

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДЕКСА ПЛОТНОСТИ ПЕРИВАСКУЛЯРНОГО ЖИРА МЕТОДОМ КТ-КОРОНАРОГРАФИИ ПРИ РЕВМАТОИДНОМ АРТРИТЕ

Гаман С.А.¹, Фомичева О.А.¹, Шингареева Ф.Ф.¹, Белькинд М.Б.¹,
Карпов Ю.А.¹, Терновой С.К.^{1,2}

1 - ФГБУ НМИЦ кардиологии им. акад. Е.А. Чазова МЗ РФ. г. Москва, Россия.

2 - ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» МЗ РФ
(Сеченовский Университет). г. Москва, Россия.

Ревматоидный артрит – иммуновоспалительное (аутоиммунное) ревматическое заболевание, характеризующееся прогрессирующей деструкцией суставов и поражением внутренних органов. Воспаление в сосудистой стенке, характерное для ревматоидного артрита, создаёт предпосылки развития и прогрессирования атеросклеротического поражения артерий. Эпикардальная жировая ткань и секретируемые цитокины являются потенциальными факторами развития атеросклероза в коронарных артериях.

Цель исследования. Определение значения индекса плотности периваскулярной жировой ткани коронарных артерий у больных ревматоидным артритом в сравнении с пациентами с ишемической болезнью сердца без ревматоидного артрита.

Материалы и методы. Обследовано 72 пациента, средний возраст 62 года. В группу с ревматоидным артритом вошли 49 человек (39 женщин), часть из них страдала ишемической болезнью сердца (ИБС) (n=22). В группу сравнения вошли 23 пациента (10 женщин) с диагнозом ИБС, без ревматоидного артрита. Исследуемые группы больных были сравнимы по возрасту, индексу массы тела, наличию артериальной гипертонии. В группе с ревматоидным артритом превалировал женский пол, уровень скорости оседания эритроцитов. По уровням липидных параметров высокочувствительного С-реактивного белка группы не отличались между собой.

Всем больным выполнялась КТ-коронарография. Обработку изображений компьютерной томографии проводили на рабочей станции Vitrea Workstation с помощью программного пакета Vitrea Advanced. Была разработана методика определения индекса плотности периваскулярного жира на уровне проксимального сегмента правой коронарной артерии с использованием программного обеспечения для анализа состава атеросклеротической бляшки.

Результаты. Определен индекс плотности периваскулярного жира у пациентов с ревматоидным артритом и ИБС без системных заболеваний. Показано превалирование значения этого показателя при ревматоидном артрите, умеренной и низкой степени активности, находящихся на адекватной противоревматической терапии по сравнению с больными ИБС без системных заболеваний (-66,5 [-47; -85]HU, -91,1 [-101; -85] HU соответственно, $p<0,05$). Индекс плотности периваскулярного жира не отличался у больных ревматоидным артритом, в зависимости от наличия или отсутствия ИБС, и был выше в группе ревматоидного артрита с ИБС по сравнению с больными ИБС без ревматоидного артрита (-68 [-48;87] HU и - 91,1 [-101; -85] HU соответственно, $p<0,0,5$). При сравнении основных факторов сердечно-сосудистого риска показано превалирование воспалительных параметров (СОЭ, вЧСРБ) у больных с ревматоидным артритом и ИБС по сравнению с пациентами с ИБС без системных заболеваний [17.5 против 6 мм/час и 3.8 против 1,2 мг/дл, $p<0,0,5$].

Обсуждение. В работе была применена и отработана методика определения индекса плотности периваскулярного жира по данным КТ-коронарографии у пациентов с ревматоидным артритом с различной степенью поражения коронарных артерий и пациентов с ИБС без ревматоидного артрита. Следует отметить, что увеличение плотности периваскулярной жировой ткани у пациентов с ревматоидным артритом по сравнению с больными ИБС без системных заболеваний подтверждает концепцию вклада иммунного воспаления у пациентов в развитие коронарного атеросклероза при отсутствии различий в других факторах сердечно-сосудистого риска.

Заключение. Полученные данные подтверждают основную роль воспалительных механизмов в развитии атеросклероза при ревматоидном артрите. Разработанная методика опре-

деления индекса плотности периваскулярного жира является инструментом для визуализации воспаления при ревматоидном артрите и может использоваться в качестве дополнительного маркера сердечно-сосудистого риска у пациентов с системными заболеваниями. Показано преобладание значения индекса плотности периваскулярного жира при ревматоидном артрите, умеренной и низкой степени активности, находящихся на адекватной противоревматической терапии по сравнению с больными ИБС без системных заболеваний.

Ключевые слова: ревматоидный артрит, атеросклероз, периваскулярная жировая ткань коронарных артерий, индекс плотности периваскулярного жира сердечно-сосудистые заболевания, КТ-коронарография.

Контактный автор: Гаман С.А., e-mail: svgaman@yandex.ru

Для цитирования: Гаман С.А., Фомичева О.А., Шингареева Ф.Ф., Белькинд М.Б., Карпов Ю.А., Терновой С.К. Определение индекса плотности периваскулярного жира методом КТ-коронарографии при ревматоидном артрите. *REJR* 2025; 15(1):73-83. DOI: 10.21569/2222-7415-2025-15-1-73-83.

Статья получена: 26.12.24

Статья принята: 27.01.25

DETERMINATION OF PERIVASCULAR FAT DENSITY INDEX BY CT CORONARY ANGIOGRAPHY IN RHEUMATOID ARTHRITIS

Gaman S.A.¹, Fomicheva O.A.¹, Shingareeva F.F.¹, Belkind M.B.¹,
Karpov Y.A.¹, Ternovoy S.K.^{1,2}

1 - E.A. Chazov National Medical Research Centre of Cardiology.

2 - Sechenov University. Moscow, Russia.

Rheumatoid arthritis (RA) is an autoimmune rheumatic disease characterized by progressive joint destruction and internal organ damage. Inflammation in the vascular wall characteristic of RA sets the stage for the development and progression of atherosclerotic arterial lesions. Epicardial adipose tissue and secreted cytokines are potential factors in the development of atherosclerosis in coronary arteries.

Purpose. To determine the value of perivascular fat index of coronary arteries in the patients with rheumatoid arthritis in comparison the patients with coronary heart disease without systemic diseases.

Materials and methods. Seventy-two patients, mean age 62 years, were examined. The group with rheumatoid arthritis included 49 patients (39 women), some of them had coronary artery disease (CAD) (n=22). The comparison group included 23 patients (10 women) diagnosed with CAD, without rheumatoid arthritis. The studied groups of patients were comparable in terms of age, body mass index, presence of arterial hypertension. In the rheumatoid arthritis group female gender, level of the rate of erythrocyte sedimentation prevailed. The groups did not differ in the levels of lipid parameters of high-sensitivity C-reactive protein.

Computer tomography (CT) coronary angiography was performed in all patients. CT images were processed on Vitrea Workstation using Vitrea Advanced software package. A technique of perivascular fat index (PVFI) determination at the level of the proximal segment of the right coronary artery was developed using software to analyze atherosclerotic plaque composition.

Results. The perivascular fat index was determined in patients with rheumatoid arthritis and CAD without systemic diseases. The prevalence of this index was shown in moderate and low rheumatoid arthritis patients on adequate antirheumatic therapy compared to CAD patients without systemic diseases (-66.5 [-47;-85] HU, -91.1 [-101;-85] HU, respectively, p<0.05). perivascular fat index did not differ in rheumatoid arthritis patients, depending on the presence/absence of CAD, and was higher in the rheumatoid arthritis with CAD group compared to CAD patients without rheumatoid arthritis (-68 [-48; 87] HU and -91.1 [-101;-85] HU, respectively, p<0.05)

Comparison of major cardiovascular risk factors showed prevalence of inflammatory paramete-

ters (ESR, hsCRP) in patients with rheumatoid arthritis with CAD compared to CAD patients without systemic disease [17.5 vs. 6 mm/hour, and 3.8 vs. 1.2 mg/dL, $p < 0.05$].

Discussion. In the present study, we applied and developed the technique of perivascular fat index determination by CT coronary angiography in patients with rheumatoid arthritis with different degrees of coronary artery disease and patients with CAD without rheumatoid arthritis. It should be noted that the increased density of perivascular adipose tissue in patients with rheumatoid arthritis compared with CAD patients without systemic diseases confirms the concept of the contribution of immune inflammation in patients to the development of coronary atherosclerosis in the absence of differences in other factors of CAD.

Conclusion. The obtained data confirm the main role of inflammatory mechanisms in the development of atherosclerosis in rheumatoid arthritis. The developed method for determining the perivascular fat density index is a tool for visualizing inflammation in rheumatoid arthritis and can be used as an additional marker of cardiovascular risk in patients with systemic diseases. The prevalence of the perivascular fat density index in patients with rheumatoid arthritis, moderate and low activity, who are on adequate antirheumatic therapy, compared with patients with coronary heart disease without systemic diseases is shown.

Keywords: rheumatoid arthritis, atherosclerosis, perivascular fatty tissue of coronary arteries, cardiovascular diseases, CT-coronarography.

Corresponding author: Gaman S.A., e-mail: svgaman@yandex.ru

For citation: Gaman S.A., Fomicheva O.A., Shingareeva F.F., Belkind M.B., Karpov Y.A., Ternovoy S.K. Determination of perivascular fat density index by CT coronary angiography in rheumatoid arthritis. REJR 2025; 15(1):73-83. DOI: 10.21569/2222-7415-2025-15-1-73-83.

Received: 26.12.24

Accepted: 27.01.25

Ревматоидный артрит – иммуновоспалительное (аутоиммунное) ревматическое заболевание, характеризующееся прогрессирующей деструкцией суставов и поражением внутренних органов, развитие которого определяется сложным взаимодействием факторов внешней среды и генетической предрасположенности, ведущих к глобальным нарушениям в системе гуморального и клеточного иммунитета [1].

Воспаление в сосудистой стенке, характерное для ревматоидного артрита, создаёт предпосылки развития и прогрессирования атеросклеротического поражения в различных сосудистых бассейнах [2].

Эпикардальная жировая ткань и секретируемые ею цитокины являются потенциальными факторами развития атеросклероза в коронарных артериях (КА) паракринным путем («outside-in» signalling) [3]. Высвобождение провоспалительных молекул из поражённой сосудистой стенки препятствует дифференцировке и накоплению липидов в преадипоцитах коронарной периваскулярной жировой ткани в присутствии сосудистого воспаления [4]. При этом уменьшается размер адипоцитов, что приводит к градиенту липофильной фазы периваскулярной жи-

ровой ткани вокруг сосудистой стенки [5].

Оценка плотности перикардального жира методом КТ в последние годы применяется в клинической практике [6]. Новый биомаркер визуализации воспаления, полученный с помощью КТ-коронарографии (КТ-КА), определяемый как индекс ослабления периваскулярной жировой ткани (fat attenuation index, FAI), может отслеживать фенотипические изменения в периваскулярной жировой ткани и отражать сосудистое воспаление [7]. Последние исследования показали, что более высокий перикоронарный FAI, определенный с помощью КТ, связан с воспалением сосудов и повышенным риском сердечной смертности [8]. Вместе с тем, серия клинических исследований показала, что индекс ослабления периваскулярной жировой ткани (FAI) значительно увеличивается вокруг коронарных сосудов у пациентов с ИБС по сравнению с контролем [9].

Цель исследования.

Определение значения индекса плотности периваскулярной жировой ткани коронарных артерий у больных ревматоидным артритом по сравнению пациентами с ишемической болезнью сердца без ревматоидного артрита.

Материалы и методы.

Работа выполнена в Институте клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени академика Е. И. Чазова» МЗ РФ совместно с ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой».

Протокол исследования одобрен этическим комитетом ФГБУ НМИЦ кардиологии МЗ РФ и ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой. Все пациенты подписывали информированное согласие на участие в исследовании. За период с 2021-2023 гг. обследовано 72 пациента. У 49 больных (обследованных и наблюдавшихся в ФГБНУ «НИИР им. В.А. Насоновой») установлен диагноз ревматоидный артрит, часть из них страдала ишемической болезнью сердца (ИБС). Критериями включения больных ревматоидным артритом были: мужчины и женщины не старше 65 лет, с длительностью заболевания более 5 лет, низкой и умеренной степенью активности ревматоидного артрита, с ИБС (указание в анамнезе на предшествующий инфаркт миокарда) и/или с клиническим подозрением на ИБС (наличие болевых ощущений в грудной клетке или одышка при физической нагрузке). В группу сравнения вошли 23 пациента с диагнозом ИБС, без ревматоидного артрита.

Всем пациентам с ревматоидным артритом и в группе сравнения проведена оценка таких факторов риска, как артериальная гипертензия (АГ), курение, избыточная масса тела, отягощенная наследственность по сердечно-сосудистым заболеваниям, сахарный диабет (СД), дислипидемия (ДЛП); определена скорость клубочковой фильтрации (СКФ), уровень общего холестерина (ХС) и его фракций: липопротеиды высокой плотности (хсЛВП), липопротеиды низкой плотности (хсЛНП), триглицериды (ТГ). Активность ревматоидного артрита определяли по индексу DAS28 по методике Smolen J.S. и соавт. 2003 г. в ФГБНУ «НИИР им. В.А. Насоновой». В сыворотке крови определяли концентрации высокочувствительного С-реактивного белка (вчСРБ), а также специфических антител – ревматоидного фактора (РФ) IgM. Характеристика включенных в исследование больных представлена в таблице №1.

Группы больных были сравнимы по возрасту, индексу массы тела (ИМТ), наличию артериальной гипертензии. В группе ревматоидного артрита превалировал женский пол, уровень СОЭ. По уровню липидных параметров группы не отличались между собой, однако количество больных с ревмато-

идным артритом, получающих гиполипидемическую терапию (статины) на момент поступления было в 2 раза меньше, чем в группе сравнения. Не было достоверных различий между группами по уровню вчСРБ.

Всем включенным в исследование больным выполнялась КТ-коронарография на объемном 320-срезовом компьютерном томографе AquilionOne (Canon) с ЭКГ-синхронизацией, с внутривенным контрастированием 100 мл неионного йодсодержащего рентгенконтрастного препарата Йопромид в концентрации 370 мг йода/1 мл, толщина среза 0,5 мм [10].

Обработку изображений КТ-КА проводили на рабочей станции Vitrea Workstation с помощью программного пакета Vitrea Advanced. У каждого пациента оценивалось состояние коронарных артерий на предмет наличия атеросклеротических бляшек, определения их типов, степени стенозирования просвета коронарных артерий, оценки проходимости стентов, если таковые установлены в КА [11]. Согласно методике определения индекса плотности периваскулярного жира (ИПпвЖ), разработанной специалистами лаборатории РКТ ФГБ НМИЦ кардиологии им. академика Е.И.Чазова МЗ РФ, из аксиальных срезов на уровне КА производилась мультипланарная реконструкция через просвет правой коронарной артерии (ПКА). Используя программное обеспечение для анализа состава атеросклеротической бляшки, имеющееся на рабочей станции для обработки КТ-изображений, в проксимальном сегменте ПКА выделяли участок на протяжении 20 мм (рис. 1). Затем корректировали область определения плотности, для чего по латеральной стенке ПКА обводили участок жировой клетчатки диаметром 3-4 мм, соответствующий наружному диаметру коронарной артерии (рис. 2). В выделенной зоне жировой клетчатки определяли объем и плотность периваскулярной жировой ткани. Индекс плотности периваскулярного жира определяли как среднюю плотность периваскулярной жировой ткани в выделенном объеме, измеряется в единицах рентгеновской плотности Хаунсфилда (HU). Индекс плотности периваскулярного жира представляли в виде среднего и стандартного отклонения (рис. 3).

Статистический анализ был проведен в среде анализа данных R 4.2.2. Качественные показатели описаны относительными частотами в процентах. Количественные показатели описаны медианой, первым и третьим квартилем (Медиана [Q1, Q3]). Сравнение непрерывных показателей между группами проведено при помощи критерия Манна-

Таблица №1. Клинико-лабораторная характеристика включенных в исследование больных.

Показатели	Больные ревматоидным артритом, n=49	Группа сравнения, n=23
Возраст, лет	62 [61;64]	62,5 [61;66]
Мужчины/женщины, n (%)	10/39	13/10 *
АГ, n (%)	33 (67%)	20 (81%)
Перенесенный ИМ	3 (7%)	8 (34%)*
СД (n)	4 (8%)	7 (30%)*
ХС ммоль/л	4,59 [3,9;5,1]	4,58 [3,9;6,2]
ХС ЛВП, ммоль/л	1,3 [1,1;1,3]	1,31 [0,9;1,7]
ХС ЛНП, ммоль/л	2,35 [1,8;3,14]	2,34 [2,26;4,0]
ТГ, ммоль/л	1,4 [0,9;1,67]	1,35[1,4;1,7]
Отягощенная наследственность по ССЗ, n (%)	33 (67%)	9 (43%)*
Курение, n (%)	8 (18%)	10 (39%)*
Индекс DAS28, баллы	3,8 [3,8;4,2]	NA
ИМТ, кг /м ²	28[26;32]	30 [28;34]
Длительность ревматоидного артрита, годы	12,5[6;13]	NA
Позитивность по РФ, n (%)	34 (79%)	NA
Позитивность по АЦЦП, n (%)	31 (72%)	NA
СОЭ, мм/час	12,0 [8;20]	2,0 [2;15]*
вчСРБ, мг/дл	2,7 [0,4;4,8]	2,2 [0,5;2,1]

Примечание: *p <0.05, **p <0.001. Качественные показатели описаны относительными частотами в процентах, количественные данные представлены как среднее ± ст. откл., и как Медиана [Q1, Q3].

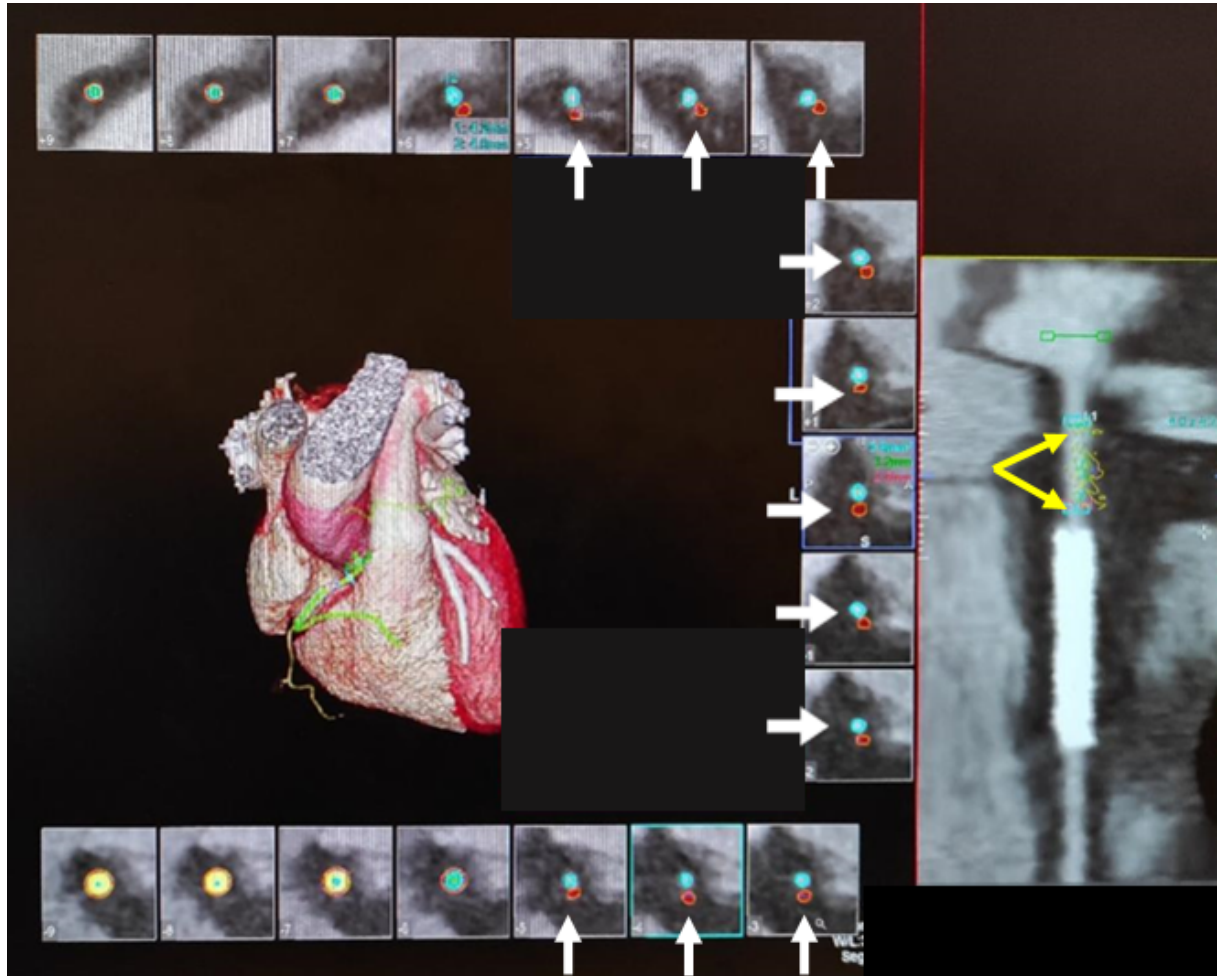


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Панель рабочей станции Vitrea Workstation.

КТ-коронарография, мультипланарная реконструкция через просвет правой коронарной артерии (ПКА). Пример адаптации программного обеспечения для анализа состава атеросклеротической бляшки для определения плотности периваскулярной жировой ткани в проекции проксимального сегмента ПКА. В проксимальном сегменте ПКА выделяют участок на протяжении 20 мм (желтые стрелки), затем корректируют область определения плотности, для чего по латеральной стенке ПКА обводят круглый участок жировой клетчатки диаметром 3-4 мм (белые стрелки), соответствующий наружному диаметру коронарной артерии.

Fig. 1. Vitrea Workstation panel.

CT-coronarography, multiplan reconstruction through the lumen of the right coronary artery (RCA). An example of adapting software for analyzing the composition of atherosclerotic plaque to determine the density of perivascular adipose tissue in the projection of the proximal segment of the RCA. In the proximal segment of the RCA, a 20 mm area is identified (red arrows), then the area of density determination is corrected by tracing a 3-4 mm diameter circular area of fatty tissue (white arrows) along the lateral wall of the RCA, corresponding to the outer diameter of the coronary artery.

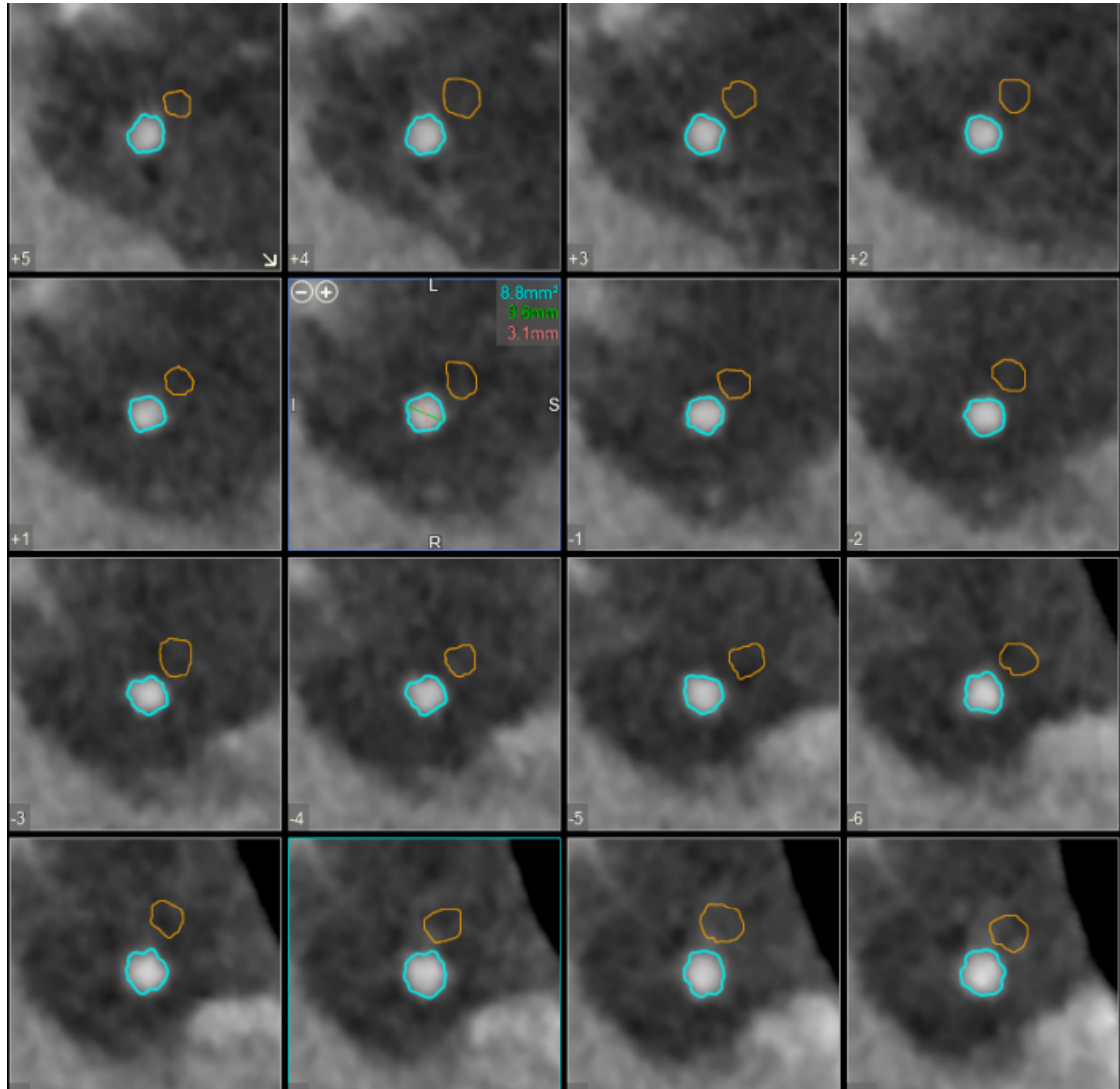


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. КТ-коронарография, мультипланарная реконструкция через просвет правой коронарной артерии (ПКА) (голубой контур).

Пример адаптации программного обеспечения для анализа состава атеросклеротической бляшки для определения плотности периваскулярной жировой ткани в проекции проксимального сегмента ПКА. Фрагмент корректировки области определения плотности жировой клетчатки по латеральной стенке ПКА (желтые окружности).

Fig. 2. CT-coronaryography, multiplan reconstruction through the lumen of the right coronary artery (RCA) (blue contour).

An example of adapting software for analyzing the composition of atherosclerotic plaque to determine the density of perivascular adipose tissue in the projection of the proximal segment of the RCA. Fragment of correction of the area of fat density determination along the lateral wall of the RCA (yellow circles).

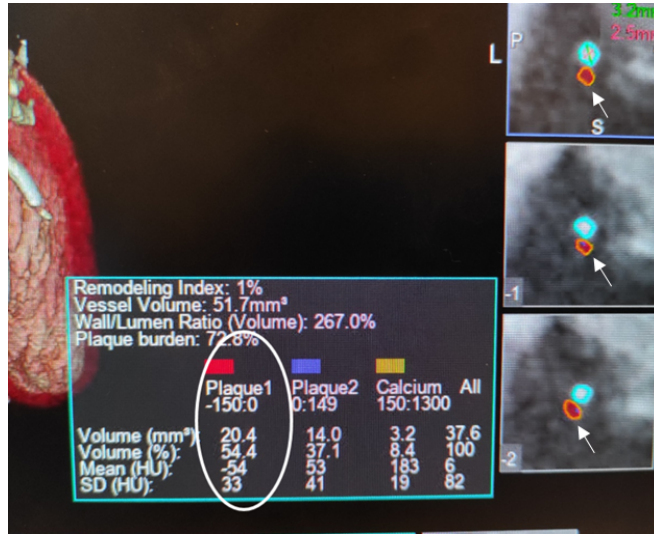


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. КТ-коронарография, мультипланарная реконструкция через просвет правой коронарной артерии (ПКА) (голубой контур).

Пример адаптации программного обеспечения для анализа состава бляшки для определения плотности периваскулярной жировой ткани. Таблица для анализа состава бляшки. В графе жирового состава (выделено белым овалом) определяется плотность выделенной области жировой клетчатки по латеральной стенке ПКА (белые стрелки).

Fig. 3. CT-coronaryography, multiplan reconstruction through the lumen of the right coronary artery (RCA) (blue contour).

An example of adapting software for analyzing the composition of atherosclerotic plaque to determine the density of perivascular adipose tissue in the projection of the proximal segment of the RCA. The table for analyzing plaque composition is presented. In the column of fat composition (highlighted with a white oval), the density of the selected area of fatty fiber along the lateral wall of the RCA is determined (white arrows).

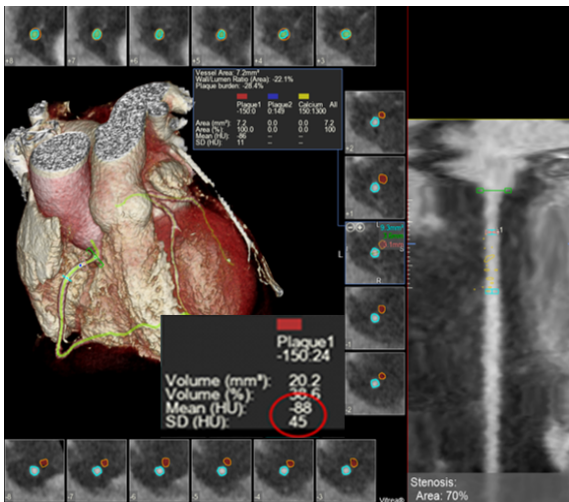


Рис. 4 а (Fig. 4 а)

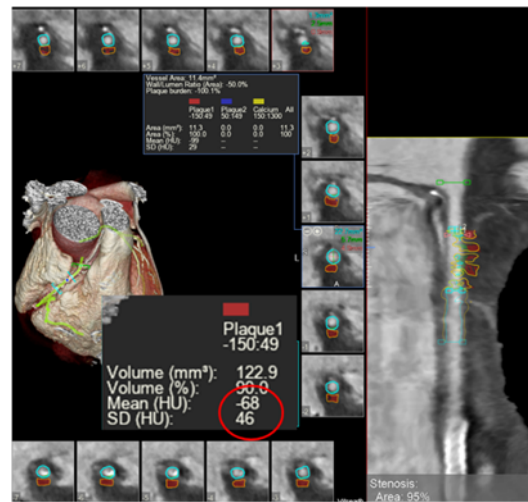


Рис. 4 б (Fig. 4 б)

Рис. 4. КТ-коронарография, мультипланарная реконструкция через просвет правой коронарной артерии (ПКА) (голубой контур).

Примеры подсчета индекса плотности периваскулярного жира (ИПпвЖ) на рабочей станции Vitrea Workstation с использованием инструмента для анализа состава бляшки: А – подсчет индекса плотности периваскулярного жира (красный овал) у пациента из группы ревматоидного артрита; Б – подсчет индекса плотности периваскулярного жира (красный овал) у пациента из группы ИБС без ревматоидного артрита.

Fig. 4. CT-coronography, multiplan reconstruction through the lumen of the right coronary artery (RCA) (blue contour).

Examples of calculating the perivascular fat index (PVFI) at the Vitrea Workstation using a plaque composition analysis tool: A – calculating the perivascular fat index (red oval) in a patient from the rheumatoid arthritis group; B – calculating the perivascular fat index (red oval) in a patient from the CAD group without rheumatoid arthritis.

Уитни, дискретных – при помощи точного критерия Фишера. Различия считались значимыми при уровне вероятности $p < 0,05$.

Результаты исследования.

Определение индекса плотности периваскулярного жира выполнено у 72 пациентов, из них 49 человек с ревматоидным артритом и 23 человека с ИБС без ревматоидного артрита. На рисунке 4 представлены примеры подсчета индекса плотности периваскулярного жира у пациентов из группы с ревматоидным артритом (рис. 4 А) и из группы ИБС без ревматоидного артрита (рис. 4 Б).

Индекс плотности периваскулярного жира КА составил $-66,5 [-45; -83]$ HU при ревматоидном артрите, и был достоверно выше, чем у больных ИБС без ревматоидного артрита (группы сравнения) $-91,1 [-101; -85]$ HU (рис. 5).

По данным проведенного клинико-инструментального обследования больные с ревматоидным артритом были подразделены на 2 группы: ревматоидного артрита с ИБС ($n=22$) и ревматоидного артрита без ИБС ($n=27$). По результатам обследования, при сравнении больных ревматоидным артритом без ИБС и ревматоидным артритом с ИБС, значимых отличий по основным факторам сердечно-сосудистого риска не выявлено.

У больных ревматоидным артритом с ИБС по сравнению с больными ИБС без системных заболеваний отмечен более высокий уровень ОХС, меньшее количество больных ревматоидным артритом, принимавших статины и более высокий уровень СОЭ и вЧСРБ. При сопоставлении показателей индекса плотности периваскулярного жира у больных ревматоидным артритом в зависимости от наличия или отсутствия ИБС достоверных различий получено не было ($-68 [-48; -87]$ HU

и $66,8 [-44; -84]$ HU соответственно, нд).

Индекс плотности периваскулярного жира был выше в группе с ревматоидным артритом и ИБС по сравнению с больными ИБС без ревматоидного артрита ($-68 [-48; -87]$ HU и $-91,1 [-101; -85]$ HU соответственно, $p < 0,05$) (рис. 6).

При сравнении основных факторов сердечно-сосудистого риска показано, превалирование воспалительных параметров (СОЭ, вЧСРБ) у больных с ревматоидным артритом и ИБС по сравнению с пациентами с ИБС без системных заболеваний [$17,5$ против 6 мм/час и $3,8$ против $1,2$ мг/дл, $p < 0,05$]. Полученные данные подтверждают значение воспаления коронарных артерий при ревматоидном артрите, определяющем более высокое значение индекса плотности периваскулярного жира.

Обсуждение полученных результатов.

В работе была отработана и применена методика определения индекса плотности периваскулярного жира по данным КТ-коронарографии с помощью адаптации программного обеспечения для анализа состава атеросклеротической бляшки. Впервые был определен показатель индекса плотности периваскулярного жира у пациентов с ревматоидным артритом, а также у пациентов с ИБС без системных заболеваний.

Было выявлено значимое повышение индекса плотности периваскулярного жира при ревматоидном артрите по сравнению с больными ИБС без аутоиммунных заболеваний. При этом индекс плотности периваскулярного жира внутри группы ревматоидным артритом значимо не отличался между пациентами с ИБС и без неё. Однако, индекс плотности периваскулярного жира был достоверно выше у пациентов с ревматоидным

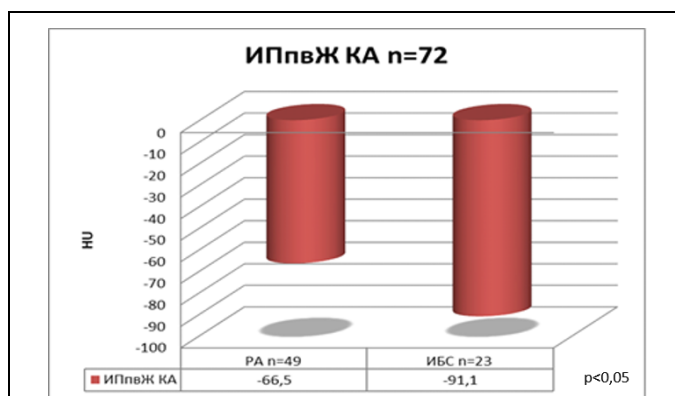


Рис. 5 (Fig. 5)

Рис. 5. Диаграмма.

Сравнение индекса плотности периваскулярного жира (ИПвЖ) у пациентов с ревматоидным артритом и пациентов с ишемической болезнью сердца без ревматоидного артрита. Индекс плотности периваскулярного жира был достоверно выше при ревматоидном артрите, чем при ИБС без ревматоидного артрита (-66,5 [-45; -83] HU против -91,1[-101; -85] HU соответственно, $p < 0,05$).

Fig. 5. Diagram.

Comparison of the perivascular fat index (PVFI) of coronary arteries in patients with rheumatoid arthritis and patients with coronary heart disease without rheumatoid arthritis. The perivascular fat index was significantly higher in rheumatoid arthritis than in CAD without rheumatoid arthritis (-66.5[-45; -83] HU vs. -91.1[-101;-85] HU, respectively, $p < 0.05$).

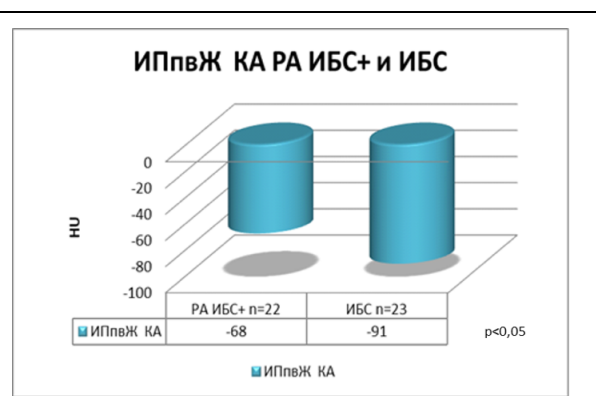


Рис. 6 (Fig. 6)

Рис. 6. Диаграмма.

Сравнение индекса плотности периваскулярного жира (ИПвЖ) у пациентов с ревматоидным артритом, страдающих ИБС и пациентов с ИБС без ревматоидного артрита. Индекс плотности периваскулярного жира был достоверно выше при ревматоидном артрите и ИБС, чем при ИБС без ревматоидного артрита (-68 [-48; -87] HU против -91 [-101; -85] HU соответственно, $p < 0,05$).

Fig. 6. Diagram.

Comparison of the perivascular fat index (PVFI) in RA patients with CAD and CAD patients without rheumatoid arthritis. The perivascular fat index was significantly higher in RA+CAD than in CAD without rheumatoid arthritis (-68 [-48;-87] HU vs. -91[-101;-85] HU, respectively, $p < 0.05$).

артритом и ИБС по сравнению с пациентами с ИБС без ревматоидного артрита. Эти данные могут свидетельствовать о значительном вкладе низкоуровневого иммунного воспаления в развитие коронарного атеросклероза при ревматоидном артрите в отсутствие различий в других факторах сердечно-сосудистого риска с больными ИБС без системных заболеваний.

Следует отметить, что у больных с воспалением аутоиммунной природы подобные исследования ранее не проводились. Лишь имеются данные, что у пациентов с псориазом, получавших биологическую противовоспалительную терапию, величина индекса ослабления периваскулярной жировой ткани (FAI) была достоверно ниже, чем у больных псориазом, получавших только местное лечение или фототерапию, которые не оказывают сосудистого противовоспалительного действия. Авторы пришли к выводу, что индекс ослабления периваскулярной жировой ткани (FAI) может быть полезным инструментом для мониторинга влияния противовоспалительных

вмешательств на сосудистую стенку [12].

Таким образом, определение индекса плотности периваскулярного жира может применяться для оценки состояния периваскулярной жировой ткани как маркера воспаления сосудистой стенки в развитии коронарного атеросклероза.

Заключение.

Полученные данные подтверждают основную роль воспалительных механизмов в развитии атеросклероза при ревматоидном артрите. Разработанная методика определения индекса плотности периваскулярного жира является инструментом для визуализации воспаления при ревматоидном артрите и может использоваться в качестве дополнительного маркера сердечно-сосудистого риска у пациентов с системными заболеваниями. Показано превалирование значения индекса плотности периваскулярного жира при ревматоидном артрите, умеренной и низкой степени активности, находящихся на адекватной противоревматической терапии по

сравнению с больными ИБС без системных заболеваний.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Клинические рекомендации по лечению ревматоидного артрита МЗ РФ 2021 (Россия).
2. Choy E., Sattar N. Interpreting lipid levels in the context of high-grade inflammatory states with a focus on rheumatoid arthritis: a challenge to conventional cardiovascular risk actions. *AnnalsoftheRheumaticDiseases*. 2009; 68 (4): 460-9. DOI: 10.1136/ard.2008.101964
3. Antonopoulos A.S., Tousoulis D. The molecular mechanisms of obesity paradox. *Cardiovasc Res*. 2017; 113: 1074-1086.
4. Lin A., Dey D, Wong DTL, Nerlekar N. Perivascular adipose tissue and coronary atherosclerosis: from biology to imaging phenotyping. *CurrAtheroscler Rep*. 2019; 21: 47.
5. Shioi A., Ikari Y. Plaque calcification during atherosclerosis progression and regression. *J AtherosclerThromb*. 2018; 25: 294-303.
6. Чёрная А., Пчелин И.Ю., Камышанская И.Г., Придвизкина Т.С. Взаимосвязь характеристик перикардального жира с клиническими особенностями сердечно-сосудистых заболеваний. *REJR*. 2023; 13 (3): 51-63. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-3-51-63
7. Antonopoulos A.S., Sanna F., Sabharwal N., Thomas S, Oikonomou EK, Herdman L et al. Detecting human coronary inflammation by imaging perivascular fat. *SciTransl Med*. 2017; 9: 24-57.

References:

1. Clinical recommendations for the treatment of rheumatoid arthritis of the Ministry of Health of the Russian Federation, 2021. (in Russian).
2. Choy E., Sattar N. Interpreting lipid levels in the context of high-grade inflammatory states with a focus on rheumatoid arthritis: a challenge to conventional cardiovascular risk actions. *AnnalsoftheRheumaticDiseases*. 2009; 68 (4): 460-9. DOI: 10.1136/ard.2008.101964
3. Antonopoulos A.S., Tousoulis D. The molecular mechanisms of obesity paradox. *Cardiovasc Res*. 2017; 113: 1074-1086.
4. Lin A., Dey D, Wong DTL, Nerlekar N. Perivascular adipose tissue and coronary atherosclerosis: from biology to imaging phenotyping. *CurrAtheroscler Rep*. 2019; 21: 47.
5. Shioi A., Ikari Y. Plaque calcification during atherosclerosis progression and regression. *J AtherosclerThromb*. 2018; 25: 294-303.
6. Chernaya A., Pchelin I.Yu., Kamyshanskaya I.G., Pridvzhkina T.S. Relationship between pericardial fat characteristics and features of cardiovascular diseases. *REJR*. 2023; 13 (3): 51-63. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-3-51-63 (in Russian).
7. Antonopoulos A.S., Sanna F., Sabharwal N., Thomas S, Oikonomou EK, Herdman L et al. Detecting human coronary

8. Oikonomou E.K., Marwan M, Desai MY, Mancio J, Alashi A, Hutt Centeno E et al. Non-invasive detection of coronary inflammation using computed tomography and prediction of residual cardiovascular risk (the CRISP CT study): a post-hoc analysis of prospective outcome data. *Lancet*. 2018; 392: 929-39.
9. Antonopoulos A.S., Sanna F., Sabharwal N., et al. Detecting human coronary inflammation by imaging perivascular fat. *SciTransl Med*. 2017; 9: eaal2658. doi: 10.1126/scitranslmed.aa l2658
10. Колесникова О.Г., Терновой С.К., Гаман С.А., Шахнович Р.М., Семенова А.А., Меркулова И.Н. Характеристика поражения коронарных артерий по данным объемной компьютерной томографии у пациентов с острым коронарным синдромом. *REJR*. 2022; 12 (2): 55-64. DOI: 10.21569/2222-7415-2022-12-2-55-64.
11. Терновой С.К. Томография сердца. «ГЭОТАР-Медиа», 2018. С. 27-40.
12. Elnabawi Y.A., Oikonomou E.K., Dey A.K., Mancio J., Rodante JA, Aksentijevich M. et al. Association of biologic therapy with coronary inflammation in patients with psoriasis as assessed by perivascular fat attenuation index. *JAMA Cardiol*. 2019; 4: 885-91.