

«УТВЕРЖДАЮ»  
Генеральный директор  
Федерального государственного  
бюджетного научного учреждения  
«Национальный медицинский  
исследовательский центр хирургии  
имени А.В. Вишневского»  
Министерства здравоохранения  
Российской Федерации  
академик РАН, профессор, д.м.н.  
Ревишвили А.Ш.  
«31» октября 2025 г.



### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации о научно-практической значимости диссертации Попова Евгения Викторовича на тему «Радиомический анализ эпикардальной жировой ткани у пациентов с ишемической болезнью сердца» представленную на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 3.1.25. Лучевая диагностика**

**Актуальность темы и связь ее с планами развития медицинской науки и здравоохранения**

Диссертационная работа Попова Евгения Викторовича посвящена актуальной проблеме современной лучевой диагностики и кардиологии — повышению точности прогнозирования неблагоприятных сердечно-сосудистых событий у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) и фибрилляцией предсердий (ФП).

ИБС и ФП являются одними из основных причин смертности и инвалидизации населения в Российской Федерации и во всем мире. Несмотря

на наличие современных методов диагностики, таких как МСКТ-коронароангиография, существующие подходы к стратификации риска (клинические шкалы, оценка кальциноза) не всегда позволяют достоверно оценить индивидуальный прогноз пациента. Это диктует необходимость поиска новых, более точных и неинвазивных биомаркеров.

В связи с этим актуальным остается поиск новых диагностических критериев, характеризующих различные патофизиологические звенья развития и прогрессирования ССЗ и имеющих потенциальную значимость для персонификации тактики ведения пациента.

Прогресс в персонификации лечения пациентов с кардиологической патологией на современном этапе связан, преимущественно, с достижениями в области медицинской визуализации, генетического профилирования, фармацевтики и разработки новых имплантируемых кардиостимулирующих устройств. Однако выбор терапевтической тактики основывается, по-прежнему, на результатах клинических исследований, использующих статистический анализ данных, полученных в больших группах больных со сходной нозологией. В то же время, повышение количества диагностических данных обозначило высокую индивидуальную изменчивость патофизиологии сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), неоднородность отдельных нозологических групп и необходимость стратификации пациентов на более мелкие подгруппы. С целью обработки возрастающего объема данных все чаще используются вычислительно-аналитические подходы, такие как искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО). В то же время, клиническая ценность систем на основе ИИ и МО во многом зависит от количества и качества данных.

Незаменимыми в этом плане являются методы лучевой диагностики, которые, имеют высокую доказанную клиническую значимость у больных с патологией сердечно-сосудистой системы, в то же время хорошо воспроизводимы и доступны в медицинских организациях. Для повышения информативности анализа медицинских изображений на сегодняшний день

применяются новые технологии извлечения и обработки данных, одной из которых является радиомика. Радиомика применима к DICOM изображениям, получаемым лучевыми методами исследования, и дает возможность оценить гетерогенность ткани. В практической медицине радиомика уже нашла широкое применение в онкологии, где используется в качестве скринингового метода для фенотипирования различных видов рака, для прогноза выживаемости больных со злокачественными новообразованиями, выбора специфической терапии, оценки ответа на системную или таргетную терапию. В то же время, клиническая значимость применения радиомического анализа медицинских изображений у больных кардиологического профиля изучена недостаточно. Основные работы, выполненные на сегодняшний день в данном направлении, связаны с текстурным анализом магнитно-резонансных изображений для дифференциальной диагностики кардиомиопатий, а также поиском радиомических признаков нестабильности атеросклеротических бляшек в коронарных артериях на компьютерно-томографических коронароангиограммах.

В последние годы активно изучается роль эпикардальной жировой ткани (ЭЖТ) как сложного эндокринного органа, вовлеченного в патогенез ИБС и ФП. Однако результаты оценки ее стандартных морфометрических показателей (объем, толщина) в качестве прогностических маркеров остаются неоднозначными. Радиомика — новая технология высокопроизводительного анализа изображений — открывает возможность количественной оценки текстуры ткани, отражающей ее микроструктурные и патофизиологические особенности, недоступные визуальной оценке. Применение радиомики в кардиологии, особенно для анализа бесконтрастных КТ-изображений ЭЖТ, находится на начальном этапе и обладает потенциалом для прогнозирования неблагоприятных сердечно-сосудистых событий. Это обусловлено тем, что ЭЖТ представляет собой жировое депо, расположенное в непосредственной близости к миокарду, и

обладающее выраженной эндокринной активностью. ЭЖТ синтезирует широкий спектр биологически активных веществ, которые оказывают влияние на коронарные артерии и электрическую активность предсердий, инициируют и поддерживают процесс воспаления, ремоделирование миокарда и прогрессирования атеросклероза. Рентгенологические характеристики ЭЖТ, отражающие ее структурные особенности, коррелируют с риском возникновения фибрилляции предсердий (ФП), тяжестью течения аритмии, выраженностью атеросклеротического стенозирования коронарных артерий. Наряду с этим, радиомический анализ бесконтрастных КТ изображений дает возможность значительно расширить количество показателей, характеризующих структурно-функциональное состояние ЭЖТ и потенциально повысить диагностическую и прогностическую эффективность рентгенологического обследования сердца у больных с сердечно-сосудистой патологией. В первую очередь это актуально для прогноза сосудистых катастроф у больных со стабильной ишемической болезнью сердца (ИБС), а также для прогноза эффективности радиочастотной аблации ФП и отбора больных на данный вид интервенционного вмешательства. Однако, на сегодняшний день, количество таких исследований незначительно, возможности клинического применения радиомического анализа бесконтрастных КТ изображений сердца у пациентов с ИБС, а также у больных с ФП на сегодняшний день исследованы недостаточно и необходимо расширение доказательной базы. Между тем, определение диагностической и прогностической ценности радиомического подхода у данных категорий больных является важной задачей лучевой диагностики, решение которой позволит выявить новые рентгенологические критерии атеросклеротического поражения коронарных артерий, предикторы неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, а также улучшить отбор пациентов на радиочастотную аблацию ФП.

В связи с этим, актуальность настоящей работы не вызывает сомнений. Цель исследования следует из актуальности и сформулирована следующим

образом: исследовать прогностическую ценность радиомических (текстурных) показателей ЭЖТ на бесконтрастных компьютерных томограммах сердца у пациентов со стабильной ИБС, а также у пациентов с фибрилляцией предсердий, в том числе подвергшихся радиочастотной абляции. Тема исследования соответствует планам развития отечественной медицинской науки и здравоохранения на долгосрочный период.

### **Научная новизна исследования и полученных результатов диссертации**

Результаты, полученные Е.В. Поповым в ходе выполнения научного исследования, а также сформулированные положения, выносимые на защиту, выводы и практические рекомендации обладают высокой степенью научной новизны и имеют очевидную практическую и теоретическую значимость.

В первую очередь, научная новизна исследования определяется тем, что автором впервые были изучены возможности радиомического анализа бесконтрастных КТ изображений сердца у пациентов со стабильной ИБС и фибрилляцией предсердий.

В частности, в работе впервые было установлено, что у пациентов со стабильной ИБС, не имеющих показаний для реваскуляризации миокарда, радиомические характеристики бесконтрастных КТ-изображениях ЭЖТ ассоциированы с частотой развития ОИМ в течение 5 лет.

Впервые показано, что радиомический фенотип ЭЖТ у пациентов с ФП зависит от наличия сопутствующего коронарного атеросклероза, при этом возможность прогнозировать эффективность радиочастотной абляции ФПс помощью радиомического анализа ЭЖТ возникает лишь у пациентов без атеросклеротического поражения КА.

Соискателем ученой степени впервые выявлена отрицательная корреляционная взаимосвязь между текстурными характеристиками ЭЖТ, включая ее рентгенологическую плотность, и концентрацией метанефрина крови больных с ФП, что подтверждает гипотезу о влиянии ЭЖТ на ганглионарные сплетения, залегающие в ней, и на локальный синтез катехоламинов.

Полученные в работе данные существенно расширяют имеющиеся знания лучевой диагностики, касающиеся радиомического анализа бесконтрастных КТ изображений сердца, а также рентгенологических характеристик ЭЖТ.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений диссертации** подтверждается репрезентативным объемом исследования (157 пациентов), применением современных методов лучевой диагностики (64-срезовая МСКТ) и обработки данных.

Дизайн исследования (когортное, ретро- и проспективное) адекватен поставленным задачам. Использование стандартизированного программного обеспечения (3D-Slicer) в сочетании с адекватно выбранными методами статистической обработки данных позволили объективно сформулировать выводы и практические рекомендации. Научные положения, выносимые на защиту, и выводы диссертации полностью соответствуют поставленной цели и задачам, адекватно отражают содержание работы, аргументированы, убедительны и логично следуют из представленных данных.

**Значимость работы для науки и практики** обусловлена тем, что полученные в ходе исследования данные расширяют теоретические представления о роли ЭЖТ в патогенезе ИБС и ФП и демонстрируют высокий потенциал радиомики, как нового метода неинвазивной оценки ткани. Результаты имеют высокую научную и практическую значимость.

Впервые продемонстрирована возможность использования радиомических маркеров бесконтрастных КТ для долгосрочного (5-летнего) прогнозирования ОИМ у пациентов со стабильной ИБС, что может быть использовано для выделения группы высокого риска, требующей более агрессивной терапии.

Разработанный способ прогнозирования риска рецидива ФП после РЧА (защищенный патентом) у пациентов без коронарного атеросклероза позволяет персонализировать подход к отбору пациентов на

интервенционное лечение и планированию тактики их ведения. Полученные данные подтверждают практическую значимость работы.

Все изложенные в диссертационной работе Попова Е.В. результаты имеют важное теоретическое значение и перспективы практического использования. Основные положения и результаты диссертационной работы внедрены в образовательный процесс НИИ кардиологии Томского НИМЦ и используются в клинической работе отдела лучевой диагностики.

### **Общая характеристика диссертации**

Диссертационная работа изложена в классическом стиле на 117 страницах машинописного текста, иллюстрирована 22 таблицами, 13 рисунками; состоит из введения, обзора литературы, главы, посвященной материалам и методам исследования; главы собственных результатов и их обсуждения, заключения, выводов и практических рекомендаций. Библиографический указатель содержит 122 источника, из них 20 отечественных и 102 зарубежных.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, определены цель, основные задачи исследования, научная новизна, практическая и теоретическая значимость работы, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В обзоре литературы использовано достаточное число современных источников, демонстрирующее глубокое знание автором состояния проблемы на стыке кардиологии, лучевой диагностики и цифровых технологий (радиомики). Автором проведен детальный анализ публикаций, касающихся оценки характеристик эпикардальной жировой ткани современными методами лучевой диагностики.

Глава «Материалы и методы» подробно описывает дизайн, критерии включения/исключения, характеристику пациентов, протоколы МСКТ и, что особенно важно, детально описывает методологию радиомического анализа и статистической обработки.

В третьей главе «Результаты собственных исследований и их

обсуждение» представлены основные результаты диссертационной работы. В частности, продемонстрированы данные анализа межоператорской воспроизводимости радиомических характеристик компьютерно-томографических изображений эпикардальной жировой ткани, что обеспечивает высокую надежность и повторяемость полученных данных. Автором показаны установленные в ходе исследования особенности радиомического фенотипа эпикардальной жировой ткани у пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца и фибрилляцией предсердий, а также результаты корреляционного анализа КТ и радиомических характеристик эпикардальной жировой ткани с биомаркерами крови, включая метанефрин и лептин. Ключевыми являются представленные данные о прогностической значимости радиомического анализа эпикардальной жировой у больных со стабильной ИБС и фибрилляцией предсердий.

Наряду с этим, в третьей главе проведен анализ и обсуждение полученных оригинальных данных с привлечением сведений по изучаемой теме, опубликованных в современной научной литературе. Глава иллюстрирована таблицами и рисунками.

Выводы диссертации обоснованы, соответствуют поставленным задачам, логично вытекают из результатов исследования.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Диссертация и автореферат наглядно и достаточно содержательно оформлены согласно требованиям ВАК РФ, и соответствуют требованиям ГОСТа.

### **Публикации**

По материалам диссертации опубликовано 16 научных работ, из них 7 статей в журналах и изданиях, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, из них 6 статей в журналах,

входящих в международную реферативную базу данных и систем цитирования WOS / Scopus; один патент на изобретение (патент RU 2789384 C1, 02.02.2023), зарегистрирована одна база данных (свидетельство RU 2023622094, 23.06.2023); 7 тезисов в материалах всероссийских конференций.

### **Степень личного участия в получении результатов, изложенных в диссертации**

Роль автора заключается непосредственно в разработке дизайна исследования, постановке цели и задач диссертационной работы, в изучении и анализе литературы по теме диссертации, выборе методического подхода. Участие автора заключалось также в отборе пациентов для исследования, сборе первичных и архивных данных, обработке и сегментации компьютерно-томографических изображений, в работе с программным обеспечением 3D-Slicer. Автором лично был выполнен радиомический анализ КТ изображений с применением модуля Radiomics, статистический анализ и интерпретация полученных результатов, подготовлены публикации по теме работы, представлены результаты собственного исследования на российских и зарубежных конгрессах по лучевой диагностике и кардиологии.

### **Конкретные положения об использовании полученных результатов**

Основные положения и результаты диссертационной работы внедрены в образовательный процесс НИИ кардиологии Томского НИМЦ и учитываются в клинической работе отдела лучевой диагностики. По результатам исследования получен патент на изобретение «Способ прогнозирования риска позднего постаблационного рецидива фибрилляции предсердий у пациентов с фибрилляцией предсердий без структурно-функциональных изменений миокарда на основе радиомического анализа эпикардальной жировой ткани» (RU № 2022113357 от 02.02.2023 г.). Научным коллективом была зарегистрирована база данных «Регистр профиля пациента с фибрилляцией предсердий с данными кардиовизуализации (RAFPCI)» (№ RU 2023621854 от 23.06.2023 г.).

## **Рекомендации по использованию материалов диссертации**

Полученные автором результаты рекомендуется использовать в дальнейших исследованиях, направленных на совершенствование прогностических моделей развития острого инфаркта миокарда у больных с необструктивным атеросклеротическим поражением коронарных артерий. Способ прогнозирования риска позднего постаблационного рецидива фибрилляции предсердий у пациентов с фибрилляцией предсердий без структурно-функциональных изменений миокарда на основе радиомического анализа эпикардальной жировой ткани, разработанный в ходе выполнения исследования, может применяться при отборе пациентов на радиочастотную аблацию аритмии.

Выявленная в работе отрицательная корреляционная взаимосвязь между рентгенологическую плотностью ЭЖТ и концентрацией метанефрина крови больных с фибрилляцией предсердий должна учитываться при интерпретации результатов исследований, касающихся патофизиологических взаимосвязей между ЭЖТ и локальными ганглионарными сплетениями.

При выполнении радиомической оценки КТ изображений сердца целесообразно использовать методический подход, предложенный в диссертационной работе. В частности, из анализа должны быть исключены изображения с высоким индексом коронарного кальция.

Результаты диссертационного исследования могут быть внедрены в образовательный процесс научно-исследовательских медицинских учреждений, реализующих образовательные программы по специальности «Лучевая диагностика».

Перспективы дальнейшей разработки темы диссертации связаны с увеличением выборки исследованных когорт пациентов, а также с определением влияния протокола записи КТ-изображений сердца на радиомические показатели. Это позволит обеспечить корректировку разработанных алгоритмов и их валидизацию, а также адаптировать предлагаемый метод для широкого применения в клинической практике.

## **Замечания по диссертационной работе**

Принципиальных замечаний по работе нет, однако в ходе изучения возникли несколько дискуссионных вопросов:

1. Автором был использован ручной метод сегментации ЭЖТ. Хотя межоператорская воспроизводимость (ИСС) была оценена как высокая, данный метод трудоемок. Изучались ли автором возможности применения полуавтоматических или автоматических (например, на основе ИИ) методов сегментации и как, по его мнению, это могло бы повлиять на стабильность и воспроизводимость радиомической модели в широкой клинической практике?
2. Наиболее значимый прогностический результат для РЧА был получен в подгруппе пациентов с ФП без коронарного атеросклероза. Есть ли у автора гипотеза, почему радиомическая сигнатура ЭЖТ "маскируется" или теряет свою прогностическую силу у пациентов с сопутствующим атеросклерозом? Указывает ли это на различные патофизиологические механизмы дисфункции ЭЖТ в этих группах?

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Диссертационная работа Попова Евгения Викторовича на тему «Радиомический анализ эпикардальной жировой ткани у пациентов с ишемической болезнью сердца» является законченной квалификационной научно-исследовательской работой, в которой осуществлено решение актуальной научно-практической задачи для современной лучевой диагностики, касающейся определения диагностической и прогностической значимости радиомического анализа бесконтрастных КТ-изображений сердца у пациентов с ИБС, а также у больных с ФП.

С учетом актуальности, научной новизны и практической значимости работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г. (в ред. Постановления

Правительства РФ №62 от 25.01.2024, с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, а ее автор заслуживает искомой степени по специальности 3.1.25 «Лучевая диагностика» (медицинские науки).

Отзыв заслушан и одобрен на заседании проблемной комиссии по специальности «лучевая диагностика» ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России (протокол № 1 от "15" октября 2025 г.)

Заведующий отделением рентгенологии  
и магнитно-резонансных исследований,  
врач-рентгенолог ФГБУ «НМИЦ хирургии  
им. А.В. Вишневского» Минздрава России,  
кандидат медицинских наук

Кондратьев Евгений Валерьевич

Адрес: 115093, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, д. 27  
Телефон: +7(499) 236 90 80; E-mail: Kondratev@ixv.ru

Подпись к. м. н. Е.В. Кондратьева «заверяю»:  
Ученый секретарь ФГБУ «НМИЦ хирургии  
им. А.В. Вишневского» Минздрава России,  
доктор медицинских наук



Зеленова Ольга Владимировна

15093, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, д. 27, тел +7(499) 236-60-94

*e-mail: vishnevskogo@ixv.ru*

« 31 » октября 2025 г.