Статья поступила: 21.05.2025
Статья принята: 13.06.2025
УДК: 616-009
МРНТИ: 76.29.34
DOI: 10.24412/1609-8692-2025-2-172-179

Тип статьи: оригинальная статья (ретроспективное исследование)

КТ-ОЦЕНКА АССОЦИАЦИЙ СТЕАТОЗА ПЕЧЕНИ, АБДОМИНАЛЬНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ И КАЛЬЦИНОЗА БРЮШНОЙ АОРТЫ: РЕТРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Салимбекова Ануара Сериковна[1], Бурибаева Жанар Куанышбековна[2]
[1] Национальный научный центр хирургии им. А.Н. Сызганова, Алматы, Казахстан
[2] Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ», Алматы, Казахстан

Введение. Стеатоз печени и атеросклеротическое поражение сосудов имеют общие метаболические детерминанты, включая ожирение, дислипидемию и нарушения углеводного обмена. Компьютерная томография позволяет одновременно оценивать плотность печени, распределение абдоминальной жировой ткани и кальциноз брюшной аорты, однако комплексная интерпретация этих признаков используется недостаточно.
Цель. Оценить по данным КТ взаимосвязи между плотностью печени, абдоминальной жировой тканью, возрастом и степенью кальциноза брюшной аорты в ретроспективной выборке пациентов.
Материалы и методы. Проведено ретроспективное исследование 120 КТ-исследований органов брюшной полости, выполненных в 2020–2024 гг. в АО «Национальный научный центр хирургии им. А.Н. Сызганова» на 160-срезовом КТ Canon Aquilion. В выборке было 55 мужчин и 65 женщин, средний возраст — 56,5±13,8 года. Плотность печени оценивали в HU по трем ROI, общую, подкожную и висцеральную жировую площадь — с использованием FatMeasurement; степень кальциноза брюшной аорты оценивали по адаптированной КТ-классификации.
Результаты. Средняя плотность печени при степенях аортального кальциноза 0–4 составляла соответственно 42,7±13,7; 26,7±21,8; 34,1±16,6; 50,2±6,0 и 31,9±16,3 HU, демонстрируя немонотонную вариабельность. Средний возраст возрастал от 52 лет при степени 0 до 71 и 70 лет при степенях 3 и 4. Общая жировая площадь (TFA) последовательно увеличивалась от 350 см² при степени 0 до 483,8 см² при степени 4, однако связь не достигла статистической значимости ($p>0,05$). В исходном анализе общая жировая площадь у женщин была выше, чем у мужчин; значимых этнических различий не выявлено.
Обсуждение. Полученные данные указывают на возрастной градиент аортального кальциноза и тенденцию увеличения абдоминальной жировой ткани при его прогрессировании. Немонотонная динамика плотности печени не позволяет утверждать о линейной связи стеатоза с выраженностью сосудистого кальциноза и требует учета сопутствующих метаболических, фиброзных и клинико-лабораторных факторов.
Заключение. Комплексная КТ-оценка печени, абдоминальной жировой ткани и брюшной аорты может расширить характеристику метаболического и сосудистого фенотипа пациента. Выявленные тенденции требуют подтверждения в более крупных исследованиях с унифицированной статистической моделью и клинико-лабораторной верификацией.
Ключевые слова: стеатоз печени; MASLD; кальциноз брюшной аорты; атеросклероз; абдоминальная жировая ткань; компьютерная томография; ретроспективное исследование.

БАУЫР СТЕАТОЗЫ, АБДОМИНАЛДЫҚ МАЙ ТІНІ ЖӘНЕ ҚҰРСАҚ АОРТАСЫНЫҢ КАЛЬЦИНОЗЫ АРАСЫНДАҒЫ БАЙЛАНЫСТАРДЫ КТ АРҚЫЛЫ БАҒАЛАУ: РЕТРОСПЕКТИВТІ ЗЕРТТЕУ

Салимбекова Ануара Сериковна[1], Бурибаева Жанар Куанышбековна[2]
[1] А.Н. Сызганов атындағы Ұлттық ғылыми хирургия орталығы, Алматы, Қазақстан
[2] «ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университеті, Алматы, Қазақстан

Кіріспе. Бауыр стеатозы мен тамырлардың атеросклероздық зақымдануында семіздік, дислипидемия және көмірсу алмасуының бұзылыстары сияқты ортақ метаболизмдік факторлар бар. Компьютерлік томография бауыр тығыздығын, абдоминалдық май тінінің таралуын және құрсақ аортасының кальцинозын бір мезгілде бағалауға мүмкіндік береді.
Мақсаты. Ретроспективті пациенттер тобында КТ деректері бойынша бауыр тығыздығы, абдоминалдық май тіні, жас және құрсақ аортасының кальциноз дәрежесі арасындағы байланыстарды бағалау.

Материалдар мен әдістер. 2020–2024 жылдары А.Н. Сызғанов атындағы Ұлттық ғылыми хирургия орталығында Canon Aquilion 160-қабатты КТ аппаратында орындалған құрсақ қуысының 120 КТ-зерттеуіне ретроспективті талдау жүргізілді. 55 ер адам және 65 әйел қамтылды, орташа жас — 56,5±13,8 жас. Бауыр тығыздығы үш ROI бойынша HU-мен, жалпы, теріасты және висцералдық май ауданы FatMeasurement көмегімен бағаланды; құрсақ аортасының кальцинозы бейімделген КТ-классификациясы бойынша сатыланды.
Нәтижелер. Аорталық кальциноздың 0-4 дәрежелерінде бауырдың орташа тығыздығы тиісінше 42,7±13,7; 26,7±21,8; 34,1±16,6; 50,2±6,0 және 31,9±16,3 HU болды. Орташа жас 0 дәрежедегі 52 жастан 3 және 4 дәрежелерде 71 және 70 жасқа дейін артты. Жалпы май ауданы 350 см²-ден 483,8 см²-ге дейін біртіндеп өсті, бірақ байланыс статистикалық мәнді болған жоқ (p>0,05). Бастапқы талдауда әйелдерде жалпы май ауданы ерлерге қарағанда жоғары болды, ал этникалық айырмашылықтар анықталған жоқ.
Талқылау. Нәтижелер аорталық кальциноздың жасқа байланысты өсуін және оның үдеуіне қарай абдоминалдық май тінінің ұлғаю үрдісін көрсетеді. Бауыр тығыздығының монотонды емес өзгеруі стеатоз бен тамыр кальцинозы арасында тікелей сызықтық байланыс бар деп қорытынды жасауға мүмкіндік бермейді және қосымша метаболизмдік, фиброздық және клиникалық факторларды ескеруді талап етеді.
Қорытынды. Бауырды, абдоминалдық май тінін және құрсақ аортасын кешенді КТ арқылы бағалау пациенттің метаболизмдік және тамырлық фенотипін толық сипаттауға мүмкіндік береді. Анықталған үрдістер ірі іріктемелерде және клиникалық-зертханалық верификациямен расталуы тиіс.
Түйінді сөздер: бауыр стеатозы; MASLD; құрсақ аортасының кальцинозы; атеросклероз; абдоминалдық май тіні; компьютерлік томография; ретроспективті зерттеу.

CT ASSESSMENT OF ASSOCIATIONS BETWEEN HEPATIC STEATOSIS, ABDOMINAL ADIPOSITY, AND ABDOMINAL AORTIC CALCIFICATION: A RETROSPECTIVE STUDY

Anuara S. Salimbekova[1], Zhanar K. Buribayeva[2]
[1] A.N. Syzganov National Scientific Center of Surgery, Almaty, Kazakhstan
[2] Kazakhstan's Medical University "School of Public Health", Almaty, Kazakhstan

Introduction. Hepatic steatosis and atherosclerotic vascular disease share metabolic determinants including obesity, dyslipidemia, and impaired glucose metabolism. Computed tomography can simultaneously characterize liver attenuation, abdominal adiposity, and abdominal aortic calcification, but integrated interpretation of these findings remains underused.
Objective. To assess CT-based associations between liver attenuation, abdominal adiposity, age, and the severity of abdominal aortic calcification in a retrospective patient cohort.
Materials and Methods. A retrospective study included 120 abdominal CT examinations performed in 2020–2024 at the A.N. Syzganov National Scientific Center of Surgery using a 160-slice Canon Aquilion scanner. The cohort comprised 55 men and 65 women with a mean age of 56.5±13.8 years. Liver attenuation was measured in HU using three regions of interest; total, subcutaneous, and visceral fat areas were assessed with FatMeasurement, and abdominal aortic calcification was graded using an adapted CT classification.
Results. Mean liver attenuation across aortic calcification grades 0–4 was 42.7±13.7, 26.7±21.8, 34.1±16.6, 50.2±6.0, and 31.9±16.3 HU, respectively, showing a non-monotonic pattern. Mean age increased from 52 years at grade 0 to 71 and 70 years at grades 3 and 4. Total fat area increased from 350 cm² at grade 0 to 483.8 cm² at grade 4, but the association was not statistically significant (p>0.05). In the original analysis, total fat area was higher in women, while no significant ethnic differences were reported.
Discussion. The findings demonstrate an age gradient of aortic calcification and a trend toward greater abdominal adiposity with increasing calcification severity. The non-monotonic pattern of liver attenuation does not support a simple linear relationship between steatosis and vascular calcification and indicates the need to account for metabolic, fibrotic, and clinical covariates.
Conclusion. Integrated CT assessment of the liver, abdominal fat, and abdominal aorta may improve characterization of the metabolic and vascular phenotype. The observed trends require confirmation in larger cohorts with standardized statistical modeling and clinical-laboratory validation.
Keywords: hepatic steatosis; MASLD; abdominal aortic calcification; atherosclerosis; abdominal adiposity; computed tomography; retrospective study.

Введение

Гепатоз - собирательный термин для печеночных состояний, характеризующихся метаболической дисфункцией гепатоцитов и жировой инфильтрацией. В современной номенклатуре спектр стеатотических заболеваний печени включает изолированный стеатоз и воспалительную форму — стеатогепатит; ранее широко использовались термины НАЖБП и НАСГ,

тогда как в настоящее время все чаще применяется концепция MASLD. Жировая трансформация печени может существовать без выраженного воспаления либо сопровождаться лобулярной воспалительной реакцией [1-5].

Неалкогольная жировая патология печени занимает ведущие позиции среди хронических заболеваний печени на глобальном уровне. По оценочным данным, заболеваемость составляет около 47 случаев на 1000 человек, а общая распространенность у взрослого населения приближается к 32%, с более высокой представленностью у мужчин. Со временем отмечается рост распространенности; региональные различия связывают с ожирением, генетической предрасположенностью и социально-экономической неоднородностью. По результатам исследования REPAIR (2016), стеатозная патология выявлялась у 32,2% казахстанских пациентов с хроническими заболеваниями печени [6-8].

При сохранении существующих демографических и клинических тенденций прогнозируется дальнейшее увеличение бремени стеатотической болезни печени [9]. В развитых странах она часто ассоциирована с ожирением, дислипидемией, сахарным диабетом и другими проявлениями метаболической дисфункции.

Атеросклеротическая и сердечно-сосудистая отягощенность также характерна для пациентов со стеатозом печени. Кальциноз коронарных артерий, артериальная гипертензия, клапанный склероз, диастолическая дисфункция, атеросклеротические бляшки и утолщение комплекса интима–медиа сонных артерий диагностируются у таких пациентов чаще [10, 11].

Атеросклероз представляет собой системное поражение сосудов и может вовлекать коронарные, сонные, бедренные артерии и аорту. Сосудистые изменения связаны с артериальной гипертензией, почечной васкулопатией, ишемической болезнью сердца, миокардиальной ишемией и инфарктом [12-15]. Недостаточная клиническая настороженность в отношении аортального компонента у пациентов со стеатотической болезнью печени может приводить к недооценке сердечно-сосудистого риска [16].

КТ-визуализация является высокоинформативным методом, позволяющим одновременно оценивать кальцинированные изменения аорты и других сосудов, плотностные характеристики печени и распределение абдоминальной жировой ткани. Вместе с тем интегрированная интерпретация этих признаков в рамках одного исследования по-прежнему используется ограниченно [17].

Цель исследования - оценить по данным компьютерной томографии взаимосвязи между плотностью печени, абдоминальной жировой тканью, возрастом и степенью кальциноза брюшной аорты в ретроспективной выборке пациентов.

Научная новизна. В одной ретроспективной КТ-выборке пациентов из Казахстана комплексно сопоставлены плотностные характеристики печени, общая и региональная абдоминальная жировая ткань, возраст и степень кальциноза брюшной аорты. Такой подход позволяет рассматривать печеночные, жировые и сосудистые КТ-признаки как компоненты единого метаболического и сосудистого фенотипа, а также определить направления для последующей клинико-лабораторной верификации.

Материалы и методы

Исследование выполнено в ретроспективном дизайне на базе отделения лучевой диагностики АО «Национальный научный центр хирургии им. А.Н. Сызганова». Проанализированы КТ-исследования, выполненные в 2020-2024 годах на 160-срезовом мультиспиральном компьютерном томографе Canon Aquilion. В аналитическую выборку вошли 120 пациентов: 55 мужчин и 65 женщин, средний возраст - 56,5±13,8 года.

Критерии включения: возраст старше 18 лет; наличие архивного КТ-исследования

органов брюшной полости с DICOM-файлами; возможность количественной оценки печеночной паренхимы, абдоминальной жировой ткани и брюшной аорты; достаточное качество визуализации целевых анатомических зон.

Критерии исключения: недостаточная визуализация печени или абдоминальной области; отсутствие необходимых DICOM-данных; выраженные артефакты, препятствующие измерениям; отсутствие данных, необходимых для оценки одного из ключевых КТ-показателей.

Количественную оценку общей, подкожной и висцеральной жировой ткани проводили на уровне пупочного сегмента, а также выше и ниже него с использованием автоматизированного приложения FatMeasurement на КТ-срезах абдоминальной области. Плотностные измерения в единицах Хаунсфилда (HU) выполняли в системе Impax PACS (Agfa Healthcare). На нативных изображениях печени выделяли три области интереса (ROI): одну в левой доле (сегмент II или III) и две в правой доле (сегменты VII/VIII и V/VI). ROI размещали с исключением сосудистых структур и очаговых изменений; средняя площадь каждой области составляла 2,5±0,15 см².

Для количественной характеристики стеатоза использовали плотностные диапазоны, приведенные в исходной методике: степень 0 - 57,75±6,18 HU (48,9-78,2); степень 1 - 51,1±4,7 HU (41,4-59,7); степень 2 - 39,3±6,4 HU (21,4-48,9); степень 3 - 22,87±7,5 HU (12-36,4). В исходном анализе различия средней плотности печени между степенями были статистически значимыми ($p<0,001$) [18-20].

Степень аортального кальциноза оценивали вручную с использованием адаптированной КТ-классификации атеросклеротических изменений на основе шкалы Gutsche J.T. (2007). Показатели общей жировой нагрузки сопоставляли со степенью кальциноза брюшной аорты и плотностью печени. Учитывали пол, возраст и этническую принадлежность. Статистическая интерпретация выполнялась по приведенным в исходном массиве значениям p; уровень $p<0,05$ рассматривался как статистически значимый.

Результаты

Плотность печени существенно варьировала в зависимости от степени кальциноза брюшной аорты, однако изменения не носили монотонного характера. При 0 степени средняя плотность печени составляла 42,7±13,7 HU. При 1 степени отмечалось снижение до 26,7±21,8 HU; при 2 степени средняя плотность повышалась до 34,1±16,6 HU; при 3 степени — до 50,2±6,0 HU; при 4 степени вновь снижалась до 31,9±16,3 HU. Распределение показателей представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Средняя плотность печени при различных степенях кальциноза брюшной аорты

Степень аортального кальциноза	Средняя плотность печени, HU
0	42,7±13,7
1	26,7±21,8
2	34,1±16,6
3	50,2±6,0
4	31,9±16,3

Возрастной состав исследуемой когорты также имел характерные особенности. Максимальное число участников - 52 человека - относилось к возрастной группе 61–74 года. В группе 46–60 лет было 35 пациентов, в группе 36-45 лет - 20, в группе

25-35 лет - 7, а в группе 75-89 лет - 6 пациентов. Возрастное распределение представлено на рисунке 1.

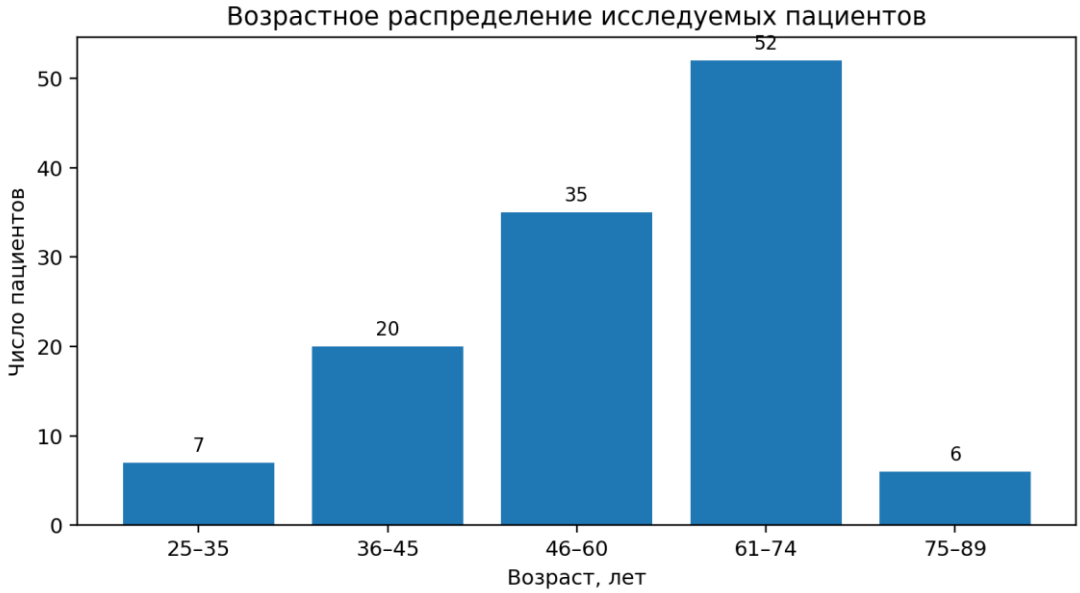


Рисунок 1 – Возрастное распределение исследуемых пациентов

При сопоставлении возраста со степенью аортального кальциноза средний возраст пациентов при степени 0 составлял 52 года, тогда как при степенях 3 и 4 достигал соответственно 71 и 70 лет. Эти данные демонстрируют выраженный возрастной градиент сосудистого кальциноза.

В исходном анализе средняя площадь жировой ткани варьировала в широком диапазоне. Подкожная жировая ткань составляла наибольшую долю общей жировой ткани, тогда как висцеральная жировая площадь была ниже. Общая жировая площадь у женщин была выше, чем у мужчин; значимых этнических различий не выявлено. Точные значения групповых сравнений и p для этих двух анализов в исходном тексте не представлены.

Прослеживалась последовательная тенденция увеличения общей жировой площади (TFA) с нарастанием степени кальциноза брюшной аорты. При степени 0 средняя TFA составляла 350 см², при степени 1 - 410 см², при степени 2 - 442,3 см², при степени 3 - 466,2 см² и при степени 4 - 483,8 см². Несмотря на последовательное увеличение показателя, статистически значимой зависимости выявлено не было ($p>0,05$). Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Общая жировая площадь (TFA) в зависимости от степени кальциноза брюшной аорты

Степень аортального кальциноза	TFA, см²
0	350
1	410
2	442,3
3	466,2
4	483,8

Примечание: *тенденция увеличения TFA с нарастанием степени кальциноза не достигла статистической значимости (p>0,05).*

Обсуждение

Полученные результаты показывают, что КТ-признаки стеатотического поражения печени, абдоминальной жировой ткани и аортального кальциноза могут сосуществовать в рамках общего метаболического и сосудистого фенотипа, однако характер их взаимосвязи не является простым и линейным.

Снижение печеночной плотности при 1 степени аортального кальциноза до 26,7±21,8 HU может соответствовать выраженной жировой инфильтрации паренхимы. При 2 степени средняя плотность увеличивалась до 34,1±16,6 HU. При 3 степени повышение до 50,2±6,0 HU не согласуется с линейной моделью «больше кальциноза - больше стеатоза» и может отражать неоднородность исследуемой группы, различия в выраженности фиброзно-склеротических изменений или влияние других клинических факторов. При максимальной, 4 степени, плотность вновь снижалась до 31,9±16,3 HU. Таким образом, вариабельность показателей требует интерпретации с учетом дополнительных лабораторных и морфологических данных.

Выраженный возрастной градиент согласуется с накопительным характером атеросклеротических и кальцифицирующих процессов. Средний возраст возрастал от 52 лет при отсутствии выраженного кальциноза до 70-71 года при степенях 3-4. При этом наибольшая доля исследуемых приходилась на возраст 61-74 года, что необходимо учитывать при интерпретации всей выборки.

Общая жировая площадь последовательно возрастала от 350 до 483,8 см² по мере увеличения степени кальциноза. Хотя такая динамика биологически согласуется с ролью абдоминального ожирения в метаболическом риске, статистическая значимость не была достигнута (p>0,05). Следовательно, данные следует рассматривать как тенденцию, а не как подтвержденную независимую ассоциацию. Отмеченное в исходном анализе большее количество общей жировой ткани у женщин и отсутствие значимых этнических различий требуют более полного статистического представления: для корректной оценки необходимо указывать групповые средние или медианы, величину эффекта и точные p-значения. Тем не менее эти наблюдения важны для последующего стратифицированного анализа.

Практическая значимость

При выполнении КТ органов брюшной полости одновременная оценка плотности печени, абдоминальной жировой ткани и кальциноза брюшной аорты не требует отдельного исследования и потенциально может расширять кардиометаболическую характеристику пациента. Стандартизированное описание этих признаков в протоколе КТ может служить основанием для дополнительной клинической оценки сердечно-сосудистого и метаболического риска.

Ограничения исследования

Ретроспективный одноцентровый дизайн ограничивает возможность установления причинно-следственных связей. Выборка сформирована среди пациентов, направленных на КТ, поэтому возможна селекционная систематическая ошибка. В исходной рукописи не представлены подробные данные о сопутствующих заболеваниях, биохимических показателях, терапии, употреблении алкоголя и выраженности фиброза печени. Для части сравнений не приведены точные статистические показатели и величины эффекта. Немонотонная динамика плотности печени при степенях аортального кальциноза требует проверки в многофакторной модели. Кроме того, использованная градация аортального кальциноза нуждается в стандартизированной воспроизводимой оценке между исследователями.

Перспективы исследования

Целесообразно проведение многоцентрового исследования с

увеличенной выборкой, стандартизированным количественным скорингом кальциноза аорты, измерением висцеральной и подкожной жировой ткани, биохимическими маркерами метаболического синдрома и независимой оценкой фиброза печени. Многофакторный регрессионный анализ позволит определить, сохраняются ли выявленные КТ-ассоциации после учета возраста, пола, сахарного диабета, дислипидемии и других смешивающих факторов.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило выраженную возрастную зависимость кальциноза брюшной аорты и выявило тенденцию увеличения общей абдоминальной жировой площади по мере нарастания его степени. При этом связь между TFA и степенью кальциноза не достигла статистической значимости. Плотность печени варьировала при разных степенях аортального кальциноза без последовательной линейной закономерности. Снижение плотности на отдельных стадиях может соответствовать жировой инфильтрации, однако для разграничения стеатоза, фиброзных изменений и влияния сопутствующих факторов необходима дополнительная клинико-лабораторная верификация.

В исходном анализе у женщин общая жировая площадь была выше, чем у мужчин, тогда как значимых этнических различий не отмечено. В совокупности полученные результаты позволяют предположить связь метаболических и сосудистых КТ-фенотипов и обосновывают дальнейшее изучение интегрированной КТ-оценки печени, абдоминальной жировой ткани и брюшной аорты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Antunes C, Azadfard M, Hoilat GJ, et al. Fatty Liver [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Updated 2023 Jan 1. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441992/
2 Teng ML, Ng CH, Huang DQ, Chan KE, Tan DJ, Lim WH, et al. Global incidence and prevalence of nonalcoholic fatty liver disease. Clin Mol Hepatol. 2023;29(Suppl):S32-S42. doi:10.3350/cmh.2022.0365.
3 Wójcik-Cichy K, Koślińska-Berkan E, Piekarska A. The influence of NAFLD on the risk of atherosclerosis and cardiovascular diseases. Clin Exp Hepatol. 2018;4(1):1-6. doi:10.5114/ceh.2018.73155.
4 Bourantas CV, Loh HP, Sherwi N, Tweddel AC, de Silva R, Lukaschuk EI, et al. Atherosclerotic disease of the abdominal aorta and its branches: prognostic implications in patients with heart failure. Heart Fail Rev. doi:10.1007/s10741-011-9284-9.
5 Нерсесов АВ, Калиаскарова КС, Раисова АМ, Кайбуллаева ДА, Джумабаева АЕ, Новицкая МС, Жанкалова ЗМ. Характеристика амбулаторных пациентов с заболеваниями печени (хронический вирусный гепатит, стеатоз печени, заболевания печени, возникшие на фоне сахарного диабета и ожирения), получающих Эссенциале® форте Н в качестве дополнения к стандартной терапии в условиях реальной практики. Medicine (Almaty). 2016;(9(171)):35-50.
6 Unal E, Idilman IS, Karaosmanoglu AD, et al. Hyperintensity at fat spared area in steatotic liver on the hepatobiliary phase MRI. Diagn Interv Radiol. 2019;25(6):416-420. doi:10.5152/dir.2019.18535.
7 Vernon G, Baranova A, Younossi ZM. Systematic review: the epidemiology and natural history of non-alcoholic fatty liver disease and non-alcoholic steatohepatitis in adults. Aliment Pharmacol Ther. 2011;34:274-285.
8 Xu L, Lu W, Li P, et al. A comparison of hepatic steatosis index, controlled attenuation parameter and ultrasound as noninvasive diagnostic tools for steatosis in chronic hepatitis B. Dig Liver Dis. 2017;49:910-917. doi:10.1016/j.dld.2017.03.013.

9 Zhang YN, Fowler KJ, Hamilton G, et al. Liver fat imaging-a clinical overview of ultrasound, CT, and MR imaging. Br J Radiol. 2018;91(1089):20170959. doi:10.1259/bjr.20170959.
10 Chowdhary V, Pernicka JS, Sharma R. Rare presentation of subcapsular hepatic steatosis in a woman with uncontrolled diabetes without peritoneal dialysis: a case report. J Med Case Rep. 2016;10(1):370. doi:10.1186/s13256-016-1152-8.
11 Graffy PM, Sandfort V, Summers RM, Pickhardt PJ. Automated liver fat quantification at nonenhanced abdominal CT for population-based steatosis assessment. Radiology. 2019;293(2):334-342. doi:10.1148/radiol.2019190512.
12 Mahmood U, Horvat N, Horvat JV, et al. Rapid switching kVp dual energy CT: value of reconstructed dual energy CT images and organ dose assessment in multiphasic liver CT exams. Eur J Radiol. 2018;102:102-108.
13 Mendonca PRS, Lamb P, Sahani DV. A flexible method for multi-material decomposition of dual-energy CT images. IEEE Trans Med Imaging. 2014;33(1):99-116.
14 Reeder SB. Emerging quantitative magnetic resonance imaging biomarkers of hepatic steatosis. Hepatology. 2013;58(6):1877-1880. doi:10.1002/hep.26543.
15 Haghshomar M. Diagnostic accuracy of CT for the detection of hepatic steatosis: a systematic review and meta-analysis. Radiology. 2024.
16 Semaan S, Vietti Violi N, Lewis S, Chatterji M, Song C, Besa C, et al. Hepatocellular carcinoma detection in liver cirrhosis: diagnostic performance of contrast-enhanced CT vs MRI with extracellular contrast vs gadoxetic acid. Eur Radiol. 2020;30(2):1020-1030. doi:10.1007/s00330-019-06458-4.
17 Choi JY, Lee JM, Sirlin CB. CT and MR imaging diagnosis and staging of hepatocellular carcinoma: part II. Extracellular agents, hepatobiliary agents, and ancillary imaging features. Radiology. 2014;273:30-50.
18 Ichikawa T, Saito K, Yoshioka N, et al. Detection and characterization of focal liver lesions: a Japanese phase III, multicenter comparison between gadoxetic acid disodium-enhanced magnetic resonance imaging and contrast-enhanced computed tomography predominantly in patients with hepatocellular carcinoma and chronic liver disease. Invest Radiol. 2010;45:133-141.
19 Cortis K, Liotta R, Miraglia R, Caruso S, Tuzzolino F, Luca A. Incorporating the hepatobiliary phase of gadobenate dimeglumine-enhanced MRI in the diagnosis of hepatocellular carcinoma: increasing the sensitivity without compromising specificity. Acta Radiol. 2016;57:923-931.
20 Bartolozzi C, Battaglia V, Bargellini I, et al. Contrast-enhanced magnetic resonance imaging of 102 nodules in cirrhosis: correlation with histological findings on explanted livers. Abdom Imaging. 2013;38:290-296.

REFERENCES

1 Antunes C, Azadfard M, Hoilat GJ, et al. Fatty Liver [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Updated 2023 Jan 1. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441992/
2 Teng ML, Ng CH, Huang DQ, Chan KE, Tan DJ, Lim WH, et al. Global incidence and prevalence of nonalcoholic fatty liver disease. Clin Mol Hepatol. 2023;29(Suppl):S32-S42. doi:10.3350/cmh.2022.0365.
3 Wójcik-Cichy K, Koślińska-Berkan E, Piekarska A. The influence of NAFLD on the risk of atherosclerosis and cardiovascular diseases. Clin Exp Hepatol. 2018;4(1):1-6. doi:10.5114/ceh.2018.73155.
4 Bourantas CV, Loh HP, Sherwi N, Tweddel AC, de Silva R, Lukaschuk EI, et al. Atherosclerotic disease of the abdominal aorta and its branches: prognostic implications in patients with heart failure. Heart Fail Rev. doi:10.1007/s10741-011-9284-9.
5 Nersesov AV, Kaliaskarova KS, Raisova AM, Kaibullaeva DA, Dzhumabaeva AE, Novitskaya MS, Zhankalova ZM. Characteristics of outpatients with liver diseases (chronic viral hepatitis,

hepatic steatosis, liver disease associated with diabetes mellitus and obesity) receiving Essentiale Forte N as an adjunct to standard therapy in real-world practice. Medicine (Almaty). 2016;(9(171)):35-50. [In Russian].
6 Unal E, Idilman IS, Karaosmanoglu AD, et al. Hyperintensity at fat spared area in steatotic liver on the hepatobiliary phase MRI. Diagn Interv Radiol. 2019;25(6):416-420. doi:10.5152/dir.2019.18535.
7 Vernon G, Baranova A, Younossi ZM. Systematic review: the epidemiology and natural history of non-alcoholic fatty liver disease and non-alcoholic steatohepatitis in adults. Aliment Pharmacol Ther. 2011;34:274-285.
8 Xu L, Lu W, Li P, et al. A comparison of hepatic steatosis index, controlled attenuation parameter and ultrasound as noninvasive diagnostic tools for steatosis in chronic hepatitis B. Dig Liver Dis. 2017;49:910-917. doi:10.1016/j.dld.2017.03.013.
9 Zhang YN, Fowler KJ, Hamilton G, et al. Liver fat imaging-a clinical overview of ultrasound, CT, and MR imaging. Br J Radiol. 2018;91(1089):20170959. doi:10.1259/bjr.20170959.
10 Chowdhary V, Pernicka JS, Sharma R. Rare presentation of subcapsular hepatic steatosis in a woman with uncontrolled diabetes without peritoneal dialysis: a case report. J Med Case Rep. 2016;10(1):370. doi:10.1186/s13256-016-1152-8.
11 Graffy PM, Sandfort V, Summers RM, Pickhardt PJ. Automated liver fat quantification at nonenhanced abdominal CT for population-based steatosis assessment. Radiology. 2019;293(2):334-342. doi:10.1148/radiol.2019190512.
12 Mahmood U, Horvat N, Horvat JV, et al. Rapid switching kVp dual energy CT: value of reconstructed dual energy CT images and organ dose assessment in multiphasic liver CT exams. Eur J Radiol. 2018;102:102-108.
13 Mendonca PRS, Lamb P, Sahani DV. A flexible method for multi-material decomposition of dual-energy CT images. IEEE Trans Med Imaging. 2014;33(1):99-116.
14 Reeder SB. Emerging quantitative magnetic resonance imaging biomarkers of hepatic steatosis. Hepatology. 2013;58(6):1877-1880. doi:10.1002/hep.26543.
15 Haghshomar M. Diagnostic accuracy of CT for the detection of hepatic steatosis: a systematic review and meta-analysis. Radiology. 2024.
16 Semaan S, Vietti Violi N, Lewis S, Chatterji M, Song C, Besa C, et al. Hepatocellular carcinoma detection in liver cirrhosis: diagnostic performance of contrast-enhanced CT vs MRI with extracellular contrast vs gadoxetic acid. Eur Radiol. 2020;30(2):1020-1030. doi:10.1007/s00330-019-06458-4.
17 Choi JY, Lee JM, Sirlin CB. CT and MR imaging diagnosis and staging of hepatocellular carcinoma: part II. Extracellular agents, hepatobiliary agents, and ancillary imaging features. Radiology. 2014;273:30-50.
18 Ichikawa T, Saito K, Yoshioka N, et al. Detection and characterization of focal liver lesions: a Japanese phase III, multicenter comparison between gadoxetic acid disodium-enhanced magnetic resonance imaging and contrast-enhanced computed tomography predominantly in patients with hepatocellular carcinoma and chronic liver disease. Invest Radiol. 2010;45:133-141.
19 Cortis K, Liotta R, Miraglia R, Caruso S, Tuzzolino F, Luca A. Incorporating the hepatobiliary phase of gadobenate dimeglumine-enhanced MRI in the diagnosis of hepatocellular carcinoma: increasing the sensitivity without compromising specificity. Acta Radiol. 2016;57:923-931.
20 Bartolozzi C, Battaglia V, Bargellini I, et al. Contrast-enhanced magnetic resonance imaging of 102 nodules in cirrhosis: correlation with histological findings on explanted livers. Abdom Imaging. 2013;38:290-296.

Декларации

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование выполнено без внешнего финансирования со стороны коммерческих организаций и медицинских представительств.

Этические аспекты. Исследование носило ретроспективный неинтервенционный характер и основывалось на анализе архивных КТ-исследований и DICOM-данных. Дополнительные диагностические или лечебные процедуры в рамках данного анализа не назначались, непосредственного контакта с пациентами не осуществлялось. При обработке данных соблюдались требования конфиденциальности; результаты анализировались и представлялись в обезличенном виде.

Доступность данных. Обезличенные данные, подтверждающие результаты исследования, могут быть предоставлены авторами по обоснованному запросу при соблюдении требований конфиденциальности и внутренних правил организации.

Заявление о публикации. Авторы заявляют, что материал ранее не публиковался и не находится на рассмотрении в другом издании.

Вклад авторов

Салимбекова Ануара Сериковна - Conceptualization; Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Writing - original draft; Writing - review & editing.

Бурибаева Жанар Куанышбековна - Conceptualization; Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Writing - original draft; Writing - review & editing.

Оба автора прочитали и одобрили окончательную версию рукописи и несут ответственность за ее содержание.

Сведения об авторах

Корреспондирующий автор. Салимбекова Ануара Сериковна - врач лучевой диагностики, врач ультразвуковой диагностики Городской клинической больницы № 5; магистрант 1-го курса Казахстанского медицинского университета «ВШОЗ», Алматы, Казахстан. Тел.: +7 708 116 7877. E-mail: anuar.salimbekova@gmail.com.

Бурибаева Жанар Куанышбековна - доктор медицинских наук, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой «Эпидемиология, доказательная медицина и биостатистика», Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ», Алматы, Казахстан. Тел.: +7 701 351 2033. E-mail: mm-antai@mail.ru. ORCID: 0000-0003-3871-8002.

Декларациялар

Мүдделер қақтығысы. Авторлар мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.

Қаржыландыру. Зерттеу коммерциялық ұйымдар мен медициналық өкілдіктердің сыртқы қаржыландыруынсыз орындалды.

Этикалық аспектілер. Зерттеу ретроспективті, интервенциялық емес сипатта жүргізілді және архивтік КТ-зерттеулер мен DICOM-деректерді талдауға негізделді. Осы талдау шеңберінде қосымша диагностикалық немесе емдік рәсімдер тағайындалған жоқ және пациенттермен тікелей байланыс жүргізілмеді. Деректерді өңдеу кезінде құпиялылық талаптары сақталды; нәтижелер иесіздендірілген түрде талданып, ұсынылды.

Деректердің қолжетімділігі. Зерттеу нәтижелерін растайтын иесіздендірілген деректер құпиялылық талаптары мен ұйымның ішкі ережелерін сақтай отырып, негізделген сұрау бойынша авторлардан алынуы мүмкін.

Жарияланым туралы мәлімдеме. Авторлар материалдың бұрын жарияланбағанын және басқа басылымда қаралып жатпағанын мәлімдейді.

Авторлардың үлесі
Салимбекова Ануара Сериковна - Conceptualization; Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Writing - original draft; Writing - review & editing.
Бурибаева Жанар Куанышбековна - Conceptualization; Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Writing - original draft; Writing - review & editing.
Екі автор да қолжазбаның соңғы нұсқасын оқып, мақұлдады және оның мазмұнына жауапкершілік алады.
Авторлар туралы мәлімет
Корреспондент автор. Салимбекова Ануара Сериковна - № 5 Қалалық клиникалық ауруханасының сәулелік диагностика дәрігері және ультрадыбыстық диагностика дәрігері; «ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университетінің 1-курс магистранты, Алматы, Қазақстан. Тел.: +7 708 116 7877. E-mail: anuar.salimbekova@gmail.com.
Бурибаева Жанар Куанышбековна - медицина ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор, «Эпидемиология, дәлелді медицина және биостатистика» кафедрасының меңгерушісі, «ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университеті, Алматы, Қазақстан. Тел.: +7 701 351 2033. E-mail: mm-antai@mail.ru. ORCID: 0000-0003-3871-8002.

Declarations
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.
Funding. The study received no external funding from commercial organizations or medical representatives.
Ethical considerations. The study was retrospective and non-interventional and was based on analysis of archived CT examinations and DICOM data. No additional diagnostic or therapeutic procedures were assigned for this analysis, and there was no direct contact with patients. Confidentiality requirements were observed during data processing, and results were analyzed and reported in de-identified form.
Data availability. De-identified data supporting the findings may be made available by the authors upon reasonable request, subject to confidentiality requirements and institutional rules.
Publication statement. The authors declare that the material has not been previously published and is not under consideration elsewhere.
Author contributions
Anuara S. Salimbekova - Conceptualization; Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Writing - original draft; Writing - review & editing.
Zhanar K. Buribayeva - Conceptualization; Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Writing – original draft; Writing - review & editing.
Both authors read and approved the final version of the manuscript and take responsibility for its content.
Author information
Corresponding author. Anuara S. Salimbekova - radiologist and ultrasound physician, City Clinical Hospital No. 5; first-year Master's student, Kazakhstan's Medical University "School of Public Health", Almaty, Kazakhstan. Tel.: +7 708 116 7877. E-mail: anuar.salimbekova@gmail.com.
Zhanar K. Buribayeva - Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Epidemiology, Evidence-Based Medicine and Biostatistics, Kazakhstan's Medical University "School of Public Health", Almaty, Kazakhstan. Tel.: +7 701 351 2033. E-mail: mm-antai@mail.ru. ORCID: 0000-0003-3871-8002.