Black Sea Journal of Medicine and Public Health, ISSN: 2738-8654
Vol. 1, 2026, 29-36

КОМПЮТЪРНА И МАГНИТНОРЕЗОНАНСНА ТОМОГРАФИЯ ЗА ОЦЕНКА НА ЕПИКАРДНАТА И ПЕРИКОРОНАРНАТА МАСТНА ТЪКАН

Ивона Чолакова-Коева[1], Милена Георгиева[1,2], Ирина Петкова[1,2], Дария Бояджиева[1,3] Теодора Георгиева[1,3]

[1] МБАЛ „Сърце и мозък“, Бургас
[2] Медицински факултет, Бургаски държавен университет „Проф. д-р Асен Златаров“
[3] Медицински колеж, Бургаски държавен университет „Проф. д-р Асен Златаров“

Резюме: *Епикардната мастна тъкан е метаболитно активен компартмент, чийто обем и регионални характеристики могат да се оценяват с компютърна томография (КТ) и магнитнорезонансна томография (ЯМР). Целта на този наративен обзор е да направи критична съпоставка на методите за измерване на епикардната и перикоронарната мастна тъкан, възпроизводимостта им и клиничните ограничения. Представен е тематичен синтез на подбрани технически и клинични публикации, без провеждане на метаанализ. Обсъждат се КТ волуметрията и атенюацията, ЯМР последователностите, ръчната и автоматизираната сегментация и данните при коронарна болест, диабет и предсърдно ремоделиране. КТ позволява съчетаване с оценка на коронарната калцификация и плаките, а ЯМР осигурява измерване без йонизиращо лъчение. Междумодалните разлики зависят от протокола и не се изключват от високата корелация. Тези показатели имат потенциал за допълваща оценка, но изискват стандартизиране и клинична валидация преди използване за самостоятелни терапевтични решения.*

Ключови думи: епикардна мастна тъкан, перикоронарна мастна тъкан, компютърна томография, магнитнорезонансна томография, сегментация.

COMPUTED TOMOGRAPHY AND MAGNETIC RESONANCE IMAGING FOR THE ASSESSMENT OF EPICARDIAL AND PERICORONARY ADIPOSE TISSUE

Ivona Cholakova-Koeva[1], Milena Georgieva[1,2], Irina Petkova[1,2], Dariya Boyadzhieva[1,3], Teodora Georgieva[1,3]

[1] Heart and Brain Hospital, Burgas, Bulgaria
[2] Faculty of Medicine, Burgas State University “Prof. Dr. Asen Zlatarov”, Bulgaria
[3] Medical College, Burgas State University “Prof. Dr. Asen Zlatarov”, Bulgaria

Abstract: *Epicardial adipose tissue is a metabolically active compartment whose volume and regional characteristics can be assessed using computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI). This narrative review critically compares methods for assessing epicardial and pericoronary adipose tissue, their reproducibility, and clinical limitations. Selected technical and clinical publications are synthesised thematically without meta-analysis. The review addresses CT volumetry and attenuation, MRI sequences, manual and automated segmentation, and evidence concerning coronary disease, diabetes, and atrial remodelling. CT combines adipose tissue assessment with coronary calcium and plaque evaluation, whereas MRI enables measurement without ionising radiation. Intermodality differences depend on acquisition and segmentation protocols and are not excluded by strong correlation. These measures have potential as complementary imaging biomarkers, but standardisation and clinical validation are required before they can independently guide treatment.*

Keywords: epicardial adipose tissue, pericoronary adipose tissue, computed tomography, magnetic resonance imaging, segmentation.

Въведение

Епикардната мастна тъкан (ЕМТ) се разполага между миокарда и висцералния лист на серозния перикард. Нейната непосредствена близост до миокарда и коронарните артерии обуславя интереса към локалните метаболитни и възпалителни взаимодействия. Образната оценка включва различни показатели - дебелина, обем, КТ атенюация и мастен ЯМР сигнал - които не са взаимозаменяеми [1].

КТ и ЯМР позволяват извличане на количествени показатели от подходящи сърдечни изследвания. Въпросът за клиничното им приложение включва както точността на измерването, така и допълнителната информация спрямо установените показатели за риск. Настоящият обзор поставя акцент върху техническата съпоставимост и разграничаването на изследователските асоциации от доказана клинична полезност.

Цел, задачи и методи на проучването

Целта на настоящия обзор е да систематизира анатомичните предпоставки, основните технически подходи за количествена оценка чрез КТ и ЯМР на епикардната и перикоронарната мастна тъкан, както и ограниченията при интерпретацията на тези показатели като маркери за сърдечно-съдов риск. Специално внимание е отделено на съпоставимостта между модалностите и на практическите възможности за ръчна и полуавтоматична сегментация. Статията е наративен обзор с тематичен и критичен синтез на подбрана литература. Подбраните публикации включват технически и клинични изследвания, свързани с перивaскуларното възпаление и предсърдния електрофизиологичен субстрат. Подборът е целенасочен според релевантността към анатомията, КТ и ЯМР количествените методи, сегментацията и клиничната интерпретация. Обсъдените публикации са от 2008-2026 г.; библиографската актуализация е извършена на 31 октомври 2026 г.

Резултатите са групирани по измерван компартмент, модалност и клиничен контекст. Не е извършвано изчерпателно систематично търсене, формално оценяване на риска от систематична грешка или метаанализ. Не се представят нова пациентска извадка и собствени количествени резултати. Подходът позволява методологична съпоставка, но е податлив на селекционно и публикационно отклонение.

Резултати и обсъждане

Анатомични и биологични предпоставки

За интерпретацията е съществено разграничаването на ЕМТ от паракардиалната мастна тъкан извън париеталния перикард. Перикоронарната мастна тъкан (PCAT) е частта от мастния компартмент, която непосредствено обгръща коронарните артерии; в образните проучвания тя често се определя чрез стандартизирана радиална зона около конкретен съдов сегмент. Различните анатомични дефиниции и граници на сегментацията могат да доведат до значими различия в отчетените обеми. ЕМТ се разпределя неравномерно, с преобладаване в атриовентрикуларните бразди и около коронарните съдове, поради което единично линейно измерване не е еквивалентно на обемната оценка.

Терминът „перикардна мастна тъкан“ се използва с различен обхват в литературата; затова анатомичната дефиниция трябва да бъде проверявана преди сравняване на резултатите [1].

Във физиологични условия ЕМТ участва в локалното енергийно снабдяване, механичната защита и паракринната сигнализация. При метаболитен стрес са описани промени в адипоцитния фенотип, повишена липолиза и секреция на провъзпалителни медиатори. Предложен е двупосочен модел на взаимодействие между коронарната съдова стена и околната мастна тъкан. Възпалението на съдовата стена може да повлияе диференциацията на съседните адипоцити, което се проявява с промяна в техния липиден и воден състав. Важно е обаче да се подчертае, че

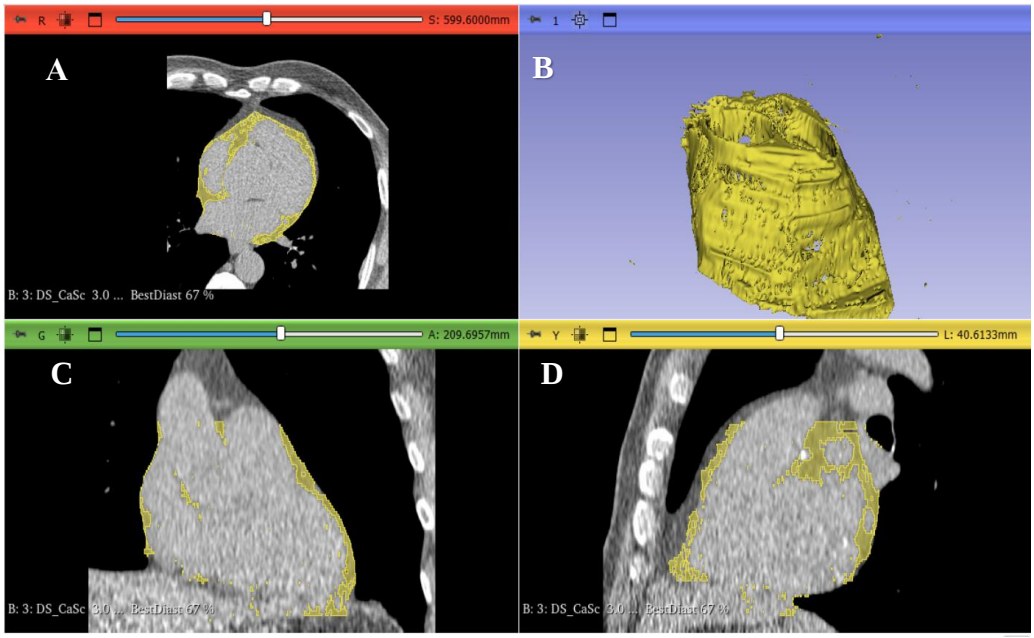
КТ атенюацията е индиректен образен сурогат, а не пряко измерване на цитокини или хистологично възпаление [2].

КТ волуметрия и оценка на атенюацията

При нативна сърдечна КТ мастната тъкан често се сегментира в диапазона приблизително от -190 до -30 HU в границите на висцералния перикард. Тази операция изисква коректно очертаване на перикарда и последователно определяне на краниокаудалния обхват. Измереният обем се влияе от дебелината на среза, реконструкционния алгоритъм, праговете за атенюация и качеството на разграничаване на перикарда. При контрастно усилени изследвания не трябва механично да се прилагат прагове, валидирани за нативни изображения. Освен обем се отчита средна атенюация, но стойностите ѝ зависят и от технически параметри, включително напрежението на рентгеновата тръба и реконструкцията [1].

При нативните изследвания трябва да се опишат дебелината на среза, реконструкционният алгоритъм, пространственото покритие и евентуалното влияние на артефактите. Особено важно е да се използват едни и същи анатомични граници при сравнение между пациенти или при проследяване. При коронарната КТ ангиография контрастното усилване улеснява анализа на коронарните артерии, но може да повлияе количествената оценка на мастната атенюация и да наложи специфични настройки. Поради това стойности от нативни и контрастни серии не трябва да се сравняват безкритично [1].

От практическа гледна точка полуавтоматичната сегментация е компромис между бързина и анатомичен контрол. Операторът очертава перикардния контур, а софтуерът извършва класификация на мастните воксели. Необходимо е визуално проследяване на резултата в няколко равнини, тъй като в областта на диафрагмата, големите съдове и сърдечната основа границите могат да бъдат трудни за проследяване (Фигура 1). Препоръчително е да се документира времето за анализ и вариабилността между наблюдателите. При перикоронарния анализ трябва да се зададат изследваният съд, дължината на сегмента и радиалната зона около него. Средната атенюация на избрана област не трябва автоматично да се обозначава като fat attenuation index (FAI): този показател е свързан с конкретна методика и обработка. По-слабо отрицателните стойности на периваскуларната мастна тъкан могат да отразяват промяна в липидно-водния състав при съдово възпаление, но индивидуалната стойност остава зависима от технически и биологични фактори [2].

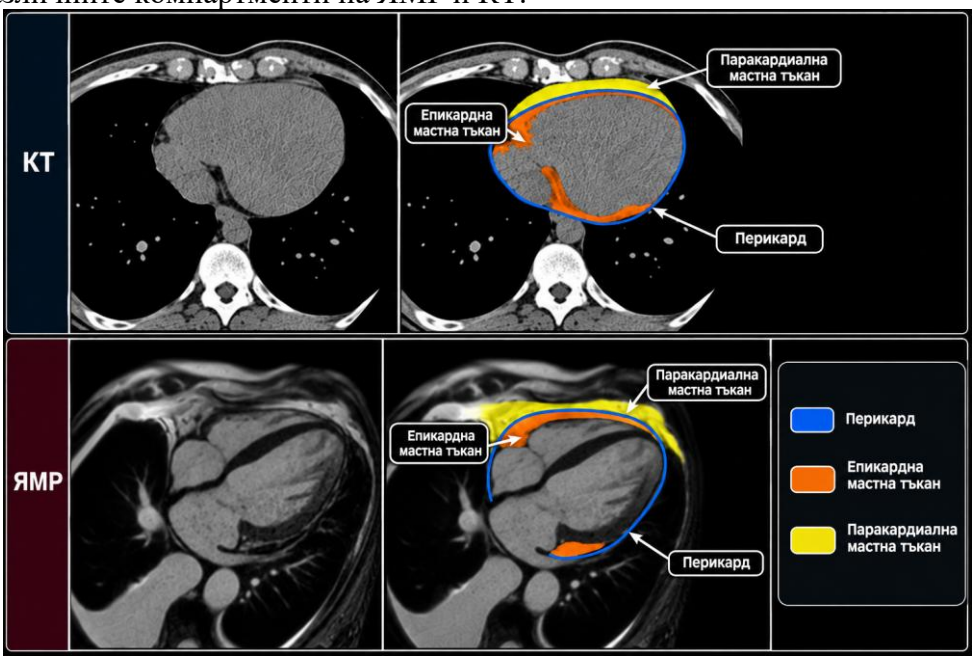


Фигура 1. КТ сегментация на епикардната мастна тъкан с 3D Slicer. Сегментираните участъци са обозначени в жълто върху аксиална (A), коронарна (C) и сагитална (D) реконструкция. Горе вдясно (B) е представена триизмерна визуализация на сегментирания обем. Източник: собствен материал.

Gorter и съавт. сравняват различни КТ измервания при 60 пациенти със съмнение за коронарна артериална болест. Обемната оценка показва по-добра възпроизводимост от измерванията на дебелина и площ, с коефициенти на вариация 3-5% за обема. Това подкрепя предпочитането на волуметрия при количествени сравнения, без да определя универсален диагностичен праг [3]. В CRISP-CT Oikonomou и съавт. анализират проспективно събрани данни от две независими кохорти и установяват прогностична връзка между перикоронарния FAI и сърдечната смъртност. Проучването подкрепя оценката на локалните мастни характеристики като допълнение към коронарната анатомия. Неговите резултати обаче не трябва да се пренасят върху общия епикарден обем или произволно измерена средна атенюация [4].

ЯМР последователности и количествен анализ

Рутинното сърдечно ЯМР изследване съчетава морфологични, функционални и тъканно характеризиращи последователности, избирани според клиничния въпрос [5]. Епикардният мастен обем може да се оценява върху късоосеви cine balanced steady-state free precession (bSSFP) изображения при достатъчно покритие и видима перикардна граница. Мастните площи се интегрират спрямо дебелината и разстоянието между срезовете. На Фигура 2 схематично са обозначени различните компартменти на ЯМР и КТ.



Фигура 2. КТ и ЯМР изображения без и със схематично обозначаване: перикард (синьо), епикардна мастна тъкан (оранжево) и паракардиална мастна тъкан (жълто). Източник: собствен клиничен архив.

Т1-претеглените изображения могат да осигурят допълнителен контраст за идентифициране на мастна тъкан, но невинаги са част от стандартния кардиологичен ЯМР протокол. Техниките Dixon използват различията в резонансните честоти на водата и мазнините за разделяне на съответните сигнали. Те могат да подпомогнат автоматизираната или полуавтоматична сегментация, особено когато се търси пространствено определяне на мастните депа. При интерпретацията трябва да се разграничават измерванията на геометричен обем от сигнално-базирани показатели за мастно съдържание [6].

Henningsson и съавт. сравняват cine 3D Dixon и еднофазна 3D Dixon техника при 15 пациенти. Cine техниката показва по-добра вътре- и междунаблюдателна възпроизводимост, но малката извадка ограничава обобщаването на резултатите. Техническата осъществимост не е равнозначна на доказана прогностична стойност [6]. Сигналната мастна фракция (fat signal fraction, FSF) не е непременно еквивалентна на протонната плътност на мастната фракция (PDFF). За PDFF е необходимо подходящо количествено придобиване и корекция на влияещите фактори. Нито FSF,

нито PDFF могат да се преобразуват директно в КТ атенюация без валидиран модел. Основни ЯМР ограничения са движението, частичният обемен ефект и разграничаването на тънкия перикард [6, 7]. Основните възможности и ограничения на КТ и ЯМР при оценката на епикардната мастна тъкан са обобщени в таблица 1.

Таблица 1. Съпоставка на КТ и ЯМР при оценка на ЕМТ

Характеристика	КТ	ЯМР
Обем на ЕМТ	Триизмерна волуметрия	Триизмерна или стекова волуметрия
Тъканна характеристика	Атенюация (HU)	Мастен сигнал / Dixon
Коронарни плаки	Да, при КТА	Не е основна рутинна цел
Калциев скор	Да, нативна КТ	Не
Йонизиращо лъчение	Да	Не
Основни ограничения	Протокол и атенюационни прагове	Пространствена резолюция и артефакти

Сегментация и контрол на качеството

Ръчната сегментация осигурява анатомичен контрол, но е времеемка и зависима от оператора. Полуавтоматичните подходи съчетават очертаване на граници със софтуерно класифициране на тъканта [8]. Практическото приложение изисква проверка на крайния контур и еднакви анатомични правила. Автоматизираните алгоритми, включително методите на дълбокото обучение, могат да намалят времето за обработка. Daudé и съавт. описват сегментация на епикардната мастна тъкан върху четирикухинни ЯМР изображения [9]. При подобни публикации трябва да се следи какъв точно показател е изчислен: площта в една равнина не съответства на общ триизмерен обем. Качеството на алгоритъма трябва да се оценява не само чрез степента на пространствено припокриване, но и чрез грешката в крайния количествен резултат и поведението при изображения от различни апарати.

При разработване на протокол за сравнение между методи е препоръчително да се дефинират предварително горната и долната анатомична граница, фазата на сърдечния цикъл при ЯМР, диапазонът на КТ атенюация, правилата за изключване на съседни мастни депа и процедурата за корекция на сегментацията. Само при достатъчно ясно описание може да се възпроизведе измерването в друга лаборатория.

При автоматизираните алгоритми пространственото припокриване, оценено например чрез коефициента на Dice, трябва да се разглежда заедно с абсолютната и относителната обемна грешка, систематичното отклонение и външната валидация. Висока точност в обучаващата среда не гарантира същото поведение при друг апарат или протокол. Commandeur и съавт. оценяват автоматизирано количествено определяне на епикардната и торакалната мастна тъкан върху нативни КТ изображения при 250 асимптомни лица. За ЕМТ е отчетен медианен Dice коефициент 0,823 и корелация на обемите с експертното измерване 0,924. Тези резултати демонстрират потенциал за ускоряване на анализа, но описват конкретен алгоритъм и набор от данни, а не точността на всички автоматизирани системи [10].

Междумодална съпоставимост

В директно сравнително проучване Firouznia и съавт. (2025) изследват 92 участници и установяват много силна корелация между КТ и ЯМР за обема на ЕМТ ($r = 0,92$), но систематично по-високи стойности при КТ. Между ЯМР fat signal fraction и КТ атенюацията е описана отрицателна корелация ($r = -0,72$). В друго проучване Gronwald и съавт. (2026) изследват 127 пациенти и установяват умерена междумодална корелация ($\rho = 0,627$), като при техния протокол ЯМР дава по-високи индексирани обеми от КТ (47 срещу 38 ml/m²). Противоположната посока

на отклонението е важна: тя показва, че резултатите зависят от протокола, сегментационните граници и популацията. Следователно високата корелация не доказва взаимозаменяемост на абсолютните измервания [7, 11].

Силната корелация между измерванията от два метода показва, че стойностите се изменят в сходна посока, но не доказва тяхното съгласие. За оценка на взаимозаменяемостта са необходими анализ на систематичната разлика, граници на съгласие и показатели за повторяемост. Това разграничение е особено важно, когато резултатите трябва да бъдат използвани за индивидуално проследяване или за сравнение на данни от различни центрове [7, 11].

При проследяване на един пациент най-добре е да се използват сходен протокол, една и съща модалност и предварително дефинирани правила за сегментация. Ако смяната на метода е неизбежна, трябва да се посочи, че част от наблюдаваната разлика може да бъде техническа, а не биологична. Същото се отнася за смяна на софтуерната версия или на оператора.

Коронарна болест и диабет

Коронарният калциев скор и обемът на епикардната мастна тъкан отразяват различни характеристики на сърдечно-съдовия риск. Калциевият скор е индикатор за тежестта на калцифицираната коронарна атеросклероза, докато епикардният мастен обем описва анатомичен и метаболитно свързан компартмент. Наличието на статистическа връзка между двата показателя не означава, че те са взаимозаменяеми или че мастната тъкан е причина за установената калцификация.

В българско проучване сред 124 пациенти с дългогодишен захарен диабет тип 1 и 59 здрави контроли Вълчев и съавт. описват лека до умерена корелация между епикардния мастен обем и калциевия скор [12, 13]. Тези резултати подкрепят интереса към комбинираната образна и метаболитна оценка, но не доказват самостоятелна прогностична стойност за бъдещи събития. Международен контекст осигурява проучването на Svanteson и съавт. при 88 пациенти с дългогодишен диабет тип 1 и 60 контроли. Коронарната КТ ангиография е използвана за анализ на плаките, а ЕМТ е сегментирана върху нативни изображения. В тази извадка обемът на ЕМТ не е свързан с коронарната атеросклероза при пациентите с диабет тип 1. Този отрицателен резултат показва, че асоциациите не са еднакви във всички популации и ограничава обобщаването на мастния обем като универсален маркер [14].

Клиничната стойност на епикардния мастен обем трябва да се оценява на фона на възрастта, пола, общото затлъстяване, метаболитния статус и традиционните сърдечно-съдови рискови фактори. Един и същ абсолютен обем може да има различно значение в различни популации. Индексирането към телесната повърхност или други антропометрични показатели се използва в някои изследвания, но не съществува универсално приет начин за нормализация на всички методи.

Съществено предимство на КТ е възможността да се изследват едновременно съдовите изменения и анатомичният мастен компартмент. Това не означава, че количествената оценка на епикардната мастна тъкан трябва да се извършва при всеки пациент. За въвеждане в рутинната практика е необходимо да се покаже допълнителна диагностична или прогностична стойност спрямо установените клинични показатели и коронарните КТ находки. Изследователските асоциации не са равнозначни на препоръчителни терапевтични прагове.

Регионално разпределение и предсърден субстрат

Регионалната ЕМТ може да има значение, различно от това на общия мастен обем. Nalliah и съавт. съчетават образна оценка, електрофизиологично картографиране и експериментални подходи и описват връзка между локалното мастно натрупване и нарушенията на предсърдното провеждане [15]. Това подкрепя биологичната обоснованост на регионалния анализ, но не определя универсален ЯМР праг за предсърдно мъждене или избор на аблация.

Регионалната сегментация обаче е по-сложна от определянето на общ мастен обем. Необходими са ясни анатомични граници и последователно изключване на мастните депа, които не принадлежат към изследвания компартмент. Данните за връзка с предсърдни аритмии са

обещаващи, но не оправдават използването на изолиран мастен показател като основание за избор на лечение. Основните характеристики, резултати и ограничения на избрани проучвания за образната оценка на епикардната и перикоронарната мастна тъкан са представени в таблица 2.

Таблица 2. Избрани първични изследвания и ограничения

Изследване	Популация и метод	Резултат и ограничение
Henningsson, 2020 [6]	15 пациенти; cine и еднофазна 3D Dixon	По-добра възпроизводимост при cine; малка техническа извадка
Daudé, 2022 [9]	Четирикухинни ЯМР изображения; дълбоко обучение	Автоматизация на регионална сегментация; площта не е общ обем
Firouznia, 2025 [7]	92 участници; КТ и Dixon ЯМР	r = 0,92; КТ дава по-високи обеми; корелацията не доказва съгласие
Gronwald, 2026 [11]	127 пациенти с аортна стеноза; КТ и cine ЯМР	ρ = 0,627; ЯМР 47 срещу КТ 38 ml/m²; специфична популация
Gorter, 2008 [3]	60 пациенти; сърдечна КТ	Обемната оценка е по-възпроизводима от дебелина и площ; специфична клинична извадка
Oikonomou, 2018 [4]	CRISP-CT; две независими кохорти с КТ ангиография	Перикоронарният FAI е свързан със сърдечната смъртност; post-hoc анализ на проспективни данни
Commandeur, 2018 [10]	250 асимптомни лица; нативна КТ и дълбоко обучение	За ЕМТ Dice 0,823 и обемна корелация 0,924; резултатите са специфични за алгоритъма
Svanteson, 2019 [14]	88 пациенти с диабет тип 1 и 60 контроли; КТ	Липсва връзка между ЕМТ и атеросклерозата в диабетната група; ограничена обобщимост

Ограничения и бъдещи направления

Съпоставката на съвременните изследвания показва, че най-голямото предизвикателство пред въвеждането на епикардната мастна тъкан в клиничните алгоритми не е самата възможност тя да бъде измерена, а стандартизирането на измерването и доказването на допълнителна клинична полза. Технически достъпният биомаркер невинаги е клинично валидиран биомаркер. За да се оцени реалната стойност на количествената ЕМТ, бъдещите изследвания трябва да използват предварително дефинирани протоколи, независима валидация и проследяване на клинично значими крайни точки.

В условията на рутинната практика приложението на свободно достъпни инструменти за сегментация може да подпомогне научната дейност, но не отменя необходимостта от контрол на качеството. Особено полезни биха били междуцентрови сравнения с общи правила за очертаване на перикарда, публикуване на времето за обработка и представяне на вариабилността между операторите. При автоматизираните методи следва да се анализира дали алгоритъмът запазва точността си при различни апарати, дебелини на среза и пациентски популации.

Ограниченията на настоящия наративен обзор включват целенасочения подбор, липсата на формална оценка на качеството и разнородността на популациите и протоколите. Таблица 2 илюстрира методологични различия и не представлява изчерпателен списък на всички налични проучвания. Не могат да се изведат обединени ефекти, диагностични прагове или сравнително превъзходство на една модалност за всички клинични задачи.

Изводи

Епикардната и перикоронарната мастна тъкан представляват обещаващи допълнителни образни биомаркери. КТ предоставя комплексна оценка на мастния обем, атенюацията и коронарната атеросклероза; ЯМР осигурява алтернативна волуметрия и тъканна характеристика без йонизиращо лъчение. Високата възпроизводимост на отделни методи не гарантира междумодална взаимозаменяемост. Преди рутинно използване за терапевтични решения са необходими стандартизация и независимо клинично валидиране. Практическата интерпретация изисква да се посочат мастният компартмент, протоколът, софтуерът и измерваната величина. При проследяване е за предпочитане постоянна модалност и методика. Приоритет за бъдещите изследвания е доказването на добавена клинична стойност спрямо установените модели на риск.

Библиография

1. Guglielmo M, Lin A, Dey D, et al. Epicardial fat and coronary artery disease: Role of cardiac imaging. Atherosclerosis. 2021;321:30–38. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2021.02.008.
2. Antonopoulos AS, Sanna F, Sabharwal N, Thomas S, Oikonomou EK, Herdman L, et al. Detecting human coronary inflammation by imaging perivascular fat. Sci Transl Med. 2017;9(398):eaal2658. doi:10.1126/scitranslmed.aal2658.
3. Gorter PM, van Lindert ASR, de Vos AM, Meijs MFL, van der Graaf Y, Doevendans PA, et al. Quantification of epicardial and peri-coronary fat using cardiac computed tomography; reproducibility and relation with obesity and metabolic syndrome in patients suspected of coronary artery disease. Atherosclerosis. 2008;197(2):896–903. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2007.08.016.
4. Oikonomou EK, 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(10151):929–939. doi:10.1016/S0140-6736(18)31114-0.
5. Valchev G, Popova R, El Shemeri S, Bocheva Y, Usheva N, Galcheva S, et al. Applications of Routine Cardiac MRI Pulse Sequences – A Contemporary Review. J IMAB. 2019;25(4):2718–2722. doi:10.5272/jimab.2019254.2718.
6. Henningsson M, Brundin M, Scheffel T, et al. Quantification of epicardial fat using 3D cine Dixon MRI. BMC Med Imaging. 2020;20:80. doi:10.1186/s12880-020-00478-z.
7. Firouznia M, Molnar D, Edin C, et al. Head-to-Head Comparison between MRI and CT in the Evaluation of Volume and Quality of Epicardial Adipose Tissue. Radiol Cardiothorac Imaging. 2025;7(4):e240531. doi:10.1148/ryct.240531.
8. Вълчев Г, Калоянова Д, Ел Шемери С и съавт. Полуавтоматично и ръчно сегментиране на епикардна мастна тъкан от КТ и МРТ изображения с 3D Slicer. Рентгенология и радиология. 2021;60(3):177–182.
9. Daudé P, Ancel P, Confort-Gouny S, et al. Deep-Learning Segmentation of Epicardial Adipose Tissue Using Four-Chamber Cardiac Magnetic Resonance Imaging. Diagnostics. 2022;12(1):126. doi:10.3390/diagnostics12010126.
10. Commandeur F, Goeller M, Betancur J, Cadet S, Doris M, Chen X, et al. Deep Learning for Quantification of Epicardial and Thoracic Adipose Tissue From Non-Contrast CT. IEEE Trans Med Imaging. 2018;37(8):1835–1846. doi:10.1109/TMI.2018.2804799.
11. Gronwald J, Gersch SS, Böttiger Z, et al. Standardized MRI-Based Quantification of Epicardial Adipose Tissue Volume: Reproducibility and Agreement With Cardiac Computed Tomography. J Magn Reson Imaging. 2026;64(4):1052–1063. doi:10.1002/jmri.70412.
12. Вълчев Г, Ел Шемери С, Калоянова Д и съавт. Зависимост между коронарен калциев скор и епикардна мастна тъкан при пациенти с дългогодишен тип 1 захарен диабет и здрави контроли – предварителни резултати. Journal of the Union of Scientists – Varna, Medicine and Ecology Series. 2020;25(2):5–11. doi:10.14748/isuvsme.v25i1.7208.
13. Ел Шемери С, Калоянова Д, Вълчев Г и съавт. Епикардната мастна тъкан като образен биомаркер за оценка на сърдечно-метаболитния риск при пациенти с диабет тип 1 с давност

над 15 години. Journal of the Union of Scientists – Varna, Medicine and Ecology Series. 2021;26(1):38–44. doi:10.14748/isuvsme.v26i1.8118.
14. Svanteson M, Holte KB, Haig Y, Kløw NE, Berg TJ. Coronary plaque characteristics and epicardial fat tissue in long term survivors of type 1 diabetes identified by coronary computed tomography angiography. Cardiovasc Diabetol. 2019;18(1):58. doi:10.1186/s12933-019-0861-x.
15. Nalliah CJ, Bell JR, Raaijmakers AJA, et al. Epicardial Adipose Tissue Accumulation Confers Atrial Conduction Abnormality. J Am Coll Cardiol. 2020;76(10):1197–1211. doi:10.1016/j.jacc.2020.07.017.