



УДК 616-084
DOI: 10.35693/2500-1388-2023-8-4-271-280



Популяционное исследование паракардиального жира как фактора риска болезней системы кровообращения (на материалах Московского эксперимента по применению компьютерного зрения в лучевой диагностике)

© Ю.А. Васильев, И.В. Гончарова, А.В. Владимирский, И.М. Шулькин, К.М. Арзамасов

ГБУЗ города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы» (Москва, Россия)

Аннотация

Цель – изучить распространенность фактора риска болезней системы кровообращения – паракардиального жира – у населения г. Москвы на основе автоматизированного анализа результатов лучевых исследований.

Материал и методы. Проведено ретроспективное описательное эпидемиологическое исследование. Проанализированы результаты компьютерной томографии органов грудной клетки 113 408 пациентов. Анализ выполнялся в автоматизированном режиме ИИ-сервисами и включал определение факта наличия паракардиального жира, а также измерение его объема.

Результаты. Паракардиальный жир выявлен у 66,5% обследованных лиц. Удельный вес мужчин составил 45,7%, женщин – 54,3% ($p < 0,001$). Объем паракардиального жира колебался в диапазоне от 1 до 1517 мл; среднее значение составляло 282,1. Средний объем паракардиального жира у мужчин (326,0 мл) оказался статистически значимо выше, чем у женщин (244,7 мл) в каждой возрастной группе. Клинически значимый объем паракардиального жира (≥ 200 мл) выявлен у 33 081 человек, что составило 64,0% от числа лиц с наличием этого фактора риска. Объем паракардиального жира был клинически значим у 71,1% мужчин и 57,9% женщин из числа лиц с выявленным фактором риска ($p < 0,001$).

Выводы. Распространенность фактора риска сердечно-сосудистых заболеваний паракардиальный жир для населения г. Москвы составила 5,97 на 1000 человек. На клинически значимом уровне паракардиальный жир чаще всего встречается у обоих полов в пожилом (78,7%) и старческом возрастах (78,2%). Увеличение возраста на 5 лет в 1,282 раза увеличивает вероятность наличия данного фактора риска и в 2,981 раза вероятность его наличия на клинически значимом уровне.

Ключевые слова: паракардиальный жир, сердечно-сосудистые заболевания, искусственный интеллект, компьютерная томография, оппортунистический скрининг.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Васильев Ю.А., Гончарова И.В., Владимирский А.В., Шулькин И.М., Арзамасов К.М. Популяционное исследование паракардиального жира как фактора риска болезней системы кровообращения (на материалах Московского эксперимента по применению компьютерного зрения в лучевой диагностике). *Наука и инновации в медицине*. 2023;8(4):271-280. doi: 10.35693/2500-1388-2023-8-4-271-280

Соблюдение этических стандартов: данное исследование основано на результатах Эксперимента по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения в системе здравоохранения города Москвы, утвержденного этическим комитетом (выписка из протокола №2 НЭК МРО POPP от 20 февраля 2020 года), также зарегистрированного на ClinicalTrials (NCT04489992).

Сведения об авторах

Васильев Ю.А. – канд. мед. наук, директор. ORCID: 0000-0002-0208-5218 E-mail: npcmr@zdrav.mos.ru

Гончарова И.В. – заведующая отделом, врач-рентгенолог. ORCID: 0000-0003-3662-8601 E-mail: GoncharovalV5@zdrav.mos.ru

Владимирский А.В. – д-р мед. наук, профессор, заместитель директора по научной работе. ORCID: 0000-0002-2990-7736 E-mail: VladzimirskijAV@zdrav.mos.ru

Шулькин И.М. – заместитель директора по перспективному развитию. ORCID: 0000-0002-7613-5273 E-mail: ShulkinIM@zdrav.mos.ru

Арзамасов К.М. – канд. мед. наук, руководитель отдела медицинской информатики, радиомики и радиогеномики. ORCID: 0000-0001-7786-0349 E-mail: ArzamasovKM@zdrav.mos.ru

Автор для переписки

Владимирский Антон Вячеславович

Адрес: Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий, ул. Петровка, 24, стр. 1, г. Москва, Россия, 127051. E-mail: VladzimirskijAV@zdrav.mos.ru

Финансирование: исследование выполнено в рамках государственного задания «Научные методологии устойчивого развития технологий искусственного интеллекта в медицинской диагностике», регистрационный номер ЕГИСУ: 123031500004-5.

БСК – болезни системы кровообращения; КТ ОГК – компьютерная томография органов грудной клетки; ТИИ – технология искусственного интеллекта; ЕРИС ЕМИАС – Единый радиологический информационный сервис Единой медицинской информационно-аналитической системы.

Рукопись получена: 27.03.2023

Рецензия получена: 18.04.2023

Решение о публикации принято: 09.05.2023

A population study of paracardial fat as a risk factor for cardiovascular diseases (based on the data of the Moscow experiment on the use of computer vision in radiodiagnosis)

© Yuri A. Vasilev, Inna V. Goncharova, Anton V. Vladzimirskii, Igor M. Shulkin, Kirill M. Arzamasov

Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department (Moscow, Russia)

Abstract

Aim – to study the prevalence of paracardial fat as a risk factor for cardiovascular diseases in Moscow population using an automated analysis of the results of radiological examinations.

Material and methods. The research was designed as descriptive, retrospective epidemiological study. The results of chest computed tomography of 113,408 patients served as the study data. The data was analyzed by AI services in an automated mode for the presence of paracardial fat and calculation of its volume.

Results. The paracardial fat was detected in 66.5% of the examined persons. The proportion of men was 45.7%, women – 54.3% ($p < 0.001$). The volume of paracardial fat fluctuated in the range from 1.0 to 1517.0 ml; the average value was 282.1 ml. The average volume of paracardial fat in men (326.0 ml) was significantly larger than in women (244.7 ml) in each age group. The clinically significant volume of paracardial fat (≥ 200 ml) was detected in 33,081 individuals (in 64.0% of people having this risk factor). The risk factor was clinically significant in 71.1% of men and in 57.9% of women ($p < 0.001$).

Conclusion. The prevalence of paracardial fat in Moscow population was 5.97 per 1000 individuals. A clinically significant volume of paracardial fat was most often found in both sexes in the elderly (78.7%) and senile age groups (78.2%). Each 5 years of age increased the probability of this risk factor incidence by 1.282 times in general; and the risk of developing its clinical form – by 2.981 times in particular.

Keywords: paracardial fat, cardiovascular disease, artificial intelligence, computed tomography, opportunistic screening.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Vasilev YuA, Goncharova IV, Vladzimirskii AV, Shulkin IM, Arzamasov KM. **A population study of paracardial fat as a risk factor for cardiovascular diseases (based on the data of the Moscow experiment on the use of computer vision in radiodiagnosis).** *Science and Innovations in Medicine.* 2023;8(4):271-280. doi: 10.35693/2500-1388-2023-8-4-271-280

Compliance with ethical standards: This study is based on the results of the Moscow Experiment on the use of innovative technologies of computer vision for medical images analysis and further application in the Moscow Healthcare System, approved by the Ethical Committee (extract from the protocol N 2 NEC MRO RORR dated February 20, 2020), also registered on ClinicalTrials.gov (NCT04489992).

Information about authors

Yurii A. Vasilev – PhD, Director. ORCID: 0000-0002-0208-5218

E-mail: npcmr@zdrav.mos.ru

Inna V. Goncharova – Head of Department, radiologist.

ORCID: 0000-0003-3662-8601 E-mail: GoncharovaIV5@zdrav.mos.ru

Anton V. Vladzimirskii – PhD, Professor, Deputy Director for Research.

ORCID: 0000-0002-2990-7736 E-mail: VladzimirskijAV@zdrav.mos.ru

Igor M. Shulkin – Deputy Director for Prospective Development.

ORCID: 0000-0002-7613-5273 E-mail: ShulkinIM@zdrav.mos.ru

Kirill M. Arzamasov – PhD, Head of the Department of Medical Informatics, Radiomics and Radiogenomics. ORCID: 0000-0001-7786-0349

E-mail: ArzamasovKM@zdrav.mos.ru

Corresponding Author

Anton V. Vladzimirskii

Address: Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, 24/1 Petrovka st., Moscow, Russia, 127051.

E-mail: VladzimirskijAV@zdrav.mos.ru

Received: 27.03.2023

Revision Received: 18.04.2023

Accepted: 09.05.2023

Funding: The study was supported by the state assignment "Scientific Methodologies for Sustainable Development of Artificial Intelligence Technologies in Medical Diagnostics", registration number in EGISU: 123031500004-5.

ВВЕДЕНИЕ

На фоне значительного прогресса медицинской науки в вопросах диагностики, лечения и реабилитации, болезни системы кровообращения (БСК) по-прежнему сохраняют свою высокую клиническую, социально-демографическую и экономическую значимость. Высокий уровень заболеваемости, устойчивое лидерство БСК в числе основных причин смерти вынуждают все большее внимание уделять профилактике, превентивным мероприятиям, направленным на минимизацию или полное преодоление факторов риска. Продолжается научный поиск в вопросах клинической значимости факторов риска, их комбинированного воздействия. Установлена актуальность создания новых неинвазивных методов скрининга, направленных на выявление предикторов и раннюю диагностику БСК [1–7].

В последние годы изучается значимость рентгенологически определяемого объема паракардиального жира как фактора риска сердечно-сосудистых заболеваний. В рентгенологии под паракардиальным жиром понимают окружающую сердце жировую ткань, расположенную вне сердечной сумки, но соприкасающуюся с ее поверхностью.

Значимость наличия и объема паракардиального жира как предиктора БСК (в частности, обструкции коронарных артерий, внезапной коронарной смерти) достаточно убедительно показана в целом ряде научных публикаций, в том числе в метаанализе, опубликованном еще в 2014 году [8–14]. В настоящее время продолжается изучение рентгенологических особенностей и взаимосвязей характеристик паракардиального жира и атеросклеротического поражения коронарных сосудов; исследуются механизмы патогенетического влияния и возможности медикаментозного воздействия на объем жировой ткани [15–20].

На фоне очевидной клинической значимости знания о распространенности и характеристиках паракардиального

жира в популяции практически отсутствуют. Опубликованные к настоящему времени исследования рассматривают только отдельные половозрастные группы [21–23]. Указанная ситуация вполне объяснима. По-настоящему массовые целенаправленные обследования населения с целью выявления и морфометрии паракардиального жира сопряжены со значительными материально-техническими затратами и дополнительной лучевой нагрузкой (даже при условии использования низкодозовой компьютерной томографии). Данный фактор риска изучается либо на ограниченных выборках, либо фигурирует как дополнительная находка в программах селективного скрининга онкологических заболеваний [24].

Вместе с тем возможным решением является концепция оппортунистического скрининга – автоматизированного выявления факторов риска и радиомических признаков социально-значимых заболеваний на результатах лучевых исследований, выполненных с различными диагностическими целями. В такой ситуации исследование назначается для решения конкретной клинической задачи, на которой и сфокусирован врач-рентгенолог. Параллельно результат исследования подвергается автоматизированному анализу для скрининга возможных патологических состояний. Оппортунистический скрининг значительно расширяет возможности превентивной медицины, при этом не создает дополнительной нагрузки на службу лучевой диагностики.

В настоящее время компьютерная томография органов грудной клетки (КТ ОГК) – одно из самых массовых диагностических исследований, выполняемых как в амбулаторных, так и в стационарных условиях. Ранее нашими коллегами показана возможность использования программного обеспечения на основе технологий искусственного интеллекта (ГИИ) для выявления и морфометрии паракардиального жира на результатах КТ ОГК [25]. Соответствующая концепция оппортунистического

скрининга реализована в научном «Эксперименте по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения в системе здравоохранения города Москвы» (mosmed.ai) (далее – Московский эксперимент) [26]. Вместе с тем изучение и обсуждение самой концепции оппортунистического скрининга выходит за рамки данной статьи. Дело в том, что в ходе Московского эксперимента накоплены результаты автоматизированного анализа КТ ОГК по выявлению различных факторов риска хронических неинфекционных заболеваний; это обусловило возможность исследования распространенности и характеристик паракардиального жира на популяционном уровне, с использованием данных сотен тысяч пациентов.

■ ЦЕЛЬ

Изучить распространенность фактора риска болезней системы кровообращения – паракардиального жира – у населения г. Москвы на основе автоматизированного анализа результатов лучевых исследований.

■ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Дизайн: ретроспективное описательное эпидемиологическое исследование.

Период исследования: июль 2021 г. – декабрь 2022 г. Работа выполнена в рамках «Эксперимента по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения в системе здравоохранения города Москвы», проводимого с 2020 года при поддержке Правительства Москвы (mosmed.ai) [26]. Для реализации Московского эксперимента сотрудниками ГБУЗ г. Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицины Департамента здравоохранения Москвы» разработаны уникальные методологии этапной оценки диагностической точности и надежности, посредством которых проводятся технологические и клинические мониторинги, комплексно изучается влияние ТИИ на безопасность, качество и экономические показатели медицинской помощи. Московский эксперимент – крупнейшее в мире проспективное клиническое исследование применимости и качества ТИИ в лучевой диагностике. На момент подготовки статьи в нем участвуют свыше 70 ИИ-сервисов, которыми проанализированы результаты 8,9 млн лучевых исследований из более чем 150 медицинских организаций г. Москвы (в 2022 году к Эксперименту подключились медицинские организации Ямало-Ненецкого автономного округа).

В процессе Московского эксперимента в информационную систему в сфере здравоохранения субъекта РФ – Единый радиологический информационный сервис Единой медицинской информационно-аналитической системы (ЕРИС ЕМИАС) г. Москвы – интегрируются программные решения на основе технологий искусственного интеллекта (далее – ИИ-сервисы). Данные решения осуществляют автоматический анализ результатов лучевых исследований по разным модальностям. После этого исходные результаты и результаты автоматизированного анализа становятся доступны врачу-рентгенологу для интерпретации, описания и формирования протокола. Процедурами

Московского эксперимента предусмотрено этапное тестирование, технологический и клинический мониторинг ИИ-сервисов, комплексное научное изучение результатов их применения [26].

В рамках Московского эксперимента осуществляют работу два ИИ-сервиса для анализа результатов компьютерной томографии органов грудной клетки (КТ ОГК), в том числе осуществляющие выявление и морфометрию паракардиального жира: «ТретьеМнение_PCLIPOS» (ООО «Платформа Третье Мнение»), CardiacFat-IRA (ООО «Интеллидженд радиолоджи ассистанс лабораторис» (АЙРА Лабс)).

Высокие показатели диагностической точности указанных ИИ-сервисов обеспечивают применимость результатов автоматизированного анализа для эпидемиологического исследования (таблица 1).

ИИ-сервисы имеют различный функционал, так как на ранних этапах Московского эксперимента осуществлялось только бинарное определение факта наличия целевого фактора риска. Позднее в требования к результатам работы ИИ-сервисов включено автоматическое измерение объема паракардиального жира.

Компьютерная томография органов грудной клетки назначалась лечащими врачами, выполнялась рентгенолаборантами в медицинских организациях государственной системы здравоохранения г. Москвы, которые оказывали медицинскую помощь в амбулаторных или стационарных условиях.

В анализ включены все субъекты исследования (n=113 408), для которых были получены данные по крайней мере по одному анализируемому параметру. Анализ выполнен со стратификацией по полу и возрасту. Использовались возрастные группы в соответствии с классификацией ВОЗ: молодой возраст – 18–44 лет; средний возраст – 45–59 лет; пожилой возраст – 60–74 лет; старческий возраст – 75–89 лет; долгожители – 90 лет и более.

В автоматизированном режиме на КТ ОГК ИИ-сервисами определялись факт наличия искомого фактора риска (бинарная оценка – да/нет), расчет общего объема паракардиального жира (клинически значимым считался объем ≥ 200 мл) [27, 28].

В ЕРИС ЕМИАС сохранены результаты анализа КТ ОГК ИИ-сервисами. Это позволило нам проанализировать характеристики и структуру распространенности фактора риска БСК – паракардиального жира – на популяционном уровне.

Для анализа и обработки данных использованы следующие методы.

1. Методы статистического анализа. Методы описательной статистики с указанием следующих показателей: число непропущенных значений (N), минимальное значение (Min), максимальное значение (Max), арифметическое

Программное обеспечение на основе технологий искусственного интеллекта	Площадь под характеристической кривой	95% доверительный интервал
ТретьеМнение_PCLIPOS	0,99	0,98-1,0
CardiacFat-IRA	0,99	0,98-1,0

Таблица 1. Показатель диагностической точности – площадь под характеристической кривой ИИ-сервисов, использованных для выявления паракардиального жира

Table 1. Indicator of diagnostic accuracy – the area under the curve of AI services used to detect the paracardial fat

среднее (M), стандартное отклонение (SD), 95 % доверительный интервал (ДИ) для среднего, медиана (Me), 1-й и 3-й квартили (Q1, Q3). Сравнение категориальных данных между группами было проведено с помощью χ^2 -критерия. Для численных данных использовался дисперсионный анализ (ANOVA). Априорное (post-hoc) попарное сравнение проводилось с помощью t-теста с поправкой на множественность сравнения по методу Тьюки. Уровнем статистической значимости принято значение 0,05 (двустороннее). Также проведено построение моделей логистической регрессии (зависимая переменная – факт наличия или отсутствия фактора риска для каждого субъекта исследования; факторы модели – пол, возраст, а также квадрат возраста в случае нелинейной зависимости от возраста). Для каждого фактора была проведена оценка отношения шансов (ОШ) наличия фактора риска (Odds Ratio, OR) и 95% ДИ для OR. Статистическая обработка была выполнена с помощью программы «Stata14®».

2. Построение и анализ интервальных динамических рядов.

3. Определение показателя распространенности как отношения числа случаев к среднегодовой численности населения, умноженное на 1000. Использовано среднее значение среднегодовой численности населения за 2021 год 12 645 258 (по открытым данным Управления Федеральной службы государственной статистики по г. Москве и Московской области).

Терминологическое уточнение: в тексте говорится о «наличии паракардиального жира», при этом подразумевается наличие рентгенологически определяемого паракардиального жира на результатах КТ ОГК. Верификация наличия и характеристик данного фактора риска иными методами не требовалась и не проводилась.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В указанный период времени в государственных медицинских организациях г. Москвы, оказывающих помощь в амбулаторных условиях, выполнено 739 140 КТ ОГК; эти исследования назначались лечащими врачами для решения различных задач. Из этого количества 91,3% (674 943) КТ ОГК были проанализированы ИИ-сервисами, в том числе – 113 408 (15,4% от общего количества) для выявления целевого фактора риска. В исследование включены результаты исследований 113 408 пациентов, у которых выполнено бинарное определение факта наличия паракардиального жира, из этого числа у 51 716 проведено измерение его объема.

Результаты КТ ОГК 113 408 лиц были проанализированы программным обеспечением на основе технологий искусственного интеллекта для выявления и морфометрии паракардиального жира.

Фактор риска паракардиальный жир выявлен у 66,5% (75 506) обследованных лиц (средний возраст 64,9±16,1, мода – 67, медиана – 75). Распространенность (отношение число случаев к среднегодовой численности населения * 1000; в среднем за 2021 год, по данным Мосгорстата, 12 645 258) паракардиального жира у населения г. Москвы составила 5,97 на 1000 человек. Удельный вес мужчин составил 45,7% (34 487), женщин – 54,3% (41 019). Соответственно у мужчин данный фактор риска статистически значимо выявлялся чаще (z-критерий 16,6, p<0,001).

Возрастная группа, лет	Мужчины	Женщины	Суммарно
18–44	6 800/11 262 (60,4%)	5 337/10 184 (52,4%)	12 137/21 446 (56,6%)
45–59	8 478/12 113 (70,0%)	7 541/12 270 (61,5%)	16 019/24 383 (65,7%)
60–74	13 064/18 057 (72,4%)	15 973/22 936 (69,6%)	29 037/40 993 (70,8%)
75–89	5 702/8 134 (70,1%)	10 824/15 720 (69,9%)	16 526/23 854 (69,3%)
90 и более	443/671 (66,0%)	1 344/2 061 (65,2%)	1 787/2 732 (65,4%)
Суммарно	34 487/50 237 (68,7%)	41 019/63 171 (64,9%)	75 506/113 408 (66,5%)
p	<0,001	<0,001	<0,001

Таблица 2. Распределение лиц с фактором риска (паракардиальный жир) по возрастным группам

Table 2. Distribution of persons with a risk factor (paracardial fat) by age groups

Распределение лиц с фактором риска паракардиальный жир по возрастным группам представлено в **таблице 2**.

Большинство лиц, у которых при КТ-исследованиях выявлен паракардиальный жир, относятся к группе пожилого возраста (38,5%), второе место, почти в равных долях, занимают группы среднего и старческого возрастов (21,2% и 21,9% соответственно). Меньше всего обследованных с данным фактором риска относятся к группе долгожителей (2,4%).

В целом отмечается увеличение с возрастом удельного веса лиц с наличием паракардиального жира в первых трех возрастных группах; далее – в группах старческого возраста и долгожителей – удельный вес снижается.

Аналогичная тенденция имеется и при расчетах отдельно для мужчин и женщин. Однако у женского населения есть особенность: удельный вес лиц с паракардиальным жиром в группах пожилого и старческого возраста практически идентичен (69,6% и 69,9% соответственно). Отметим, что в группе долгожителей-женщин этот показатель снижается до 65,2%, что соответствует тенденциям у мужского населения и в целом по выборке.

В первых трех возрастных группах у мужчин паракардиальный жир статистически значимо выявлялся чаще, чем у женщин. Особенно велики различия в молодом (6800 (60,4%) против 5337 (52,4%), Хи-квадрат=138, p<0,001) и среднем (8478 (70,0%) против 7541 (61,5), Хи-квадрат=197, p<0,001) возрастах. В группе 75–89 лет можно говорить уже лишь о наличии тенденции к различиям (p=0,048), у долгожителей значимые различия отсутствуют вовсе (p=0,702).

Для выявления параметров, влияющих на риск наличия паракардиального жира, использована логистическая регрессия. Установлено, что отношение шансов выявления наличия паракардиального жира у мужчин по сравнению с женщинами того же возраста составляет 1,24 (95% ДИ 1,209; 1,272; значение z-критерия 16,6, p<0,001). Увеличение возраста на 5 лет в 1,282 раза увеличивает вероятность наличия данного фактора риска (95% ДИ 1,256; 1,272; значение z-критерия 24,0, p<0,001).

Автоматизированная морфометрия паракардиального жира с расчетом его объема в миллилитрах выполнена у 51 716 обследованных; соответствующие результаты представлены в **таблице 3**.

Пол	Параметр	Возрастная группа, лет					
		18–44	45–59	60–74	75–89	90 и более	Суммарно
Суммарно	N	11 211	11 273	17 743	10 406	1 083	51 716
	Mean	171,2	273,8	336,3	319,2	273,0	282,1
	SD	110,8	154,3	168,9	153,5	134,3	163,5
	95% ДИ	(169,2; 173,3)	(271,0; 276,7)	(333,8; 338,8)	(316,2; 322,1)	(265,0; 281,0)	(280,7; 283,5)
	Min	1	1	1	3	2	1
	Max	1 210	1 468	1 319	1 517	1 018	1 517
	Med	137	238	305	295	257	252
	Q1	93	162	213	212	178	160
	Q3	216	345	424	400	351	369
	F(ANOVA)		2252,7				
P		<0,0001					
Мужчины	N	6 052	5 810	8 109	3 556	243	23 770
	Mean	206,2	324,2	394,4	376,6	332,2	326,0
	SD	124,7	175,7	193,2	181,2	154,5	187,2
	95% ДИ	(203,1; 209,4)	(319,7; 328,7)	(390,2; 398,6)	(370,7; 382,6)	(312,7; 351,7)	(323,7; 328,4)
	Min	1	1	2	3	17	1
	Max	1 210	1 468	1 319	1 517	901	1 517
	Med	174	293,5	369	353	307	294
	Q1	113	193	251	245	219	183
	Q3	268	423	503	480	421	433
	F(ANOVA)		1139,1				
P		<0,0001					
Женщины	N	5 159	5 463	9 634	6 850	840	27 946
	Mean	130,1	220,3	287,3	289,3	255,9	244,7
	SD	72,9	103,6	126,0	127,1	122,7	128,9
	95% ДИ	(128,2; 132,1)	(217,5; 223,0)	(284,8; 289,8)	(286,3; 292,4)	(247,6; 264,2)	(243,2; 246,3)
	Min	1	3	1	4	2	1
	Max	669	907	1 114	1 047	1 018	1 114
	Med	110	200	268	273	245	225
	Q1	81	144	196	198	167	146
	Q3	157	275	358	365	327,5	319
	F(ANOVA)		1970,8				
P		<0,0001					

Примечания: N – общее количество исследований в выборке, Mean – среднее арифметическое, SD – стандартное отклонение, Min – минимальное значение в выборке, Max – максимальное значение в выборке, Med – медиана, Q1, Q3 – значения первого и третьего квартилей.

Таблица 3. Результаты автоматизированной морфометрии паракардиального жира (определения объема в миллилитрах)
Table 3. Results of automated paracardial fat morphometry (volume calculation in milliliters)

В изученной выборке объем паракардиального жира колебался в значительном диапазоне от 1 до 1517 мл; среднее значение составляло 282,1 (95% ДИ 280,7; 283,5).

Средние значения достаточно варьировались в разных возрастных группах, при этом была тенденция линейного их увеличения в группах молодого, среднего, пожилого возрастов (последовательно). Так, в группе молодого возраста средний объем составил 171,2 мл (95% ДИ 169,2; 173,3), у лиц пожилого возраста – 336,3 мл (95% ДИ 333,8; 338,8). В последующие периоды отмечалось снижение среднего объема вплоть до 273,0 мл (95% ДИ 265,0; 281,0) у долгожителей. Соответственно в целом максимальный средний объем паракардиального жира отмечается в возрасте 60–74 лет, минимальный – в возрасте 18–44 лет. Обращает на себя внимание фактическая идентичность среднего объема в группах 45–59 лет и старше 90 лет (273,8 мл (95% ДИ 271,0; 276,7) и 273,0 мл (95% ДИ 265,0; 281,0) соответственно).

Возрастная группа	Уровень	Базисный абсолютный прирост	Скорость роста	Коэффициент роста		Темп роста, %	Темп прироста, %	
				Базисный	Цепной		Базисный	Цепной
18–44	171,2	-	-	-	-	-	-	-
45–59	273,8	102,60	102,60	1,60	1,60	159,93	59,93	59,93
60–74	336,3	165,10	62,50	1,96	1,23	122,83	96,44	22,83
75–89	319,2	148,00	-17,10	1,86	0,95	94,92	86,45	-5,08
>90	273	101,80	-46,20	1,59	0,86	85,53	59,46	-14,47

Таблица 4. Динамический ряд показателя средней объем паракардиального жира по данным автоматизированной морфометрии (общая выборка)
Table 4. A dynamic series of an average volume of paracardial fat indicator received by automated morphometry (total sample)

У мужского населения прослеживалась аналогичная тенденция: нарастание среднего объема паракардиального жира от молодого к пожилому возрасту, в следующих возрастных группах – снижение. Максимальный средний объем отмечается в возрасте 60–74 лет (394,4 мл (95% ДИ 390,2; 398,6)), минимальный – в возрасте 18–44 лет (206,2 мл (95% ДИ 203,1; 209,4)).

У женского населения нарастание среднего объема паракардиального жира происходило вплоть до старческого возраста: 18–44 лет – 130,1 мл (95% ДИ 128,2; 132,1), 75–89 лет – 289,3 (95% ДИ 286,3; 292,4). Лишь у долгожителей отмечалось снижение до 255,9 (95% ДИ 247,6; 264,2).

Средний объем паракардиального жира для мужской популяции составил 326,0 мл (95% ДИ 323,7; 328,4), для женской – 244,7 мл (95% ДИ 243,2; 246,3). Различия носили статистически значимый характер (коэффициент $t=58,2$, $p<0,0001$).

Для более детального изучения колебаний показателя в возрастных группах нами использован метод динамических рядов. Построены и проанализированы динамические ряды среднего объема паракардиального жира для популяции в целом, отдельно для мужского и женского населения (таблицы 4–6).

В популяции абсолютный базисный прирост среднего объема паракардиального жира меняется по синусоиде: рост от 102,6 (45–59 лет) до 165,1 (60–74 лет) с последующим снижением, фактически до исходного уровня, до 101,8 (более 90 лет). Соответственно постоянно уменьшается скорость роста, в конце концов становясь отрицательной. Аналогичная динамика у цепного темпа прироста. В среднем и пожилом возрасте цепной коэффициент

Возрастная группа	Уровень	Базисный абсолютный прирост	Скорость роста	Коэффициент роста		Темп роста, %	Темп прироста, %	
				Базисный	Цепной		Базисный	Цепной
18–44	206,2	-	-	-	-	-	-	-
45–59	324,2	118,00	118,00	1,57	1,57	157,23	57,23	57,23
60–74	394,4	188,20	70,20	1,91	1,22	121,65	91,27	21,65
75–89	376,6	170,40	-17,80	1,83	0,95	95,49	82,64	-4,51
>90	332,2	126,00	-44,40	1,61	0,88	88,21	61,11	-11,79

Таблица 5. Динамический ряд показателя средней объем паракардиального жира по данным автоматизированной морфометрии (мужское население)

Table 5. A dynamic series of an average volume of paracardial fat indicator received by automated morphometry (male population)

Возрастная группа	Уровень	Базисный абсолютный прирост	Скорость роста	Коэффициент роста		Темп роста, %	Темп прироста, %	
				Базисный	Цепной		Базисный	Цепной
18–44	130,1	-	-	-	-	-	-	-
45–59	220,3	90,20	90,20	1,69	1,69	169,33	69,33	69,33
60–74	287,3	157,20	67,00	2,21	1,30	130,41	120,83	30,41
75–89	289,3	159,20	2,00	2,22	1,01	100,70	122,37	0,70
>90	255,9	125,80	-33,40	1,97	0,88	88,45	96,69	-11,55

Таблица 6. Динамический ряд показателя средней объем паракардиального жира по данным автоматизированной морфометрии (женское население)

Table 6. A dynamic series of an average volume of paracardial fat indicator received by automated morphometry (female population)

роста составляет 1,6 и 1,23 соответственно, а далее приобретает значение меньше единицы. С возрастом постоянно снижается темп роста от 159,93% у лиц среднего возраста до 85,53% у долгожителей. Таким образом, средний объем паракардиального жира стабильно нарастает до возраста 60–74 лет, а затем достаточно стремительно снижается.

У мужчин динамические изменения среднего объема паракардиального жира аналогичны общепопуляционным. Отмечается устойчивый рост в периоды 45–59 и 60–74 лет (относительно уровня в период 18–44 лет). Затем показатель снижается. Соответственно, скорость роста меняется от 118,0 и 70,20 до -17,8 и -4,44; цепной коэффициент роста от 1,57 у лиц среднего возраста до 0,88 у долгожителей. Цепной темп прироста в группах 75–89 и более 90 лет приобретает отрицательные значения.

У женщин ситуация иная. Увеличение среднего объема паракардиального жира происходит до периода 75–89 лет: абсолютный базисный прирост увеличивается от 90,2 до 159,2; базисный темп прироста нарастает от 69,33: до

Сравнение	Среднее значение	95% ДИ	t	P
45–59 vs 18–44	102,6	97,1; 108,1	51,0	<0,001
60–74 vs 18–44	165,1	160,1; 170,0	90,7	<0,001
75–89 vs 18–44	148,0	142,4; 153,6	72,1	<0,001
90 и более vs 18–44	101,8	88,7; 114,9	21,2	<0,001
60–74 vs 45–59	62,4	57,5; 67,4	34,4	<0,001
75–89 vs 45–59	45,4	39,8; 50,9	22,1	<0,001
90 и более vs 45–59	-0,8	-13,9; 12,3	-0,2	1,000
75–89 vs 60–74	-17,1	-22,2; -12,0	-9,2	<0,001
90 и более vs 60–74	-63,3	-76,2; -50,4	-13,4	<0,001
90 и более vs 75–89	-46,2	-59,3; -33,0	-9,6	<0,001

Таблица 7. Результаты апостериорного (post-hoc) попарного сравнения объема паракардиального жира между возрастными группами с поправкой по методу Тьюки [29] (все субъекты)

Table 7. Results of the post-hoc pairwise comparison of paracardial fat volume between age groups, adjusted by the Tukey method [29] (all subjects)

(31,5, 112,66, 12,66 соответственно), а у женского – выше (31,45, 118,43, 18,43). Из этого следует, что интенсивность изменений среднего объема паракардиального жира с возрастом более выражена у женщин.

Выявленные и описанные тенденции потребовали статистического анализа для доказательства своей значимости. Осуществлена проверка нулевой гипотезы о том, что объем паракардиального жира во всех возрастных группах идентичен (таблица 3). Нулевая гипотеза была отвергнута, причем как для всей выборки (f-критерий 2252,7, $p < 0,0001$), так и отдельно для мужчин и женщин. Таким образом, средние значения как минимум в двух возрастных группах отличаются. Следующим шагом выполнено попарное сравнение всех возрастных групп (для всей выборки, отдельно для мужчин и женщин).

Попарное сравнение объема паракардиального жира между возрастными группами (таблица 7) позволило установить наличие статистически значимых различий во всех случаях, за исключением одного – отсутствовали различия между лицами среднего возраста и долгожителями

Сравнение	Среднее значение	95% ДИ	t	P
45–59 vs 18–44	118,0	109,4; 126,6	37,5	<0,001
60–74 vs 18–44	188,2	180,3; 196,2	64,6	<0,001
75–89 vs 18–44	170,4	160,5; 180,3	47,0	<0,001
90 и более vs 18–44	126,0	95,4; 156,6	11,2	<0,001
60–74 vs 45–59	70,2	62,2; 78,3	23,8	<0,001
75–89 vs 45–59	52,4	42,5; 62,4	14,4	<0,001
90 и более vs 45–59	8,0	-22,6; 38,6	0,7	0,954
75–89 vs 60–74	-17,8	-27,2; -8,4	-5,2	<0,001
90 и более vs 60–74	-62,2	-92,7; -31,8	-5,6	<0,001
90 и более vs 75–89	-44,4	-75,5; -13,3	-3,9	0,001

Таблица 8. Результаты апостериорного (post-hoc) попарного сравнения объема паракардиального жира между возрастными группами с поправкой по методу Тьюки (мужчины)

Table 8. Results of the post-hoc pairwise comparison of paracardial fat volume between age groups, adjusted by the Tukey method (men)

12,37%. Однако интенсивность этого процесса заметно снижается: скорость роста уменьшается от 90,2 до 2,00, цепной коэффициент роста – от 1,69 до 1,01.

Лишь у долгожителей замедление увеличения оборачивается снижением: абсолютный базисный прирост резко снижается до 125,8, скорость роста и цепной темп прироста приобретают отрицательные значения.

В целом средняя скорость роста для всей популяции составляет 25,45, средний темп роста – 112,37, средний темп прироста – 12,37. У мужского населения данные усредненные показатели фактически идентичны

Сравнение	Среднее значение	95% ДИ	t	P
45–59 vs 18–44	90,1	84,1; 96,1	40,8	<0,001
60–74 vs 18–44	157,2	151,8; 162,5	80,0	<0,001
75–89 vs 18–44	159,2	153,5; 164,9	75,8	<0,001
90 и более vs 18–44	125,7	114,2; 137,3	29,7	<0,001
60–74 vs 45–59	67,1	61,8; 72,3	34,8	<0,001
75–89 vs 45–59	69,1	63,5; 74,7	33,5	<0,001
90 и более vs 45–59	35,6	24,1; 47,1	8,4	<0,001
75–89 vs 60–74	2,0	-2,9; 6,9	1,1	0,793
90 и более vs 60–74	-31,5	-42,6; -20,3	-7,7	<0,001
90 и более vs 75–89	-33,5	-44,8; -22,1	-8,0	<0,001

Таблица 9. Результаты апостериорного (post-hoc) попарного сравнения объема паракардиального жира между возрастными группами с поправкой по методу Тьюки (женщины)

Table 9. Results of the post-hoc pairwise comparison of paracardial fat volume between age groups, adjusted by the Tukey method (women)

Возрастная группа, лет	Мужчины	Женщины	Суммарно
18–44	2 537/6 052 (41,9%)	703/5 159 (13,6%)	3 240/11 211 (28,9%)
45–59	4 264/5 810 (73,4%)	2 746/5 463 (50,3%)	7 010/11 273 (62,2%)
60–74	6 889/8 109 (85,0%)	7 065/9 634 (73,3%)	13 954/17 743 (78,7%)
75–89	3 017/3 556 (84,8%)	5 120/6 850 (74,7%)	8 137/10 406 (78,2%)
90 и более	200/243 (82,3%)	540/840 (64,3%)	740/1 083 (68,3%)
Суммарно	16 907/23 770 (71,1%)	16 174/27 946 (57,9%)	33 081/51 716 (64,0%)
p	<0,001	<0,001	<0,001

Таблица 10. Распределение лиц со значимым уровнем объема паракардиального жира (≥ 200 мл) по результатам автоматизированной морфометрии по возрастным группам

Table 10. Distribution of persons with a significant level of paracardial fat volume (≥ 200 ml) according to the results of automated morphometry by age groups

($p=1,0$); то есть отмеченная нами выше тенденция носила статистически значимый характер.

Аналогичный результат выявлен при попарном сравнении возрастных групп мужского населения (таблица 8). Средние значения различались между всеми группами, за исключением лиц среднего возраста и долгожителей ($p=0,954$). Напротив, у женщин статистически значимые различия сохранялись и между указанными выше группами (t-критерий 8,4, $p<0,001$), однако отсутствовали значимые различия объема паракардиального жира в группах 60–74 и 75–80 лет ($p=0,793$) (таблица 9).

Изучена выявляемость паракардиального жира на клинически значимом уровне; таковым является его объем, равный или превышающий 200 мл (таблица 10).

Возрастная группа	Уровень	Базисный абсолютный прирост	Скорость роста	Коэффициент роста		Темп роста, %	Темп прироста, %	
				Базисный	Цепной		Базисный	Цепной
18–44	0,289	-	-	-	-	-	-	-
45–59	0,622	0,33	0,33	2,15	2,15	215,22	115,22	115,22
60–74	0,787	0,50	0,17	2,72	1,27	126,53	172,32	26,53
75–89	0,782	0,49	-0,01	2,71	0,99	99,36	170,59	-0,64
>90	0,683	0,39	-0,10	2,36	0,87	87,34	136,33	-12,66

Таблица 11. Динамический ряд показателя удельный вес лиц со значимым объемом паракардиального жира по данным автоматизированной морфометрии (общая выборка)

Table 11. A dynamic series of a proportion of persons with a significant level of paracardial fat volume registered by automated morphometry (total sample)

Клинически значимый объем паракардиального жира (≥ 200 мл) выявлен у 33 081 человек, что составило 64,0% от числа лиц с наличием этого фактора риска. В целом, у 71,1% (16907) мужчин и 57,9% (16174) женщин из числа лиц с выявленным фактором риска объем паракардиального жира был клинически значим. При этом различия у мужчин и женщин носили статистически значимый характер (Хи-квадрат = 979, $p<0,001$).

Распространенность фактора риска паракардиальный жир на клинически значимом уровне (объем ≥ 200 мл) у населения г. Москвы составила 2,61 на 1000 человек.

Большинство лиц, у которых при автоматизированном анализе результатов КТ выявлен паракардиальный жир на клинически значимом уровне, относятся к группе пожилого возраста (60–74 лет) – 42,2%. Далее следуют группы старческого (75–89 лет) и среднего (45–59 лет) возраста – 24,6% и 21,2% соответственно. Реже всего клинически значимый объем встречается у долгожителей. Для обоих полов эта тенденция аналогична. Однако у женщин также крайне малое количество случаев клинически значимого объема паракардиального жира встречается не только в группе долгожителей, но и у лиц молодого возраста.

Динамика показателя в целом повторяет динамику среднего объема паракардиального жира: линейный рост до пожилого возраста, затем – такое же линейное снижение.

Из числа лиц с выявленным паракардиальным жиром его объем на клинически значимом уровне чаще всего встречается в пожилом (78,7%) и старческом возрастах (78,2%). Аналогичная тенденция имеется как у мужского (85,0% и 84,8% соответственно), так и у женского населения (73,3% и 74,7% соответственно). В популяции реже всего объем паракардиального жира достигает клинически значимого значения у лиц молодого возраста (28,9% случаев от числа всех лиц с данным фактором риска). Однако при рассмотрении этого показателя для мужского и женского населения отдельно обращает на себя внимание следующая ситуация: в обеих группах клинически значимый уровень объема реже всего фиксируется у лиц молодого возраста. Однако у мужчин 18–44 лет клинически значимый уровень имеет место у 41,9% лиц с имеющимся паракардиальным жиром, а у женщин – лишь у 13,6%. Выявленные различия статистически значимы (Хи-квадрат=1100, $p<0,001$).

В данной возрастной группе «разрыв» наиболее выражен, далее он становится меньше и колеблется в пределах 10–18%; вместе с тем в каждой возрастной группе сохраняется статистическая значимость различий между мужским и женским населением (удельный вес мужчин с клинически значимым уровнем паракардиального жира больше ($p<0,001$)).

Для выявления параметров, влияющих на риск наличия клинически значимого объема паракардиального жира, использована логистическая регрессия. Установлено, что отношение шансов выявления наличия клинически значимого объема у мужчин по сравнению с женщинами того же возраста составляет 2,751 (95% ДИ 2,632; 2,874; значение z-критерия

Возрастная группа	Уровень	Базисный абсолютный прирост	Скорость роста	Коэффициент роста		Темп роста, %	Темп прироста, %	
				Базисный	Цепной		Базисный	Цепной
18–44	0,419	-	-	-	-	-	-	-
45–59	0,734	0,32	0,32	1,75	1,75	175,18	75,18	75,18
60–74	0,85	0,43	0,12	2,03	1,16	115,80	102,86	15,80
75–89	0,848	0,43	0,00	2,02	1,00	99,76	102,39	-0,24
>90	0,823	0,40	-0,03	1,96	0,97	97,05	96,42	-2,95

Таблица 12. Динамический ряд показателя удельный вес лиц со значимым объемом паракардиального жира по данным автоматизированной морфометрии (мужское население)

Table 12. A dynamic series of a proportion of persons with a significant level of paracardial fat volume registered by automated morphometry (male population)

45,1, $p < 0,001$). Увеличение возраста на 5 лет в 2,981 раз увеличивает вероятность наличия данного фактора риска на клинически значимом уровне (95% ДИ 2,863; 3,103; значение z-критерия 53,1, $p < 0,001$).

Построены и проанализированы динамические ряды удельного веса лиц со значимым уровнем паракардиального жира для популяции в целом, отдельно для мужского и женского населения (таблицы 11–13).

На общепопуляционном уровне отмечается скачкообразный рост удельного веса лиц со значимым объемом паракардиального жира в группе 45–59 лет по сравнению с группой лиц молодого возраста: цепной коэффициент роста составляет 2,15, цепной темп прироста 115,22%. В следующей возрастной группе также происходит увеличение соответствующей доли лиц, но интенсивность такого роста резко снижается (цепной коэффициент роста падает до 1,27, а цепной темп прироста до 26,53%). В группах старческого возраста и долгожителей начинается выраженное снижение удельного веса лиц с клинически значимым уровнем изучаемого фактора риска: значения скорости роста и цепного темпа прироста приобретают отрицательные значения. Темп роста в целом уменьшается – от 215,22% в группе молодого возраста до 87,34% в группе долгожителей.

При изучении динамики отдельно у мужчин и у женщин отмечается полностью аналогичная ситуация. У мужского населения абсолютный базисный прирост в группе 45–59 лет составляет 0,32, базисный коэффициент роста 1,75, темп прироста 175,18%. В группе 60–74 лет также нарастает изучаемый удельный вес, однако, как и на общепопуляционном уровне, интенсивность этого процесса снижается: цепной темп прироста уменьшается с 75,18% до 15,8%, а в группах старческого возраста и долгожителей и вовсе приобретает отрицательное значение. Скорость роста в группе 75–89 лет становится нулевой, а затем – также отрицательной.

У женского населения в возрастной группе 45–59 лет также происходит скачкообразный рост удельного веса лиц со значимым объемом паракардиального жира; в

Возрастная группа	Уровень	Базисный абсолютный прирост	Скорость роста	Коэффициент роста		Темп роста, %	Темп прироста, %	
				Базисный	Цепной		Базисный	Цепной
18–44	0,136	-	-	-	-	-	-	-
45–59	0,503	0,37	0,37	3,70	3,70	369,85	269,85	269,85
60–74	0,733	0,60	0,23	5,39	1,46	145,73	438,97	45,73
75–89	0,747	0,61	0,01	5,49	1,02	101,91	449,26	1,91
>90	0,643	0,51	-0,10	4,73	0,86	86,08	372,79	-13,92

Таблица 13. Динамический ряд показателя удельный вес лиц со значимым объемом паракардиального жира по данным автоматизированной морфометрии (женское население)

Table 13. A dynamic series of a proportion of persons with a significant level of paracardial fat volume registered by automated morphometry (female population)

последующих возрастных группах интенсивность роста снижается и в конце концов приобретает отрицательную динамику. Скорость роста планомерно уменьшается от 0,37 в группе 45–59 лет до -0,1 у долгожителей; цепной темп прироста от 269,85% до -13,92% соответствен-

но. Отметим, что у обоих полов базисные показатели (абсолютный прирост и коэффициент роста) нарастают к периоду 75–89 лет и снижаются у долгожителей.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Значимость паракардиального жира как предиктора сердечно-сосудистых заболеваний исследуется в значительном количестве научных работ. Проводится уточнение вопросов лучевой диагностики, патогенетических механизмов, разрабатываются аспекты медикаментозного воздействия на паракардиальную и околососудистую жировую ткань. Однако данные о распространенности и выявляемости этого фактора риска БСК на популяционном уровне фактически отсутствуют.

В метаанализе результатов оригинальных исследований (на обобщенном материале 1 625 пациентов) доказана значимость взаимосвязи объема паракардиального жира и рисков развития БСК [14]. Аналогичные данные получены в ходе проспективного исследования 2 103 пациентов, находившихся под наблюдением в среднем 9,7 года [30].

Исследования проводятся для отдельных половозрастных групп. В частности, установлено, что у женщин «среднего возраста» ($n=456$, средний возраст 50,75 года) объем паракардиального жира на 20,72% больше, чем у женщин более молодого возраста [31]. Установлено, что объем внутригрудной жировой ткани больше у мужчин, однако отношение эпикардиального жира к внутригрудному одинаково у обоих полов [32]. На этом фоне нами получены данные о характеристиках паракардиального жира в популяции, в том числе о распространенности и особенностях половозрастной динамики клинически значимого объема жировой ткани.

По данным Фрамингемского исследования сердца, из 3 312 пациентов (средний возраст 52 года, 48,0% женщин) удельный вес лиц с клинически значимым объемом паракардиального жира составил 29,3% и 26,3% у мужчин и женщин соответственно [23]. Используя данные 51 716 наблюдений, мы установили, что удельный вес лиц

с клинически значимым объемом паракардиального жира принципиально больше и составляет у мужчин – 71,1%, у женщин – 57,9%.

В опубликованных исследованиях на ограниченных выборках выявлено нарастание паракардиального жира у женщин с возрастом; этот процесс ассоциируют с гормональными

возрастными изменениями [21]. В нашем исследовании на популяционном уровне установлено более продолжительное увеличение объема паракардиального жира с возрастом у женщин, чем у мужчин. Также интенсивность изменений среднего объема паракардиального жира с возрастом более выражена у женщин.

Проведение популяционного эпидемиологического исследования стало возможным благодаря наличию программных решений на основе технологий искусственного интеллекта, интегрированных в информационную систему в сфере здравоохранения субъекта РФ. ТИИ представляют собой новое поколение решений для автоматизации в практической медицине в целях прогнозирования, диагностики, поддержки принятия решений о лечении [33, 34]. На этом фоне возможности ТИИ в организации здравоохранения и изучении общественного здоровья практически не разработаны. Опубликованы отдельные статьи концептуального и общетеоретического характера, есть единичные сообщения о применении ТИИ для анализа больших данных (в том числе поисковых запросов в интернет), связанных со здоровьем [35–42]. На этом фоне наше популяционное эпидемиологическое исследование с применением технологий искусственного интеллекта отличается новизной.

Полученные нами результаты позволяют сформулировать две основные рекомендации. Во-первых, реальная распространенность паракардиального жира в популяции (на фоне доказанной иными авторами его клинической значимости) требует пересмотра подходов к организации массовых профилактических исследований. Во-вторых, целесообразно развитие методологий оппортунистического скрининга на основе автоматизированного анализа биомедицинских данных. Технологии искусственного интеллекта применимы и должны использоваться в качестве инструментов изучения общественного здоровья.

■ ВЫВОДЫ

1. Впервые на популяционном уровне (для населения г. Москвы) установлена распространенность такого фактора риска сердечно-сосудистых заболеваний, как паракардиальный жир: 5,97 на 1000 человек. Распространенность данного фактора риска на клинически значимом уровне (объем ≥ 200 мл) составляет 2,61 на 1000 человек.

2. Большинство лиц, у которых при КТ-исследованиях выявлен паракардиальный жир, относится к группе пожилого возраста (38,5%), меньшинство – к группе долгожителей (2,4%). На клинически значимом уровне паракардиальный жир чаще всего встречается у обоих полов в пожилом (78,7%) и старческом возрастах (78,2%).

3. Впервые на популяционном уровне (для населения г. Москвы) проведена морфометрия паракардиального жира. Средний объем паракардиального жира в мужской популяции статистически значимо выше, чем в женской, в каждой возрастной группе (мужчины – 326,0 мл (95% ДИ 323,7; 328,4), женщины – 244,7 мл (95% ДИ 243,2; 246,3)).

4. В первых трех возрастных группах у мужчин паракардиальный жир статистически значимо выявляется чаще, чем у женщин (особенно велики различия в молодом и среднем возрастах); между мужчинами и женщинами старческого возраста и долгожителей статистически значимые различия по данному показателю отсутствуют.

5. С возрастом среднее значение объема паракардиального жира постоянно увеличивается: у мужчин до группы пожилого возраста, у женщин – до группы старческого возраста; затем у обоих полов отмечается снижение данного показателя. Интенсивность изменений среднего объема паракардиального жира с возрастом более выражена у женщин.

6. В возрастной группе 45–59 лет независимо от пола имеет место тенденция скачкообразного увеличения удельного веса лиц с наличием паракардиального жира (в том числе на клинически значимом уровне).

7. Отношение шансов наличия паракардиального жира у мужчин по сравнению с женщинами того же возраста составляет 1,24 (95% ДИ 1,209; 1,272), наличия клинически значимого объема паракардиального жира – 2,751 (95% ДИ 2,632; 2,874).

8. Вне зависимости от пола увеличение возраста на 5 лет в 1,282 раза увеличивает вероятность наличия данного фактора риска (95% ДИ 1,256; 1,272), и в 2,981 раза на клинически значимом уровне (95% ДИ 2,863; 3,103). ■

Конфликт интересов: все авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Agienko AS, Strokolskaya IL, Heraskov VYu, Artamonova GV. Epidemiology of cardiovascular risk factors and the medical care appealability. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2022;11(4):79-89. (In Russ.). [Агиенко А.С., Строкольская И.Л., Херасков В.Ю., Артамонова Г.В. Эпидемиология факторов риска болезней системы кровообращения и обращаемость населения за медицинской помощью. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2022;11(4):79-89]. doi: 10.17802/2306-1278-2022-11-4-79-89
2. Ermolaev DO, Ermolaeva YuN. Regional features of deaths from cardiovascular diseases in the context of regional program to reduce cardiovascular mortality. *Medical & Pharmaceutical Journal "Pulse"*. 2021;23(8):21-27. (In Russ.). [Ермолаев Д.О., Ермолаева Ю.Н. Региональные особенности смертности от болезней системы кровообращения в контексте региональной программы по снижению сердечно-сосудистой смертности. *Медико-фармацевтический журнал Пульс*. 2021;23(8):21-27]. doi: 10.26787/nydha-2686-6838-2021-23-8-21-27
3. Zelenina AA, Shalnova SA, Muromtseva GA, et al. Regional deprivation and risk of developing cardiovascular diseases (Framingham Risk Score): data

from ESSE-RF. *Profylakticheskaya Meditsina*. 2023;26(1):49-58. (In Russ.). [Зеленина А.А., Шальнова С.А., Муромцева Г.А., и др. Региональная депривация и риск развития сердечно-сосудистых заболеваний по Фрамингемской шкале: данные ЭССЕ-РФ. *Профилактическая медицина*. 2023;26(1):49-58]. doi: 10.17116/profmed20232601149

4. Kobiakova OS, Deev IA, Kulikov ES, et al. Chronic noncommunicable diseases: combined effects of risk factors. *Profylakticheskaya Meditsina*. 2019;22(2):45-50. (In Russ.). [Кобякова О.С., Деев И.А., Куликов Е.С., и др. Хронические неинфекционные заболевания: эффекты сочетанного влияния факторов риска. *Профилактическая медицина*. 2019;22(2):45-50]. doi: 10.17116/profmed20192202145

5. Badeinikova KK, Mamedov MN. Early markers of atherosclerosis: predictors of cardiovascular events. *Profylakticheskaya Meditsina*. 2023;26(1):103-108. (In Russ.). [Бадейникова К.К., Мамедов М.Н. Ранние маркеры атеросклероза: предикторы развития сердечно-сосудистых осложнений. *Профилактическая медицина*. 2023;26(1):103-108]. doi: 10.17116/profmed202326011103

6. Abbas R, Abbas A, Khan TK, et al. Sudden Cardiac Death in Young Individuals: A Current Review of Evaluation, Screening and Prevention. *J Clin Med Res*. 2023;15(1):1-9. doi: 10.14740/jocmr4823

7. Shaddy RE, George AT, Jaecklin T, et al. Systematic Literature Review on the Incidence and Prevalence of Heart Failure in Children and Adolescents. *Pediatr Cardiol.* 2018;39(3):415-436. doi: 10.1007/s00246-017-1787-2
8. Mazur ES, Mazur VV, Bazhenov ND, et al. Epicardial obesity and atrial fibrillation: emphasis on atrial fat depot. *Obesity and metabolism.* 2020;17(3):316-325. (In Russ.). [Мазур Е.С., Мазур В.В., Баженов Н.Д., и др. Эпикардальное ожирение и фибрилляция предсердий: акцент на предсердном жировом депо. *Ожирение и метаболизм.* 2020;17(3):316-325]. doi: 10.14341/omet12614
9. Chernina VYu, Morozov SP, Nizovtsova LA, et al. The Role of Quantitative Assessment of Visceral Adipose Tissue of the Heart as a Predictor for Cardiovascular Events. *Journal of radiology and nuclear medicine.* 2019;100(6):387-394. (In Russ.). [Чернина В.Ю., Морозов С.П., Низовцова Л.А., и др. Роль количественной оценки висцеральной жировой ткани сердца как предиктора развития сердечно-сосудистых событий. *Вестник рентгенологии и радиологии.* 2019;100(6):387-394]. doi: 10.20862/0042-4676-2019-100-6-387-394
10. Demircelik MB, Yilmaz OC, Gurel OM, et al. Epicardial adipose tissue and pericoronary fat thickness measured with 64-multidetector computed tomography: potential predictors of the severity of coronary artery disease. *Clinics (Sao Paulo).* 2014;69(6):388-92. doi: 10.6061/clinics/2014(06)04
11. Farag SI, Mostafa SA, El-Rabbat KE, et al. The relation between pericoronary fat thickness and density quantified by coronary computed tomography angiography with coronary artery disease severity. *Indian Heart J.* 2023;75(1):53-58. doi: 10.1016/j.ihj.2023.01.006
12. Hoge T, Suciú BA, Ivănescu AD, et al. Increased Epicardial Adipose Tissue (EAT), Left Coronary Artery Plaque Morphology, and Valvular Atherosclerosis as Risks Factors for Sudden Cardiac Death from a Forensic Perspective. *Diagnostics (Basel).* 2023;13(1):142. doi: 10.3390/diagnostics13010142
13. Mohammadzadeh M, Mohammadzadeh V, Shakiba M, et al. Assessing the Relation of Epicardial Fat Thickness and Volume, Quantified by 256-Slice Computed Tomography Scan, With Coronary Artery Disease and Cardiovascular Risk Factors. *Arch Iran Med.* 2018;21(3):95-100.
14. Wu FZ, Chou KJ, Huang YL, Wu MT. The relation of location-specific epicardial adipose tissue thickness and obstructive coronary artery disease: systemic review and meta-analysis of observational studies. *BMC Cardiovasc Disord.* 2014;14:62. doi: 10.1186/1471-2261-14-62
15. Kokov AN, Brel NK, Masenko VL, et al. Perivascular adipose tissue and its noninvasive assesment. *Kremlin Medicine Journal.* 2020;3:115-122. (In Russ.). [Кокков А.Н., Брель Н.К., Масенко В.Л., и др. Периваскулярная жировая ткань и методы ее неинвазивной оценки. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2020;3:115-122]. doi: 10.26269/mtn9-bq47
16. González N, Moreno-Villegas Z, González-Bris A, et al. Regulation of visceral and epicardial adipose tissue for preventing cardiovascular injuries associated to obesity and diabetes. *Cardiovasc Diabetol.* 2017;16(1):44. doi: 10.1186/s12933-017-0528-4
17. Haberka M, Machnik G, Kowalówka A, et al. Epicardial, paracardial, and perivascular fat quantity, gene expressions, and serum cytokines in patients with coronary artery disease and diabetes. *Pol Arch Intern Med.* 2019;129(11):738-746. doi: 10.20452/pamw.14961
18. Iacobellis G, Baroni MG. Cardiovascular risk reduction throughout GLP-1 receptor agonist and SGLT2 inhibitor modulation of epicardial fat. *J Endocrinol Invest.* 2022;45(3):489-495. doi: 10.1007/s40618-021-01687-1
19. Keresztesi AA, Asofie G, Simion MA, Jung H. Correlation between epicardial adipose tissue thickness and the degree of coronary artery atherosclerosis. *Turk J Med Sci.* 2018;48(1):40-45. doi: 10.3906/sag-1604-58
20. Moody AJ, Molina-Wilkins M, Clarke GD, et al. Pioglitazone reduces epicardial fat and improves diastolic function in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab.* 2023;25(2):426-434. doi: 10.1111/dom.14885
21. El Khoudary SR, Shields KJ, Janssen I, et al. Cardiovascular Fat, Menopause, and Sex Hormones in Women: The SWAN Cardiovascular Fat Ancillary Study. *J Clin Endocrinol Metab.* 2015;100(9):3304-12. doi: 10.1210/JC.2015-2110
22. Hanley C, Matthews KA, Brooks MM, et al. Cardiovascular fat in women at midlife: effects of race, overall adiposity, and central adiposity. The SWAN Cardiovascular Fat Study. *Menopause.* 2018;25(1):38-45. doi: 10.1097/GME.0000000000000945
23. Thanassoulis G, Massaro JM, Hoffmann U, et al. Prevalence, distribution, and risk factor correlates of high pericardial and intrathoracic fat depots in the Framingham heart study. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2010;3(5):559-66. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.110.956706
24. Nikolaev AE, Blokhin IA, Lbova OA, et al. Three clinically relevant findings in lung cancer screening. *Tuberculosis and Lung Diseases.* 2019;97(10):37-44. (In Russ.). [Николаев А.Е., Блохин И.А., Лбова О.А., и др. Три клинически значимые находки при скрининге рака легких. *Туберкулез и болезни легких.* 2019;97(10):37-44]. doi: 10.21292/2075-1230-2019-97-10-37-44
25. Nikolaev AE, Chernina VYu, Blokhin IA, et al. The future of computer-aided diagnostics in chest computed tomography. *Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2019;12:91-99. (In Russ.). [Николаев А.Е., Чернина В.Ю., Блохин И.А., и др. Перспективы использования комплексной компьютер-ассистированной диагностики в оценке структур грудной клетки. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2019;12:91-99]. doi: 10.17116/hirurgia201912191
26. *Computer vision in radiation diagnostics: the first stage of the Moscow experiment.* Eds. Yu.A. Vasil'ev, A.V. Vladzimirskiy. M., 2022. (In Russ.). [Компьютерное зрение в лучевой диагностике: первый этап Московского эксперимента. Под ред. Ю.А. Васильева, А.В. Владимирского. М., 2022].
27. Spearman JV, Renker M, Schoepf UJ, et al. Prognostic value of epicardial fat volume measurements by computed tomography: a systematic review of the literature. *Eur Radiol.* 2015;25(11):3372-81. doi: 10.1007/s00330-015-3765-5
28. Milanese G, Silva M, Bruno L, et al. Quantification of epicardial fat with cardiac CT angiography and association with cardiovascular risk factors in symptomatic patients: from the ALTER-BIO (Alternative Cardiovascular Bio-Imaging markers) registry. *Diagn Interv Radiol.* 2019;25(1):35-41. doi: 10.5152/dir.2018.18037
29. Tukey JW. Some selected quick and easy methods of statistical analysis. *Trans N Y Acad Sci.* 1953;16(2):88-97. doi: 10.1111/j.2164-0947.1953.tb01326.x
30. Arshi B, Aliahmad HA, Ikram MA, et al. Epicardial Fat Volume, Cardiac Function, and Incident Heart Failure: The Rotterdam Study. *J Am Heart Assoc.* 2023;12(1):e026197. doi: 10.1161/JAHA.122.026197
31. El Khoudary SR, Shields KJ, Janssen I, et al. Postmenopausal Women With Greater Paracardial Fat Have More Coronary Artery Calcification Than Premenopausal Women: The Study of Women's Health Across the Nation (SWAN) Cardiovascular Fat Ancillary Study. *J Am Heart Assoc.* 2017;6(2):e004545. doi: 10.1161/JAHA.116.004545
32. Meloni A, Cadeddu C, Cugusi L, et al. Gender Differences and Cardiometabolic Risk: The Importance of the Risk Factors. *Int J Mol Sci.* 2023;24(2):1588. doi: 10.3390/ijms24021588
33. Kulkarni S, Seneviratne N, Baig MS, Khan AHA. Artificial Intelligence in Medicine: Where Are We Now? *Acad Radiol.* 2020;27(1):62-70. doi: 10.1016/j.acra.2019.10.001
34. Gusev AV, Dobridnyuk SL. Artificial Intelligence in Medicine and Healthcare. *Information Society Journal.* 2017;(4-5):78-93. (In Russ.). [Гусев А.В., Добридюк С.Л. Искусственный интеллект в медицине и здравоохранении. *Информационное общество.* 2017;(4-5):78-93].
35. Gusev AV. Prospects for using big data in Russian healthcare. *Moskovskaya meditsina.* 2022;1(47):26-30. (In Russ.). [Гусев А.В. Перспективы применения больших данных в Российском здравоохранении. *Московская медицина.* 2022;1(47):26-30].
36. Giansanti D. Artificial Intelligence in Public Health: Current Trends and Future Possibilities. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(19):11907. doi: 10.3390/ijerph191911907
37. Benke K, Benke G. Artificial Intelligence and Big Data in Public Health. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(12):2796. doi: 10.3390/ijerph15122796
38. Bothra A, Cao Y, Černý J, Arora G. The Epidemiology of Infectious Diseases Meets AI: A Match Made in Heaven. *Pathogens.* 2023;12(2):317. doi: 10.3390/pathogens12020317
39. Choi S, Lee J, Kang MG, et al. Large-scale machine learning of media outlets for understanding public reactions to nation-wide viral infection outbreaks. *Methods.* 2017;129:50-59. doi: 10.1016/j.ymeth.2017.07.027
40. Thiébaud R, Thiessard F. Artificial Intelligence in Public Health and Epidemiology. *Yearb Med Inform.* 2018;27(1):207-210. doi: 10.1055/s-0038-1667082
41. Thiébaud R, Cossin S. Artificial Intelligence for Surveillance in Public Health. *Yearb Med Inform.* 2019;28(1):232-234. doi: 10.1055/s-0039-1677939
42. Lin L, Song Y, Wang Q, et al. Public Attitudes and Factors of COVID-19 Testing Hesitancy in the United Kingdom and China: Comparative Infodemiology Study. *JMIR Infodemiology.* 2021;1(1):e26895. doi: 10.2196/26895