и их фиброз с использованием изображений с контрастным усилением или без него. Эти возможности делают МРТ универсальным и необычным инструментом в лечении пациентов с ФП, включая стратификацию риска, прогнозирование и планирование абляции, а также оценку риска инсульта [45].

МРТ сердца с поздним усилением гадолиния позволяет оценить фиброзные изменения предсердий. В литературе описаны работы, где это было использовано для оценки связи МРТ-картины с хроническим течением ФП [46], а также для количественной оценки фиброза ЛП после абляции ФП и оценки риска рецидива аритмии [47].

Подобные данные были получены и в результате метаанализа 24 публикаций, в кото-

рых сообщают об использовании МРТ сердца при катетерной абляции устьев лёгочных вен. По результатам исследований прогностической ценности МРТ сердца до абляции, фиброз ЛП, количественно определяемый по данным МРТ, связан с риском рецидива ФП после абляции [48].

Применение лучевых методов в диагностике ишемической болезни сердца (ИБС) у пациентов с ФП. Отдельно в литературе подчёркивают возможности КТ для оценки коронарной кальцификации и диагностики ИБС у пациентов с ФП, что в дальнейшем влияло на тактику ведения пациентов и прогноз. Среди 3604 пациентов с ФП в исследовании Т.К.М. Wang и соавт. у 2238 (62,1%) была обнаружена кальцификация коронарных артерий при КТ. Она была независимо связана со всеми предварительно определёнными конечными точками. С поправкой на показатель CHA2DS2-VASc, коронарная кальцификация была связана с инсультом и смертью от сердечно-сосудистых событий. После включения коронарной кальцификации в качестве параметра сосудистого заболевания в шкалу CHA2DS2-VASc решение об антикоагулянтной терапии было пересмотрено у 20,1% пациентов, в том числе дополнительных 13,5% пациентов, которым антикоагулянтная терапия показана [49].

В 5-летнем ретроспективном анализе 566 пациентов с пароксизмальной или впервые диагностированной ФП, которые перенесли КТ-ангиографию, были включены для исследования наличия ИБС. По результатам исследования у пациентов с пароксизмальной или впервые диагностированной ФП КТ-ангиография выявила ИБС (стеноз коронарной артерии $\geq 50\%$) в 39,2% случаев. Авторы рекомендуют интегрировать оценку кальцификации при КТ и КТ-ангиографии в диагностическое обследование пациентов с впервые возникшей или пароксизмальной ФП [50].

Исследование F.M.A. Nous и соавт. включало 94 пациента с ФП без установленной ИБС или подозрения на неё. Авторы ретроспективно оценили показатель кальцификации коронарных артерий, распространённость обструктивной ИБС с помощью КТ-ангиографии, сравнили клиническое ведение и 5-летний исход у пациентов с обструктивной ИБС и без неё, а также изучили потенциальное влияние коронарной кальцификации и обструктивной ИБС как проявление сосудистого заболевания по шкале CHA2DS2-VASc. Авторы наблюдали высокую распространённость обструктивной ИБС по данным КТ-ангиографии у пациентов с ФП без установленной ИБС или подозрения

на неё. Пациенты с ФП и обструктивной ИБС получали другое лечение и имели худший прогноз, чем пациенты без обструктивной ИБС. КТ сердца может улучшить стратификацию сердечно-сосудистого риска у пациентов с ФП [51].

Необходимо упомянуть и о недостатках представленных методов исследования у пациентов с ФП. Несмотря на высокую эффективность, КТ сердца подвергает пациентов повышенным дозам облучения и потенциальному риску развития контраст-индуцированной нефропатии. МРТ, с другой стороны, позволяет проводить неинвазивную оценку морфологии и функции сердца без этих нежелательных эффектов [7].

Заключение. На сегодняшний день ведение пациентов с фибрилляцией предсердий требует применения различных методов инструментальной диагностики, в первую очередь для выявления тромбов в полостях сердца. Чреспищеводная эхокардиография служит «золотым стандартом», однако имеет свои недостатки, основной из которых — инвазивность. Компьютерная томография и магнитно-резонансная томография сердца показали высокую эффективность в обнаружении тромбов левого предсердия и его ушка, будучи неинвазивными методами. Они превосходят чреспищеводную эхокардиографию в определении сложной анатомии ушка левого предсердия, измерении размеров окклюзирующего устройства и некоторых анатомических структур, а также имеют дополнительные возможности в диагностике у пациентов с фибрилляцией предсердий.

Участие авторов. Г.С.Г. — руководство работой; К.Р.И. и Ш.Ш.Г. — обзор литературы, анализ результатов.

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов по представленной статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, Arbelo E, Bax JJ, Blomström-Lundqvist C, Boriani G, Castella M, Dan GA, Dilaveris PE, Fauchier L, Filippatos G, Kalman JM, La Meir M, Lane DA, Lebeau JP, Lettino M, Lip GYH, Pinto FJ, Thomas GN, Valgimigli M, Van Gelder IC, Van Putte BP, Watkins CL; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European

- Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2021;42(5):373–498. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa612.
2. Lubitz SA, Yin X, McManus DD, Weng L-C, Aparicio HJ, Walkey AJ, Romero JR, Kase CS, Ellinor PT, Wolf PA, Seshadri S, Benjamin EJ. Stroke as the initial manifestation of atrial fibrillation: the Framingham Heart Study. *Stroke*. 2017;48(02):490–492. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.015071.
 3. Safavi-Naeini P, Rasekh A. Thromboembolism in atrial fibrillation: Role of the left atrial appendage. *Card Electrophysiol Clin*. 2020;12(1):13–20. DOI: 10.1016/j.ccep.2019.11.003.
 4. Simon J, Smit JM, Mahdiui ME, Száraz L, van Rosendaal AR, Zsarnóczy E, Nagy AI, Kolossvary M, Szilveszter B, Gellér L, van der Geest RJ, Bax JJ, Maurovich-Horvat P, Merkely B. Left atrial appendage morphology and function show an association with stroke and transient ischemic attack in patients with atrial fibrillation. *Research Square [Preprint]*. 2021. DOI: 10.21203/rs.3.rs-1006558/v1.
 5. Yingchoncharoen T, Jha S, Burchill LJ, Klein AL. Transesophageal echocardiography in atrial fibrillation. *Card Electrophysiol Clin*. 2014;6(1):43–59. DOI: 10.1016/j.ccep.2013.11.006.
 6. Kirkpatrick JN, Mitchell C, Taub C, Kort S, Hung J, Swaminathan M. ASE statement on protection of patients and echocardiography service providers during the 2019 novel coronavirus outbreak: Endorsed by the American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*. 2020;75(24):3078–3084. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.04.002.
 7. Obeng-Gyimah E, Nazarian S. Advancements in imaging for atrial fibrillation ablation: Is there a potential to improve procedural outcomes? *J Innov Card Rhythm Manag*. 2020;11(7):4172–4178. DOI: 10.19102/icrm.2020.110701.
 8. Romero J, Husain SA, Kelesidis I, Sanz J, Medina HM, Garcia MJ. Detection of left atrial appendage thrombus by cardiac computed tomography in patients with atrial fibrillation: A meta-analysis. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2013;6(2):185–194. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.112.000153.
 9. Spagnolo P, Giglio M, Di Marco D, Cannao PM, Agricola E, Della Bella PE, Monti CB, Sardanelli F. Diagnosis of left atrial appendage thrombus in patients with atrial fibrillation: Delayed contrast-enhanced cardiac CT. *Eur Radiol*. 2021;31(3):1236–1244. DOI: 10.1007/s00330-020-07172-2.
 10. Pathan F, Hecht H, Narula J, Marwick TH. Roles of transesophageal echocardiography and cardiac computed tomography for evaluation of left atrial thrombus and associated pathology: A review and critical analysis. *JACC Cardiovasc Imaging* 2018;11:616–627. DOI: 10.1016/j.jcmg.2017.12.019.
 11. Suh YJ, Han K, Park SJ, Shim CY, Hong GR, Lee S, Lee SH, Kim YJ, Choi BW. Differentiation of left atrial appendage thrombus from circulatory stasis using cardiac CT radiomics in patients with valvular heart disease. *Eur Radiol*. 2021;31(2):1130–1139. DOI: 10.1007/s00330-020-07173-1.
 12. Guha A, Dunleavy MP, Hayes S, Afzal MR, Daoud EG, Raman SV, Harfi TT. Accuracy of contrast-enhanced computed tomography for thrombus detection prior to atrial fibrillation ablation and role of novel Left Atrial Appendage Enhancement Index in appendage flow assessment. *Int J Cardiol*. 2020;318:147–152. DOI: 10.1016/j.ijcard.2020.06.035.
 13. Ouchi K, Sakuma T, Higuchi T, Yoshida J, Narui R, Nojiri A, Yamane T, Ojiri H. Computed tomography findings associated with the reduction in left atrial appendage flow velocity in patients with atrial fibrillation. *Heart Vessels*. 2022;37(8):1436–1445. DOI: 10.1007/s00380-022-02041-y.
 14. Zhai Z, Tang M, Zhang S, Fang P, Jia Y, Feng T, Wang J. Transoesophageal echocardiography prior to catheter ablation could be avoided in atrial fibrillation patients with a low risk of stroke and without filling defects in the late-phase MDCT scan: A retrospective analysis of 783 patients. *Eur Radiol*. 2018;28(5):1835–1843. DOI: 10.1007/s00330-017-5172-6.
 15. Chen J, Zhang H, Zhu D, Wang Y, Byanju S, Liao M. Cardiac MRI for detecting left atrial/left atrial appendage thrombus in patients with atrial fibrillation: meta-analysis and systematic review. *Herz*. 2019;44(5):390–397. DOI: 10.1007/s00059-017-4676-9.
 16. Rathi VK, Reddy ST, Anreddy S, Belden W, Yamrozik JA, Williams RB, Doyle M, Thompson DV, Biederman RW. Contrast-enhanced CMR is equally effective as TEE in the evaluation of left atrial appendage thrombus in patients with atrial fibrillation undergoing pulmonary vein isolation procedure. *Heart Rhythm*. 2013;10(7):1021–1027. DOI: 10.1016/j.hrthm.2013.02.029.
 17. Vira T, Pechlivanoglou P, Connelly K, Wijeyesundera HC, Roifman I. Cardiac computed tomography and magnetic resonance imaging vs. transoesophageal echocardiography for diagnosing left atrial appendage thrombi. *Europace*. 2019;21(1):e1–e10. DOI: 10.1093/europace/euy142.
 18. Kitkungvan D, Nabi F, Ghosn MG, Dave AS, Quiñones M, Zoghbi WA, Valderrabano M, Shah DJ. Detection of LA and LAA thrombus by CMR in patients referred for pulmonary vein isolation. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2016;9(7):809–818. DOI: 10.1016/j.jcmg.2015.11.029.
 19. Nakamura R, Oda A, Tachibana S, Sudo K, Shigeta T, Sagawa Y, Kurabayashi M, Goya M, Okishige K, Sasano T, Yamauchi Y. Prone-position computed tomography in the late phase for detecting intracardiac thrombi in the left atrial appendage before catheter ablation for atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2021;32(7):1803–1811. DOI: 10.1111/jce.15062.
 20. Hasegawa K, Miyazaki S, Ishida T, Tada H. Computed tomography in the prone position is a simple and useful technique to detect left atrial thrombi in persistent atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2018;29(4):632–633. DOI: 10.1111/jce.13411.
 21. Rajiah P, Alkhouli M, Thaden J, Foley T, Williamson E, Ranganath P. Pre- and postprocedural CT of transcatheter left atrial appendage closure devices. *Radiographics*. 2021;41(3):680–698. DOI: 10.1148/rg.2021200136.
 22. Peters A, Motiwala A, O'Neill B, Patil P. Novel use of fused cardiac computed tomography and transesophageal echocardiography for left atrial appendage closure. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2021;97(5):E719–E723. DOI: 10.1002/ccd.28840.
 23. So CY, Kang G, Villablanca PA, Ignatius A, Asghar S, Dhillon D, Lee JC, Khan A, Singh G, Frisoli TM, O'Neill BP, Eng MH, Song T, Pantelic M, O'Neill WW, Wang DD. Additive value of preprocedural computed tomography planning versus stand-alone transesophageal echocardiogram guidance to left atrial appendage occlusion: Comparison of real-world practice. *J Am Heart Assoc*. 2021;10(17):e020615. DOI: 10.1161/JAHA.120.020615.
 24. Chen T, Liu G, Mu Y, Xu WH, Guo YT, Guo J, Chen YD. Application of cardiac computed tomographic imaging and fluoroscopy fusion for guiding left atrial appendage occlusion. *Int J Cardiol*. 2021;331:289–295. DOI: 10.1016/j.ijcard.2021.01.035.
 25. Nadeem F, Igwe C, Stoycos S, Jaswaney R, Tsushima T, Al-Kindi S, Bansal E, Fares A, Dallan L, Pa-

tel S, Rajagopalan S, Arruda M, Filby S, Bezerra H. A new WATCHMAN sizing algorithm utilizing cardiac CTA. *Cardiovasc Revasc Med*. 2021;33:13–19. DOI: 10.1016/j.carrev.2021.01.009.

26. Prosper A, Shinbane J, Maliglig A, Saremi F, Wilcox A, Lee C. Left atrial appendage mechanical exclusion: Procedural planning using cardiovascular computed tomographic angiography. *J Thorac Imaging*. 2020;35(4):W107–W118. DOI: 10.1097/RTI.0000000000000504.

27. Toy D, Naeger DM. Pre and post procedure imaging of the Watchman® device with cardiac computed tomography angiography. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*. 2019;21(10):61. DOI: 10.1007/s11936-019-0767-7.

28. Glassy MS, Sharma G, Singh GD, Smith TWR, Fan D, Rogers JH. Usable implantation depth for watchman left atrial appendage occlusion is greater with appendage angiography than transesophageal echocardiography. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2019;93(5):E311–E317. DOI: 10.1002/ccd.27916.

29. Qamar SR, Jalal S, Nicolaou S, Tsang M, Gilhofer T, Saw J. Comparison of cardiac computed tomography angiography and transoesophageal echocardiography for device surveillance after left atrial appendage closure. *EuroIntervention*. 2019;15(8):663–670. DOI: 10.4244/EIJ-D-18-01107.

30. Asami M; OCEAN-SHD Investigators. Computed tomography measurement for left atrial appendage closure. *Cardiovasc Interv Ther*. 2022;37(3):440–449. DOI: 10.1007/s12928-022-00852-4.

31. Hell MM, Achenbach S, Yoo IS, Franke J, Blachutzik F, Roether J, Graf V, Raaz-Schrauder D, Marwan M, Schlundt C. 3D printing for sizing left atrial appendage closure device: Head-to-head comparison with computed tomography and transoesophageal echocardiography. *EuroIntervention*. 2017;13(10):1234–1241. DOI: 10.4244/EIJ-D-17-00359.

32. Obasare E, Mainigi SK, Morris DL, Slipczuk L, Goykhman I, Friend E, Ziccardi MR, Pressman GS. CT based 3D printing is superior to transesophageal echocardiography for pre-procedure planning in left atrial appendage device closure. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2018;34(5):821–831. DOI: 10.1007/s10554-017-1289-6.

33. Cong B, Wang Q, Mo B, Niu J. CT image-based surgery assist system for left atrial appendage occlusion. *Zhongguo Yi Liao Qi Xie Za Zhi*. 2021;45(4):355–360. (In Chinese.) DOI: 10.3969/j.issn.1671-7104.2021.04.001.

34. Chow DH, Bieliauskas G, Sawaya FJ, Millan-Iturbide O, Kofoed KF, Søndergaard L, De Backer O. A comparative study of different imaging modalities for successful percutaneous left atrial appendage closure. *Open Heart*. 2017;4(2):e000627. DOI: 10.1136/openhrt-2017-000627.

35. Sattar Y, Kompella R, Ahmad B, Aamir M, Suleiman AM, Zghouzi M, Ullah W, Zafrullah F, Elgendy IY, Balla S, Kawsara A, Alraies MC. Comparison of left atrial appendage parameters using computed tomography vs. transesophageal echocardiography for watchman device implantation: A systematic review & meta-analysis. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2022;20(2):151–160. DOI: 10.1080/14779072.2022.2043745.

36. Tacher V, Sifaoui I, Kharrat R, Dacher JN, Chevance V, Gallet R, Teiger E, Kobeiter H, Le Pennec V, Jacquier A, Mandry D, Macron L, Derbel H, Deux JF. The use of cardiac computed tomography angiography in the assessment of percutaneous left atrial appendage closure — Review and experts recommendations endorsed by the Société française d'imagerie cardiaque et vasculaire diagnostique et interventionnelle. *Diagn Interv Imaging*. 2021;102(10):586–592. DOI: 10.1016/j.diii.2021.05.010.

37. Korsholm K, Jensen JM, Nørgaard BL, Samaras A, Saw J, Berti S, Tzikas A, Nielsen-Kudsk JE. Peridevice leak following Amplatzer left atrial appendage occlusion: Cardiac computed tomography classification and clinical outcomes. *JACC Cardiovasc Interv*. 2021;14(1):83–93. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.10.034.

38. Zhao MZ, Chi RM, Yu Y, Wang QS, Sun J, Li W, Zhang PP, Liu B, Feng XF, Zhao Y, Mo BF, Chen M, Zhang R, Gong CQ, Yu YC, Li YG. Value of detecting peri-device leak and incomplete endothelialization by cardiac CT angiography in atrial fibrillation patients post Watchman LAAC combined with radiofrequency ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2021;32(10):2655–2664. DOI: 10.1111/jce.15222.

39. Guglielmo M, Baggiano A, Muscogiuri G, Fusini L, Andreini D, Mushtaq S, Conte E, Annoni A, Formenti A, Mancini EM, Gripari P, Guaricci AI, Rabbat MG, Pepi M, Pontone G. Multimodality imaging of left atrium in patients with atrial fibrillation. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2019;13(6):340–346. DOI: 10.1016/j.jcct.2019.03.005.

40. Romero J, Shivkumar K, Di Biase L, Avendano R, Anderson RD, Natale A, Kumar S. Mastering the art of epicardial access in cardiac electrophysiology. *Heart Rhythm*. 2019;16(11):1738–1749. DOI: 10.1016/j.hrthm.2019.04.038.

41. Korsholm K, Jensen JM, Nørgaard BL, Nielsen-Kudsk JE. Detection of device-related thrombosis following left atrial appendage occlusion: A comparison between cardiac computed tomography and transesophageal echocardiography. *Circ Cardiovasc Interv*. 2019;12(9):e008112. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.119.008112.

42. Vaishnav AS, Alderwish E, Coleman KM, Saleh M, Makker P, Bhasin K, Bernstein NE, Skipitaris NT, Mountantonakis SE. Anatomic predictors of recurrence after cryoablation for atrial fibrillation: A computed tomography based composite score. *J Interv Card Electrophysiol*. 2021;61(2):293–302. DOI: 10.1007/s10840-020-00799-7.

43. Di Cori A, Zucchelli G, Faggioni L, Segreti L, De Lucia R, Barletta V, Viani S, Paperini L, Parollo M, Soldati E, Caramella D, Bongiorno MG. Role of pre-procedural CT imaging on catheter ablation in patients with atrial fibrillation: procedural outcomes and radiological exposure. *J Interv Card Electrophysiol*. 2021;60(3):477–484. DOI: 10.1007/s10840-020-00764-4.

44. Takagi T, Derval N, Pambrun T, Nakatani Y, André C, Ramirez FD, Nakashima T, Krisai P, Kamakura T, Pineau X, Tixier R, Chauvel R, Cheniti G, Duchateau J, Sacher F, Hocini M, Haïssaguerre M, Jaïs P, Cochet H. Optimized computed tomography acquisition protocol for ethanol infusion into the vein of Marshall. *JACC Clin Electrophysiol*. 2022;8(2):168–178. DOI: 10.1016/j.jacep.2021.09.020.

45. Habibi M, Chrispin J, Spragg DD, Zimmerman SL, Tandri H, Nazarian S, Halperin H, Trayanova N, Calkins H. Utility of cardiac MRI in atrial fibrillation management. *Card Electrophysiol Clin*. 2020;12(2):131–139. DOI: 10.1016/j.ccep.2020.02.006.

46. Lee DK, Shim J, Choi JI, Kim YH, Oh YW, Hwang SH. Left atrial fibrosis assessed with cardiac MRI in patients with paroxysmal and those with persistent atrial fibrillation. *Radiology*. 2019;292(3):575–582. DOI: 10.1148/radiol.2019182629.

47. Kheirkhahan M, Baher A, Goldoos M, Kholmovski EG, Morris AK, Csecs I, Chelu MG, Wilson BD, Marrouche NF. Left atrial fibrosis progression detected by LGE-MRI after ablation of atrial fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2020;43(4):402–411. DOI: 10.1111/pace.13866.

48. Ghafouri K, Franke KB, Foo FS, Stiles MK. Clinical utility of cardiac magnetic resonance imaging to assess the left atrium before catheter ablation for atrial fibrillation — A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol.* 2021;339:192–202. DOI: 10.1016/j.ijcard.2021.07.030.

49. Wang TKM, Chan N, Cremer PC, Kanj M, Baranowski B, Saliba W, Wazni OM, Jaber WA. Incorporating coronary calcification by computed tomography into CHA2DS2-VASc score: Impact on cardiovascular outcomes in patients with atrial fibrillation. *Europace.* 2021;23(8):1211–1218. DOI: 10.1093/europace/euab032.

50. Rottländer D, Saal M, Degen H, Gödde M, Horlitz M, Haude M. Diagnostic role of coronary CT angiography in paroxysmal or first diagnosed atrial fibrillation. *Open Heart.* 2021;8(1):e001638. DOI: 10.1136/openhrt-2021-001638.

51. Nous FMA, Budde RPJ, van Dijkman ED, Musters PJ, Nieman K, Galema TW. Prognostic value of subclinical coronary artery disease in atrial fibrillation patients identified by coronary computed tomography angiography. *Am J Cardiol.* 2020;126:16–22. DOI: 10.1016/j.amjcard.2020.03.050.

Сведения об авторах

Галаяутдинов Геншат Саляхутдинович, докт. мед. наук, проф., каф. госпитальной терапии, зам. декана лечебного факультета, ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, г. Казань, Россия; galgen077@mail.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7403-0200>

Ибрагимова Карина Рафатовна, врач-клинический фармаколог, ГАУЗ «Альметьевская межрайонная многопрофильная больница», г. Альметьевск, Россия; skmalina@mail.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5300-0635>

Галеева Шамиля Шамилевна, ординатор, каф. госпитальной терапии, ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, г. Казань, Россия; g.s.0101@yandex.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8654-1112>

Author details

Genshat S. Galyautdinov, M.D., D. Sci. (Med.), Prof., Depart. of Hospital Therapy, Deputy Dean of the Faculty of Medicine, Kazan State Medical University, Kazan, Russia; galgen077@mail.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7403-0200>

Karina R. Ibragimova, Clinical pharmacologist, Interdistrict multidisciplinary hospital of Almet'yevsk, Almet'yevsk, Russia; skmalina@mail.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5300-0635>

Shamilya Sh. Galeeva, Resident, Depart. of Hospital Therapy, Deputy Dean of the Faculty of Medicine, Kazan State Medical University, Kazan, Russia; g.s.0101@yandex.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8654-1112>