

Эктопическая жировая ткань: частота и клинические характеристики фенотипов ожирения у пациентов

Подзолков В.И., Брагина А.Е., Родионова Ю.Н., Осадчий К.К., Васильченко М.К., Муравлев А.П., Ананьева В.С., Балуцкая А.В., Пилипенко М.О.

ФГАОУ ВО "Первый МГМУ им. И.М. Сеченова" Минздрава России (Сеченовский Университет). Москва, Россия

Цель. Изучение частоты и клинических характеристик эктопического ожирения у пациентов с различной массой тела и артериальной гипертензией (АГ).

Материал и методы. В исследование были включены 326 пациентов (145 мужчин и 181 женщина, средний возраст 63 ± 8 лет). Пациентам выполнена компьютерная томография грудной клетки и забрюшинного пространства с расчетом объемов периваскулярной жировой ткани (ЖТ) (ПВЖТ), перикардиальной ЖТ (ПКЖТ) и толщины паранефральной ЖТ (ПНЖТ) с использованием специализированного программного обеспечения QCT Pro Tissue Composition Module (Mindways Software, США). Объем ПКЖТ $\geq 3,2 \text{ см}^3$, объем ПВЖТ $\geq 0,4 \text{ см}^3$, толщину ПНЖТ $\geq 1,91 \text{ см}$ считали критериями перикардиального (ПКО), периваскулярного (ПВО) и паранефрального (ПНО) ожирения.

Результаты. При изучении частоты фенотипов эктопического (ЭО) и абдоминального (АО) ожирения пациенты были разделены на группы: 1) с изолированным ЭО без АО ($n=17$), 2) с ПКО и АО ($n=31$), 3) с ПВО и АО ($n=22$), 4) с ПНО и АО ($n=33$), 5) со смешанным ЭО (ПКО+ПВО, или ПКО+ПНО, или ПВО+ПНО, или ПКО+ПВО+ПНО) и АО, 6) с изолированным АО без ЭО ($n=74$), 7) без ожирения ($n=32$). Изолированное ЭО достоверно чаще встречалось у лиц с нормальной и избыточной массой тела по сравнению с пациентами с ожирением: $8,9$ и 12 vs $1,1\%$ ($p=0,001$), соответственно. Частота фенотипа смешанного ЭО+АО у пациентов с ожирением была достоверно выше, чем у пациентов с нормальной и избыточной массой тела: $41,7$ vs $19,6$ и $21,7\%$ ($p=0,001$), соответственно. У пациентов с АГ достоверно чаще встречалось

ПВО+АО по сравнению с пациентами без АГ: $12,8$ vs 3% ($p=0,001$), соответственно.

Заключение. Результаты настоящего исследования свидетельствуют о неоднородности распределения фенотипов ожирения у людей с различным индексом массы тела, что подчеркивает важность учета всех его вариантов, в т.ч. ЭО, для своевременной и адекватной оценки сердечно-сосудистого риска.

Ключевые слова: эктопическое ожирение, абдоминальное ожирение, фенотип ожирения, перикардиальное ожирение, периваскулярное ожирение, паранефральное ожирение, артериальная гипертензия.

Отношения и деятельность: нет.

Поступила 19/03-2024

Рецензия получена 30/03-2024

Принята к публикации 18/04-2024



Для цитирования: Подзолков В.И., Брагина А.Е., Родионова Ю.Н., Осадчий К.К., Васильченко М.К., Муравлев А.П., Ананьева В.С., Балуцкая А.В., Пилипенко М.О. Эктопическая жировая ткань: частота и клинические характеристики фенотипов ожирения у пациентов. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2024;23(6):3980. doi: 10.15829/1728-8800-2024-3980. EDN KWHLW

Ectopic adipose tissue: frequency and clinical characteristics of obesity phenotypes in patients

Podzolkov V.I., Bragina A.E., Rodionova Yu. N., Osadchiy K.K., Vasilchenko M.K., Muravlev A.P., Ananyeva V.S., Balutskaya A.V., Pilipenko M.O. I.M. Sechenov First Moscow State Medical University. Moscow, Russia

Aim. To study the frequency and clinical characteristics of ectopic obesity in patients with different body weights and hypertension (HTN).

Material and methods. The study included 326 patients (145 men and 181 women, mean age 63 ± 8 years). Patients underwent chest and retroperitoneal space computed tomography with calculation of the volumes of perivascular adipose tissue (AT) (PVAT), pericardial AT (PAT) and perirenal fat thickness (PFT) using specialized software QCT Pro Tissue Composition Module (Mindways Software, USA). PAT volume $\geq 3,2 \text{ cm}^3$, PVAT volume $\geq 0,4 \text{ cm}^3$, PFT $\geq 1,91 \text{ cm}$ were

considered criteria for pericardial (PCO), perivascular (PVO) and perirenal (PRO) obesity.

Results. When studying the prevalence of ectopic (EO) and abdominal (AO) obesity phenotypes, patients were divided into groups: 1) with isolated EO without AO ($n=17$), 2) with PCO and AO ($n=31$), 3) with PVO and AO ($n=22$), 4) with PRO and AO ($n=33$), 5) with mixed EO (PКО+PVO, or PКО+PRO, or PVO+PRO, or PКО+PVO+PRO) and AO, 6) with isolated AO without EO ($n=74$), 7) without obesity ($n=32$). Isolated EO was significantly more common in individuals with normal

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: dr.mkvasilchenko@gmail.com

[Подзолков В.И. — д.м.н., профессор, зав. кафедрой факультетской терапии № 2, директор клиники факультетской терапии № 2, ORCID: 0000-0002-0758-5609, Брагина А.Е. — д.м.н., профессор кафедры факультетской терапии № 2, ORCID: 0000-0002-2699-1610, Родионова Ю.Н. — к.м.н., доцент кафедры факультетской терапии № 2, ORCID: 0000-0003-3461-6703, Осадчий К.К. — к.м.н., доцент кафедры факультетской терапии № 2, ORCID: 0000-0001-8202-4492, Васильченко М.К.* — ассистент кафедры факультетской терапии № 2, ORCID: 0000-0002-4831-7977, Муравлев А.П. — врач-рентгенолог рентгенологического отделения Университетской клинической больницы № 4, ORCID: 0009-0007-1961-6330, Ананьева В.С. — студент, ORCID: 0000-0002-6004-4369, Балуцкая А.В. — студент, ORCID: 0000-0003-3179-9364, Пилипенко М.О. — студент, ORCID: 0009-0007-7862-8366].

and overweight compared to patients with obesity: 8,9 and 12 vs 1,1% ($p=0,001$), respectively. The prevalence of the mixed EO+AO phenotype in obese patients was significantly higher than in patients with normal and overweight as follows: 41,7 vs 19,6 and 21,7% ($p=0,001$), respectively. In patients with HTN, PVO+AO was significantly more common compared to patients without HTN as follows: 12,8 vs 3% ($p=0,001$), respectively.

Conclusion. The study results indicate the heterogeneity of the distribution of obesity phenotypes in people with different body mass index, which emphasizes the importance of taking into account all its variants, including EO, for timely and adequate cardiovascular risk assessment.

Keywords: ectopic obesity, abdominal obesity, obesity phenotype, pericardial obesity, perivascular obesity, perirenal obesity, hypertension.

Relationships and Activities: none.

Podzolkov V.I. ORCID: 0000-0002-0758-5609, Bragina A.E. ORCID: 0000-0002-2699-1610, Rodionova Yu.N. ORCID: 0000-0003-3461-

6703, Osadchiy K.K. ORCID: 0000-0001-8202-4492, Vasilchenko M.K.* ORCID: 0000-0002-4831-7977, Muravlev A.P. ORCID: 0009-0007-1961-6330, Ananyeva V.S. ORCID: 0000-0002-6004-4369, Balutskaya A.V. ORCID: 0000-0003-3179-9364, Pilipenko M.O. ORCID: 0009-0007-7862-8366.

*Corresponding author:

dr.mkvasilchenko@gmail.com

Received: 19/03-2024

Revision Received: 30/03-2024

Accepted: 18/04-2024

For citation: Podzolkov V.I., Bragina A.E., Rodionova Yu. N., Osadchiy K.K., Vasilchenko M.K., Muravlev A.P., Ananyeva V.S., Balutskaya A.V., Pilipenko M.O. Ectopic adipose tissue: frequency and clinical characteristics of obesity phenotypes in patients. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2024;23(6):3980. doi: 10.15829/1728-8800-2024-3980. EDN KWHLW

АГ — артериальная гипертензия, АО — абдоминальное ожирение, ДИ — доверительный интервал, ЖТ — жировая ткань, ИМТ — индекс массы тела, ОТ — окружность талии, ПВЖТ — периваскулярная ЖТ, ПВО — периваскулярное ожирение, ПКЖТ — перикардальная ЖТ, ПКО — перикардальное ожирение, ПНЖТ — паранефральная ЖТ, ПНО — паранефральное ожирение, ССР — сердечно-сосудистый риск, сЗО — смешанное эктопическое ожирение, ЭО — эктопическое ожирение, OR — odds ratio (отношение шансов).

Ключевые моменты

Что известно о предмете исследования?

- Внедрение в рутинную практику высокоинформативных визуализирующих методик расширило представление об особенностях распределения жировой ткани (ЖТ) в организме и позволило более детально оценивать различные эктопические депо.
- Дисфункциональная эктопическая ЖТ обладает провоспалительным, профибротическим и проатерогенным действием.

Что добавляют результаты исследования?

- Показано, что распределение фенотипов ожирения у людей с различным индексом массы тела неоднородно, что подчеркивает важность учета всех его вариантов.
- Изолированное эктопическое ожирение чаще встречается у лиц без общего ожирения, что поднимает вопрос о необходимости выявления эктопических жировых депозитов вне связи с ожирением в целом.
- В статье продемонстрирована высокая частота периваскулярного ожирения у пациентов с артериальной гипертензией, что подтверждает концепцию их взаимосвязи и поднимает вопрос об оценке периваскулярной ЖТ в контексте оценки прогрессирования артериальной гипертензии.

Key messages

What is already known about the subject?

- The introduction of highly informative imaging techniques into routine practice has expanded the understanding of adipose tissue (AT) distribution and made it possible to evaluate various ectopic depots in more detail.
- Dysfunctional ectopic AT has pro-inflammatory, pro-fibrotic and pro-atherogenic effects.

What might this study add?

- The distribution of obesity phenotypes in people with different body mass index is heterogeneous, which emphasizes the importance of taking into account all its variants.
- Isolated ectopic obesity is more common in individuals without general obesity, which delves into the need to identify ectopic fat deposits independently of obesity in general.
- The article demonstrates a high incidence of perivascular obesity in patients with hypertension, which confirms the concept of its relationship and raises the question of perivascular AT assessment in the context of hypertension progression assessment.

Введение

В настоящее время проблема висцерального ожирения не теряет своей актуальности, ввиду его

предиктивной роли в развитии метаболических нарушений, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний [1]. Внедрение в рутинную практику

высокоинформативных визуализирующих методик расширило представление об особенностях распределения жировой ткани (ЖТ) в организме и позволило более детально оценивать различные эктопические депо. Установлено, что помимо накопления ЖТ под кожей и в сальнике, имеется эктопическая ЖТ, окружающая органы и сосуды [1]. Было продемонстрировано, что в условиях избыточного накопления ЖТ эктопические жировые депо становятся дисфункциональными, синтезирующими провоспалительные, проатерогенные и профибротические адипо- и цитокины [2].

В настоящее время активно обсуждается вклад различных депо эктопической ЖТ в развитие метаболических нарушений и сердечно-сосудистых заболеваний. Так, в крупном метаанализе Al-Makhamreh H, et al. (2023), включившем 83 исследования (73934 пациента), показано, что перикардиальная ЖТ (ПКЖТ) была значимо связана с развитием ишемической болезни сердца — OR (odds ratio, отношение шансов) = 1,38 на 1 мм³; 95% доверительный интервал (ДИ): 1,28-1,50), сердечной недостаточности (OR=1,32 на 1 мм³; 95% ДИ: 1,17-2,01), фибрилляции предсердий (OR=1,16 на 1 мм³; 95% ДИ: 1,09-1,24), неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (OR=1,39 на 1 мм³; 95% ДИ: 1,22-1,57) и кальцификации коронарных артерий (OR=1,15 на 1 мм³; 95% ДИ: 1,05-1,27) [3]. Имеются убедительные данные о связи периваскулярной ЖТ (ПВЖТ) с артериальной гипертензией (АГ), ожирением и формированием атеросклеротических бляшек [4]. Изучение паранефральной ЖТ (ПНЖТ) представляется интересным как с точки зрения её вклада в развитие почечной дисфункции, так и её влияния на сердечно-сосудистую систему. Показано, что дисфункциональная ПНЖТ связана с развитием АГ, ожирения, хронической болезни почек и онкологических заболеваний [5]. В ряде отечественных исследований установлена связь ПКЖТ с развитием фибрилляции предсердий [6], диастолической дисфункции левого желудочка [7], ПВЖТ — с сосудистой жесткостью [8], ПНЖТ — с развитием почечной дисфункции [9].

По мере накопления данных становится очевидным, что комплексная оценка распределения ЖТ, фенотипов ожирения с учетом наличия эктопических жировых депо, является важной с точки зрения прогнозирования метаболических нарушений и сердечно-сосудистого риска (ССР). В связи с этим целью настоящего исследования было изучение частоты и клинических характеристик эктопического ожирения (ЭО) у пациентов с различной массой тела.

Материал и методы

В кросс-секционное исследование были включены 326 пациентов (145 мужчин и 181 женщина, средний возраст 63±8 лет), обследованных в Университетской

клинической больницы № 4 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет).

Критерии включения в исследование: возраст >18 лет, наличие подписанного информированного согласия на участие в исследовании. Исследование проводилось в соответствии с Хельсинкской декларацией о правах человека. Проведение исследования одобрено на заседании Локального этического комитета от 08.12.2022г (протокол № 25-22).

Критерии невключения: симптоматическая АГ, клапанные пороки сердца, хроническая сердечная недостаточность III-IV функционального класса, воспалительные заболевания любой этиологии, системные заболевания соединительной ткани, тяжелые заболевания печени и почек, онкологические заболевания, беременность, психические заболевания.

У всех пациентов оценивались данные анамнеза: степень и продолжительность АГ, статус курения. Всем пациентам проводили оценку антропометрических показателей: роста, веса, окружности талии (ОТ); рассчитывали индекс массы тела (ИМТ) по формуле: вес (кг)/рост (м)².

Наличие избыточной массы тела, степень ожирения определяли в соответствии с клиническими рекомендациями "Ожирение", 2021г [10]. Абдоминальный тип ожирения (АО) диагностировался при ОТ >94 см у мужчин и >80 см у женщин [11]. Степень АГ определяли в соответствии с рекомендациями Европейского общества кардиологов (ESC)/Европейского общества по АГ (ESH), 2018 [12].

Биохимическое исследование крови, включающее оценку показателей липидного спектра, уровня гликемии, проводилось по стандартным методикам. Наличие дислипидемии определяли согласно рекомендациям ESC/Европейского общества по изучению атеросклероза (EAS) по лечению дислипидемий: модификация липидов для снижения ССР, 2019г [13]. Наличие сахарного диабета определяли в соответствии с рекомендациями Российской ассоциации эндокринологов по сахарному диабету 2 типа у взрослых, 2022 [14].

Всем пациентам выполнялась рентгеновская компьютерная томография грудной клетки и брюшного пространства в спиральном режиме на томографе Toshiba Aquilion Prime по стандартизованному протоколу с пиковым напряжением на трубке 120 кВ и автоматическим выбором силы тока в диапазоне от 100 до 500 мА, с толщиной среза 1 мм. Объем ПВЖТ и ПКЖТ определялись полуавтоматическим методом на единственном срезе на уровне переднего отрезка пятого межреберья, толщина ПНЖТ, состоящей из пара- и периренальной жировой клетчатки, определялась на одном срезе на уровне левой почечной вены [15] с использованием специализированного программного обеспечения QCT Pro Tissue Composition Module (Mindways Software, США) после калибровки томографа по специальному фантому. Объем ПКЖТ ≥3,2 см³ и объем ПВЖТ ≥0,4 см³ считали критериями перикардиального ожирения (ПКО) и периваскулярного ожирения (ПВО) [16, 17], толщину ПНЖТ ≥1,91 см — критерием паранефрального ожирения (ПНО) [18].

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием статистического пакета программ IBM SPSS Statistics 27. При нормальном распределении величин рассчитывали среднее значение и стандартное отклонение (M±SD). При непараметри-

ческом распределении данных рассчитывали медиану и интерквартильный размах (Ме [Q25; Q75]). При межгрупповом сравнении нескольких независимых выборок количественных показателей использовали критерий Краскела-Уоллиса, при внутригрупповом сравнении двух независимых выборок — непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Статистически значимыми считали результат при вероятности ошибки $p < 0,05$.

Результаты

Клинико-демографическая характеристика обследованных пациентов представлена в таблице 1.

Ожирение различной степени было выявлено у 186 (57%) пациентов, из которых 121 (37%) имели ожирение 1 ст., 55 (17%) — ожирение 2 ст., 10 (3%) — ожирение 3 ст. АО (ОТ ≥ 94 см у мужчин и ≥ 80 см у женщин) имело место у 277 (84,9%) пациентов.

В исследуемой выборке были выделены пациенты со следующими фенотипами ожирения: ЭО, АО, смешанное ожирение (ЭО+АО). ЭО без АО установлено у 17 (5%) пациентов, АО без ЭО — у 74 (23%), ЭО+АО — у 203 (62%), 32 (10%) пациента не имели ни ЭО, ни АО. Для последующего анализа все пациенты были разделены на группы: 1) с изолированным ЭО без АО ($n=17$); 2) с ПКО и АО ($n=31$); 3) с ПВО и АО ($n=22$); 4) с ПНО и АО ($n=33$); 5) со смешанным ожирением (сЭО) (различные сочетания ЭО: ПКО+ПВО или ПКО+ПНО, или ПВО+ПНО, или ПКО+ПВО+ПНО) и АО; 6) с изолированным АО без ЭО ($n=74$); 7) без ожирения ($n=32$).

Распределение частоты всех изучаемых фенотипов ожирения представлено на рисунке 1. Наиболее часто встречалось смешанное ожирение — 36% ($n=117$). Частота различных вариантов ЭО в сочетании с АО (ПКО, ПВО и ПНО) составила 9, 7 и 10%, соответственно.

На следующем этапе был проведен анализ распределения фенотипов ЭО/АО в зависимости от ИМТ. Обращает на себя внимание, что изолированное ЭО (без АО) достоверно чаще встречалось у лиц с нормальной и избыточной массой тела по сравнению с пациентами с ожирением: 8,9 и 12 vs 1,1% ($p=0,001$), соответственно. У пациентов с ожирением достоверно чаще определялся фенотип с ЭО+АО по сравнению с лицами с нормальной и избыточной массой тела: 41,7 vs 19,6 и 21,7% ($p=0,001$), соответственно. Изучение частоты других фенотипов ожирения в зависимости от ИМТ не выявило статистически значимых различий. Обращают на себя внимание установленные разнонаправленные тенденции по мере увеличения ИМТ: увеличение частоты ПКО+АО, ПНО+АО, уменьшение частоты изолированного АО без ЭО, а также отсутствие динамики показателя частоты ПВО+АО, что представлено на рисунке 2.

Таблица 1

Клинико-демографическая характеристика обследованных пациентов

Показатель	Значение
Пол: муж/жен, n (%)	145 (44,5)/181 (55,5)
Возраст, годы, Ме [Q25; Q75]	62 [52; 71]
ИМТ, кг/м ² , Ме [Q25; Q75]	27,23 [23,78; 31,42]
Избыточная масса тела (ИМТ ≥ 25 кг/м ²), n (%)	82 (25,1)
Ожирение (ИМТ ≥ 30 кг/м ²), n (%)	186 (57)
Степень ожирения 1/2/3, %	37/17/3
АО, n (%)	277 (84,9)
Курение, n (%)	113 (34,6)
АГ, n (%)	124 (38)
Ишемическая болезнь сердца, n (%)	17 (5,2)
Сахарный диабет, n (%)	6 (1,8)
Дислипидемия, n (%)	220 (67,4)
ПКЖТ, см ³ , Ме [Q25; Q75]	2,8 [2,2; 3,8]
ПВЖТ, см ³ , Ме [Q25; Q75]	0,2 [0,3; 0,5]
ПНЖТ, см ³ , Ме [Q25; Q75]	1,5 [0,93; 2,33]

Примечание: АГ — артериальная гипертензия, АО — абдоминальное ожирение, ИМТ — индекс массы тела, ПВЖТ — периваскулярная жировая ткань, ПКЖТ — перикардальная жировая ткань, ПНЖТ — паранефральная жировая ткань.

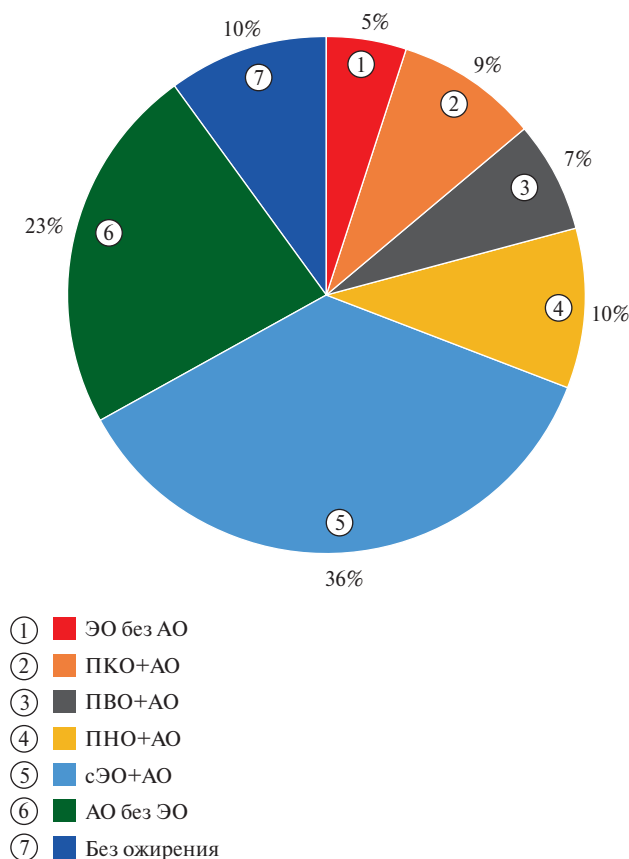


Рис. 1 Частота различных фенотипов АО и ЭО у обследованных пациентов.

Примечание: АО — абдоминальное ожирение, ПКО — перикардальное ожирение, ПВО — периваскулярное ожирение, ПНО — паранефральное ожирение, ЭО — эктопическое ожирение, сЭО — смешанное ЭО.

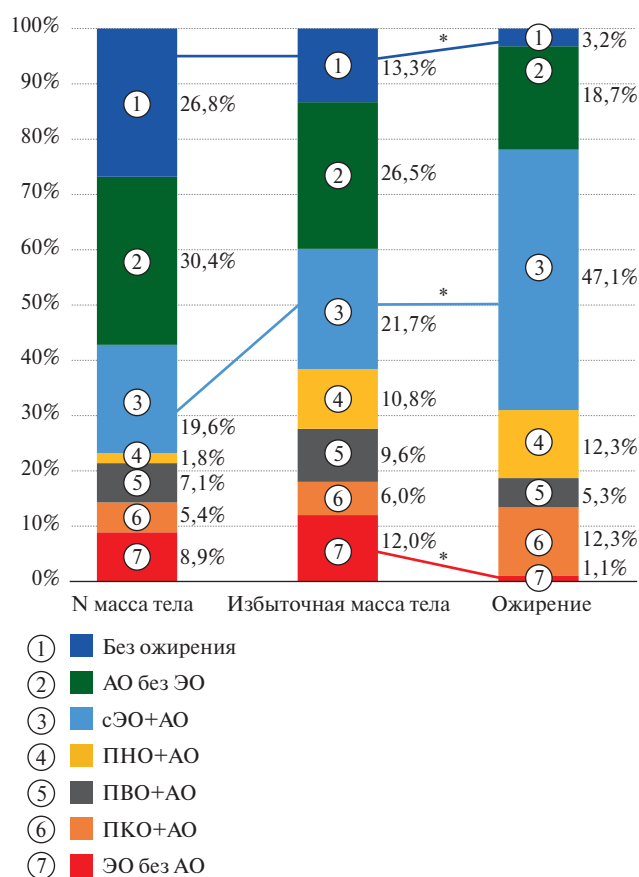


Рис. 2 Частота распределения фенотипов ожирения в зависимости от ИМТ у обследуемых пациентов.

Примечание: * — $p < 0,05$, АО — абдоминальное ожирение, ИМТ — индекс массы тела, ПКО — перикардиальное ожирение, ПВО — периваскулярное ожирение, ПНО — паранефральное ожирение, ЭО — эктопическое ожирение, сЭО — смешанное ЭО.

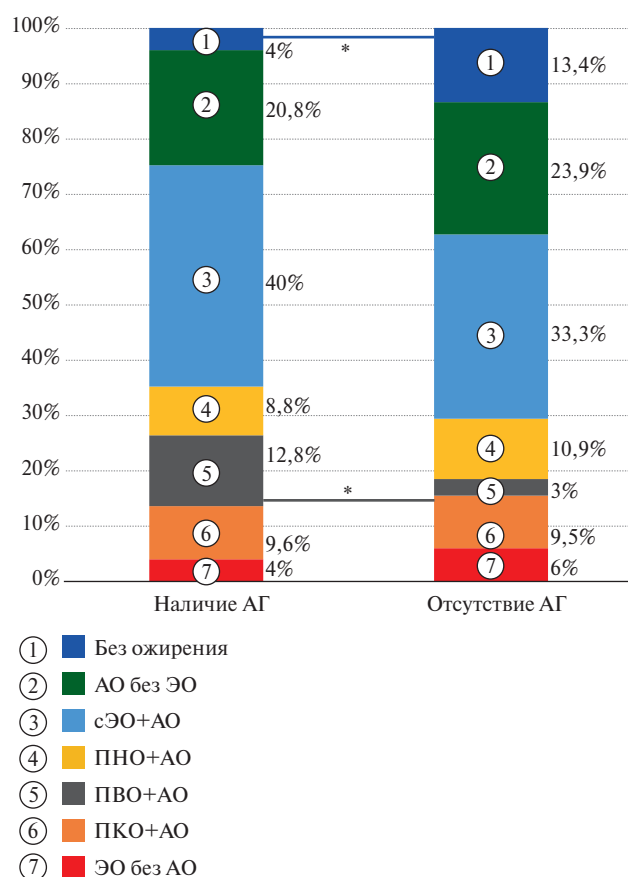


Рис. 3 Частота распределения фенотипов ожирения в зависимости от наличия/отсутствия АГ у обследуемых пациентов.

Примечание: * — $p < 0,05$, АГ — артериальная гипертензия, АО — абдоминальное ожирение, ПКО — перикардиальное ожирение, ПВО — периваскулярное ожирение, ПНО — паранефральное ожирение, ЭО — эктопическое ожирение, сЭО — смешанное ЭО.

При анализе частоты распределения фенотипов ЭО/АО в зависимости от наличия или отсутствия АГ установлено, что у пациентов с АГ достоверно чаще встречалось ПВО+АО по сравнению с пациентами без АГ: 12,8 vs 3% ($p=0,001$), соответственно. Напротив, у пациентов без АГ достоверно чаще отсутствовало любое ожирение по сравнению с лицами с АГ: 13,4 vs 4% ($p=0,005$), соответственно (рисунок 3).

Обсуждение

С использованием полученных ранее критериев ПКЖТ, ПВЖТ, ПНЖТ, в настоящей работе впервые была проведена оценка частоты фенотипов ожирения с учетом наличия периорганальных жировых депозитов. Как уже было показано ранее [16], ЭО не всегда сочеталось с АО. Так, у 17 (5%) пациентов было установлено изолированное ЭО без АО и, напротив у 74 (23%) изолированное АО без ЭО. Нами была предпринята попытка изучить особенности распределения ЖТ в зависимости от некоторых факторов ССР. Учитывая небольшую когорту лиц с изолированным ЭО ($n=17$),

выделение групп с разным периорганальным ожирением среди данных пациентов, представлялось нецелесообразным, поэтому были выделены пациенты с сочетанием ПКО, ПВО, ПНО с АО, а также группы со смешанным ЭО и АО. При изучении частоты данных фенотипов ожирения в зависимости от ИМТ отмечалась тенденция к увеличению частоты ПКО+АО, ПНО+АО по мере повышения ИМТ. При этом достоверные различия наблюдались только между показателями частоты сЭО+АО у пациентов с ожирением и нормальной и избыточной массой тела. Интересные данные получены в исследовании Aitken-Buck НМ, et al. (2019), в котором не только установлена положительная корреляционная связь между эпикардиальной ЖТ и ИМТ, но и показано, что в отличие от других подкожных и висцеральных жировых депо, увеличение эпикардиального депо происходит не за счет гипертрофии эпикардиальных адипоцитов, а в результате гиперпластического ремоделирования с изменением секрета адипоцитов [18]. Кроме того, обращает на себя внимание то, что изолированное ЭО без АО достоверно чаще встречалось у лиц без

ожирения, что поднимает вопрос о необходимости выявления эктопических жировых депозитов вне связи с ожирением в целом. Отсутствие тенденции к увеличению частоты ПВО+АО в зависимости от ИМТ возможно объясняется вкладом в инициацию и прогрессирование ПВО других факторов, таких как возраст, наличие АГ, висцерального типа ожирения. Это подтверждается результатами нашего исследования, в котором установлена большая частота ПВО+АО у пациентов с АГ. Также в проведенном нами ранее метаанализе (2023) [19], включившем 23 исследования, полученные данные свидетельствуют, что именно ОТ показала наибольшую силу связи с ПВЖТ при сравнении с другими факторами риска, в т.ч. с ИМТ — параметром, не всегда позволяющим разграничить ЖТ и мышечную ткань. Наряду с этим в данном метаанализе подтверждена связь между ПВЖТ и АГ. В крупном консенсусе [20], посвященном клиническим биомаркерам, терапевтическим мишеням ПВЖТ, систематизированы и подробно описаны паракринные, вазокринные, эндокринные эффекты данной эктопической ткани, способствующие развитию АГ. Так, в экспериментальной работе Zhu X, et al. (2021) [21], в которой проводилось исследование на мышцах, показана роль провоспалительной активности дисфункциональной ПВЖТ в развитии АГ. В исследовании Nosalski R, et al. (2020) [22] изучены

молекулярные механизмы формирования АГ при ПВО. Показан вклад микроРНК-214 в инициацию периваскулярного фиброза, развитие эндотелиальной дисфункции, приводящей к повышению жесткости сосудов [22].

Выявленная тенденция к уменьшению частоты АО без ЭО при увеличении ИМТ, вероятно, объясняется возрастанием частоты смешанного ожирения, в состав которого входит как АО, так и эктопические жировые депо.

Заключение

Таким образом, результаты настоящего исследования свидетельствуют о неоднородности распределения фенотипов ожирения у людей с различным ИМТ, что подчеркивает важность учета всех его вариантов, в т.ч. ЭО, для своевременной и адекватной оценки ССР. Требуются дальнейшие исследования на больших популяциях для лучшего понимания закономерностей распределения ЖТ и изучения особенностей отдельных эктопических жировых депо, что позволит оптимизировать выявление лиц с высоким кардиометаболическим риском, а также разработать принципы персонализированного подхода.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

1. Neeland IJ, Ross R, Després JP, et al. Visceral and ectopic fat, atherosclerosis, and cardiometabolic disease: a position statement. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2019;7(9):715-25. doi:10.1016/S2213-8587(19)30084-1.
2. Druzhilov MA, Kuznetsova TY, Druzhilova OY. "Obesity paradoxes": Main causes of an "inverse" cardiovascular epidemiology. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2018;17(5):92-8. (In Russ.) Дружилов М. А., Кузнецова Т. Ю., Дружилова О. Ю. "Парадоксы ожирения": основные причины формирования "обратной" кардиоваскулярной эпидемиологии. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2018;17(5):92-8. doi:10.15829/1728-8800-2018-5-92-98.
3. Al-Makhamreh HK, Toubasi AA, Al-Harasis LM, et al. Pericardial fat and cardiovascular diseases: A systematic review and meta-analysis. *J Evid Based Med.* 2023;16(2):178-85. doi:10.1111/jebm.12542.
4. Grigoras A, Amalinei C, Balan RA, et al. Perivascular adipose tissue in cardiovascular diseases-an update. *Anatol J Cardiol.* 2019;22(5):219. doi:10.14744/ANATOLJCARDIOL.2019.91380.
5. Grigoraş A, Balan RA, Căruntu ID, et al. Perirenal Adipose Tissue — Current Knowledge and Future Opportunities. *J Clin Med.* 2021;10(6):1-12. doi:10.3390/JCM10061291.
6. Mazur ES, Mazur VV, Bazhenov ND, et al. Epicardial fat and left atrial mechanical dispersion in patients with hypertension with persistent atrial fibrillation and without cardiac arrhythmia. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2024;23(1):3758. (In Russ.) Мазур Е. С., Мазур В. В., Баженов Н. Д. и др. Эпикардальный жир и механическая дисперсия левого предсердия у больных с артериальной гипертензией с парок-
7. Gritsenko OV, Chumakova GA, Trubina EV. The role of epicardial obesity in the development of left ventricular diastolic dysfunction. *Kardiologiya.* 2023;63(7):32-8. (In Russ.) Гриценко О. В., Чумакова Г. А., Трубина Е. В. Роль эпикардального ожирения в развитии диастолической дисфункции левого желудочка. *Кардиология.* 2023;63(7):32-8. doi:10.18087/cardio.2023.7.n2120.
8. Podzolkov VI, Bragina AE, Osadchiy KK, et al. Relationship between the volume of perivascular adipose tissue and the vascular wall lesion. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2021;20(7):2993. (In Russ.) Подзолков В. И., Брагина А. Е., Осадчий К. К. и др. Взаимосвязь объема периваскулярной жировой ткани и состояния сосудистой стенки. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2021;20(7):2993. doi:10.15829/1728-8800-2021-2993.
9. Bragina AE, Osadchiy KK, Rodionova JN, et al. Pararenal Fat and Renal Dysfunction in Patients without Significant Cardiovascular Disease. *Am J Nephrol.* 2022;53(5):416-22. doi:10.1159/000522311.
10. Dedov II, Mokrysheva NG, Mel'nichenko GA, et al. Obesity. Clinical guidelines. *Consilium Medicum.* 2021;23(4):311-25. (In Russ.) Дедов И. И., Мокрышева Н. Г., Мельниченко Г. А. и др. Ожирение. Клинические рекомендации. *Consilium Medicum.* 2021;23(4):311-25. doi:10.26442/20751753.2021.4.200832.
11. Nam GE, Park HS. Perspective on Diagnostic Criteria for Obesity and Abdominal Obesity in Korean Adults. *J Obes Metab Syndr.* 2018;27(3):134. doi:10.7570/JOMES.2018.27.3.134.

12. Williams B, Mancia G, Spiering W, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Hypertension (ESH). *Eur Heart J*. 2018;39(33):3021-104. doi:10.1093/EURHEARTJ/EHY339.
13. Mach F, Baigent C, Catapano AL, et al. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk: The Task Force for the management of dyslipidaemias of the European Society of Cardiology (ESC) and European Atherosclerosis Society (EAS). *Eur Heart J*. 2020; 41(1):111-88. doi:10.1093/EURHEARTJ/EHZ455.
14. Dedov II, Shestakova MV, Mayorov AY, et al. Diabetes mellitus type 2 in adults. *Diabetes mellitus*. 2020;23(2S):4-102. (In Russ.) Дедов И. И., Шестакова М. В., Майоров А. Ю. и др. Сахарный диабет 2 типа у взрослых. *Сахарный диабет*. 2020;23(2S):4-102. doi:10.14341/DM12507.
15. Goldenberg L, Saliba W, Hayeq H, Hasadia R, et al. The impact of abdominal fat on abdominal aorta calcification measured on non-enhanced CT. *Medicine*. 2018;97(49). doi:10.1097/MD.00000000000013233.
16. Podzolkov VI, Bragina AE, Osadchiy KK, et al. Ectopic obesity in patients without manifested cardiovascular disease: regulations, frequency and clinical characteristics. *Terapevticheskii arkhiv*. 2022;94(9):1072-7. (In Russ.) Подзолков В. И., Брагина А. Е., Осадчий К. К. и др. Эктопическое ожирение у пациентов без клинически значимых сердечно-сосудистых заболеваний: ориентировочные нормативы, частота и клинические характеристики. *Терапевтический архив*. 2022;94(9):1072-7. doi:10.26442/00403660.2022.09.201847.
17. Podzolkov VI, Bragina AE, Osadchiy KK, et al. Pararenal Fat Tissue: Rate of Pararenal Obesity and Relation with Anthropometric Indices of Obesity. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2022;18(5):516-21. (In Russ.) Подзолков В. И., Брагина А. Е., Осадчий К. К. и др. Паранефральная жировая ткань: частота паранефрального ожирения и связь с антропометрическими индексами ожирения. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2022;18(5):516-21. doi:10.20996/1819-6446-2022-09-04.
18. Aitken-Buck HM, Moharram M, Babakr AA, et al. Relationship between epicardial adipose tissue thickness and epicardial adipocyte size with increasing body mass index. *Adipocyte*. 2019;8(1):412-20. doi:10.1080/21623945.2019.1701387.
19. Bragina A, Rodionova Y, Druzhinina N, et al. Relationship Between Perivascular Adipose Tissue and Cardiovascular Risk Factors: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Metab Syndr Relat Disord*. 2024;22(1):1-14. doi:10.1089/MET.2023.0097.
20. Antoniadis C, Tousoulis D, Vavlukis M, et al. Perivascular adipose tissue as a source of therapeutic targets and clinical biomarkers. *Eur Heart J*. 2023;44(38):3827-44. doi:10.1093/eurheartj/ehad484.
21. Zhu X, Wang Y, Zhu L, et al. Class A1 scavenger receptor prevents obesity-associated blood pressure elevation through suppressing overproduction of vascular endothelial growth factor B in macrophages. *Cardiovasc Res*. 2021;117(2):547-60. doi:10.1093/cvr/cvaa030.
22. Nosalski R, Siedlinski M, Denby L, et al. T-Cell-Derived miRNA-214 Mediates Perivascular Fibrosis in Hypertension. *Circ Res*. 2020;126(8):988-1003. doi:10.1161/CIRCRESAHA.119.315428.