

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПЛОЩАДИ ВИСЦЕРАЛЬНОЙ И ПОДКОЖНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ И ХАРАКТЕРА ПОРАЖЕНИЯ ЛЕГКИХ ПО ДАННЫМ КТ У БОЛЬНЫХ ОЖИРЕНИЕМ, ПЕРЕНЕСШИХ COVID-АССОЦИИРОВАННУЮ ПНЕВМОНИЮ

Бучнева А.В., Чичкова Н.В., Серова Н.С., Щекотуров И.О., Фомин В.В.

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

Цель исследования. Изучение взаимосвязи площади висцеральной и подкожной жировой ткани, измеренной с помощью мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ), с характером и тяжестью поражения легких у больных ожирением, перенесших COVID-ассоциированную пневмонию в остром периоде и через 3 месяца после выписки из стационара.

Материалы и методы. В проспективное исследование включено 59 пациентов, перенесших COVID-19 (32 женщины, 27 мужчин), разделенных на две группы: 1 группа – 23 пациента с индексом массы тела (ИМТ) < 30 кг/м²; 2 группа – 36 пациентов с ИМТ > 30 кг/м². Всем пациентам выполнено стандартное обследование: антропометрия с измерением ИМТ, МСКТ легких с контрастированием легочных сосудов и органов брюшной полости для измерения площади висцеральной (ВЖТ) и подкожной жировой ткани (ПЖТ) на уровне позвонков L4-L5.

Результаты. В острый период COVID-19 клинические и рентгенологические проявления заболевания достоверно не отличались у пациентов обеих групп; через 12 недель у пациентов с ожирением достоверно чаще сохранялись одышка (p=0,001), общая слабость (p=0,05) и кашель (p=0,05), а по результатам МСКТ легких сохранялся паттерн «матовое стекло» (ОШ 6,5 [95% 2-21,7]) и появлялся тромбоз мелких ветвей легочной артерии (ОШ 4,2 [95% 1,1-17]). Увеличение площади ВЖТ ≥ 263,5 см² является прогностически неблагоприятным фактором сохранения паттерна «матовое стекло» через 12 недель после выписки из стационара. Показано, что площади ВЖТ ≥ 272 см² или ПЖТ ≥ 265 см² статистически достоверно связаны с выявлением тромбоза мелких ветвей по данным МСКТ с контрастированием у пациентов с ожирением, перенесших COVID-ассоциированную пневмонию.

Заключение. Площади висцеральной и подкожной жировой ткани, определяемые с помощью МСКТ, являются прогностически значимыми величинами для оценки риска развития тромбозических осложнений и длительности (более 12 недель) сохраняющихся изменений в легочной ткани у пациентов после перенесенной COVID-ассоциированной пневмонии.

Ключевые слова: COVID-19, компьютерная томография, ожирение, индекс массы тела, висцеральная жировая ткань, подкожная жировая ткань.

Контактный автор: Бучнева А.В., e-mail: anna.v.buchneva@gmail.com

Для цитирования: Бучнева А.В., Чичкова Н.В., Серова Н.С., Щекотуров И.О., Фомин В.В. Взаимосвязь площади висцеральной и подкожной жировой ткани и характера поражения легких по данным КТ у больных ожирением, перенесших COVID-ассоциированную пневмонию. REJR 2023; 13(4):78-91. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-78-91.

Статья получена: 15.02.23

Статья принята: 30.10.23

CORRELATION OF THE VISCERAL AND SUBCUTANEOUS FAT AREAS AND LUNG DAMAGE ACCORDING TO CT DATA IN OBESE PATIENTS AFTER COVID-19 ASSOCIATED PNEUMONIA

Buchneva A.V., Chichkova N.V., Serova N.S., Shchekoturov I.O., Fomin V.V.

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). Moscow, Russia.

Purpose. To study the correlation of visceral and subcutaneous fat areas measured by multi-spiral computed tomography (MSCT) with the clinical characteristics and severity of lung damage in obese patients in the acute period and 3 months after COVID-associated pneumonia.

Materials and methods. We examined 59 patients (32 women, 27 men), which were divided into two groups: the 1st – 23 non-obese patients (BMI < 30 kg/m²); the 2nd – 36 obese patients (BMI > 30 kg/m²). All patients underwent a standard examination, anthropometry with BMI measurement, MSCT of the lungs with contrast enhancement of the pulmonary vessels and MSCT of the abdominal cavity for measurement of the visceral (VAT) and subcutaneous adipose tissue (SAT) at the level of the L4-L5 vertebrae.

Results. During the acute illness the condition of patients in both groups did not differ, but after 12 weeks patients with BMI > 30 kg/m² were associated with shortness of breath (p=0.001), general weakness (p=0.05), cough (p=0.05), more lung involvements in MSCT examination: ground-glass opacity (OR 6.5 [95% 2-21,7]) and lung perfusion abnormalities (OR 4,2 [95% 1,1-17]). VAT area ≥ 263,5 cm² is a predictably unfavorable factor for the ground glass opacity 12 weeks after discharge from the hospital. VAT area ≥ 272 cm² or SAT area ≥ 265 cm² are significantly associated with lung perfusion abnormalities according to the MSCT in obese patients after COVID-associated pneumonia.

During the acute period of COVID-19, the clinical and radiological disease manifestations did not differ significantly in patients of both groups; after 12 weeks, obese patients were significantly more likely to have dyspnea (p=0.001), general weakness (p=0.05) and cough (p=0.05), and according to the MSCT of the lungs, the “ground glass opacity” pattern persisted (OR 6 .5 [95% 2-21.7]) and thrombosis of small branches of the pulmonary artery appeared (OR 4.2 [95% 1.1-17]). An increase of VAT area ≥ 263.5 cm² is an unfavorable prognostic factor for the persistence of the "ground glass opacity" pattern 12 weeks after discharge from the hospital. It has been shown that areas of VAT ≥ 272 cm² or PVT ≥ 265 cm² are statistically significantly associated with the detection of small branch thromboembolism according to MSCT with contrast enhancement in obese patients who have had COVID-associated pneumonia.

Conclusions. The areas of visceral and subcutaneous adipose tissue determined by MSCT are prognostically significant values for assessing of thromboembolic complications and the duration (more than 12 weeks) of persistent changes in the lung parenchyma in patients after COVID-associated pneumonia.

Keywords: COVID-19, multispiral computed computed tomography, obesity, body mass index, visceral adipose tissue, subcutaneous adipose tissue.

Corresponding author: Beliaevskaia A.A., e-mail: a_beliaevskaia@list.ru.

For citation: Buchneva A.V., Chichkova N.V., Serova N.S., Shchekoturov I.O., Fomin V.V. Correlation of the visceral and subcutaneous fat areas and lung damage according to CT data in obese patients after COVID-19 associated pneumonia. REJR 2023; 13(4):78-91. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-78-91.

Received: 15.02.23

Accepted: 30.10.23

Новая коронавирусная инфекция (COVID-19) – это инфекционное заболевание, вызванное вирусом SARS-CoV-2 [1, 2]. По состоянию на январь 2023 года в мире зарегистрировано 668 665 275 случаев COVID-19, из которых 6 713 730 закончились летальным исходом, в то время как 639 969 029 пациентов (96%) выздоровели. По числу общих случаев заражения Российская Федерация занимает 10 место среди всех стран, по числу общей смертности наша страна находится на 4 позиции [3].

В то же время, по данным ВОЗ, и до начала пандемии COVID-19 высокая распространенность ожирения среди населения относилась к большому бремени системы здравоохранения [4]. По данным источников, от таких последствий избыточной массы тела, как сердечно-сосудистые и некоторые онкологические заболевания, а также сахарный диабет, умирало больше людей, чем от последствий аномально низкой массы тела [4, 5].

В большом количестве проведенных исследований результаты демонстрируют, что ожирение является предиктором тяжелого течения коронавирусной инфекции, сопряженного с наиболее частой госпитализацией пациентов в стационар, их пребыванием в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), применением аппаратов искусственной вентиляции легких (ИВЛ) [6, 7]. По данным источников, клетки висцеральной жировой ткани (ВЖТ) в сравнении с клетками подкожной жировой ткани (ПЖТ) экспрессируют больше ACE2 (ангиотензинпревращающего фермента 2), связываясь с которым SARS-CoV-2 проникает в ткани организма [8, 9]. В связи с этим возникает интерес не только к оценке индекса массы тела (ИМТ) как показателя, определяющего факт наличия ожирения, но и к определению площади и распределению жировой ткани в организме посредством антропометрических показателей – окружности талии (ОТ) или инструментальных методов – мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ), магнитно-резонансной томографии (МРТ), позволяющих непосредственно оценить площадь ВЖТ и ПЖТ [10].

Malavazos AE с соавторами показал, что именно абдоминальное ожирение, определяемое по окружности талии, а не ИМТ, является прогностическим фактором с точки зрения определения тяжести поражения легочной ткани по данным рентгенологических методов исследования у пациентов с COVID-19, госпитализированных в стационар [11]. В

2020 году Petersen A с соавторами опубликовал результаты исследования, в котором было показано, что увеличение площади висцерального жира даже в 10 см² связано с повышением вероятности госпитализации пациента, страдающего COVID-19, в отделение интенсивной терапии в 1,37 раза; с последующим применением искусственной вентиляции легких – в 1,32 раза [12]. В соответствии с результатами другого исследования, включающего данные 150 пациентов, у пациентов, для лечения которых требовалась госпитализация в ОРИТ, площадь ВЖТ была достоверно выше в сравнении с пациентами, наблюдающимися в стационарных палатах [13]. Итальянские ученые также показали, что распределение жира, определяемое по данным МСКТ брюшной полости на уровне L2 позвонка, характеризующееся повышенным объемом ВЖТ и более низкими показателями ПЖТ, увеличивает риск госпитализации в ОРИТ по поводу COVID-19 независимо от ИМТ [14].

Цель исследования.

Изучение взаимосвязи площади ВЖТ и ПЖТ, измеренной с помощью метода МСКТ, с характером и тяжестью поражения легких у больных ожирением, перенесших COVID-ассоциированную пневмонию.

Материалы и методы.

В проспективное исследование включено 59 пациентов (32 женщины, 27 мужчин, в возрасте от 30 до 84 лет (медиана возраста 63,6±13 лет), госпитализированных в терапевтическое отделение Университетской Клинической Больницы №1 Сеченовского Университета через 12 недель после перенесенной COVID-ассоциированной пневмонии. Оценивали клинические особенности острого периода заболевания, а также динамику исходных показателей через 12 недель после выписки из стационара. Критериями включения в исследование являлись возраст пациентов больше 18 лет, перенесенная новая коронавирусная инфекция; ИМТ более 18,5 кг/м²; в исследование не включали пациентов, имеющих вторичное ожирение, беременных и кормящих женщин; пациентов, имеющих психические заболевания, алкоголизм, значимое снижение интеллекта. Всем больным было проведено антропометрическое исследование, определен ИМТ, на основании которого пациенты были распределены на группы. Первую группу составили 23 пациента с ИМТ < 30 кг/м² (без ожирения); вторая группа была представлена 36 больными с различными степенями ожирения (ИМТ > 30 кг/м²).

Всем пациентам выполнена МСКТ лег-

Таблица №1. Параметры КТ.

Напряжение на рентгеновской трубке	Сила тока на рентгеновской трубке	Толщина среза	Уровень исследования
120 кВ	50 мА	8 мм	Межпозвоночный диск L4-L5

ких с контрастированием легочных сосудов и нативное исследование органов брюшной полости с определением площади ВЖТ и ПЖТ [15].

Исследование было выполнено на мультиспиральном компьютерном томографе Canon Aquilon One 640 (Япония) в отделении лучевой диагностики. Параметры выполнения КТ представлены в таблице №1.

Исследование выполнялось со стандартными параметрами, предусмотренными фирмой-производителем. Сила тока на рентгеновской трубке в 50 мА позволяет получить изображения необходимого качества, требуемые только для обсчета объема жировой ткани.

Толщина среза в 8 мм, необходима для получения усредненных значений объема висцеральной жировой ткани, позволяющих получить воспроизводимые результаты при последующих контрольных исследованиях. За счет большой толщины среза получают данные, которые дают возможность частично нивелировать изменение объема жировой ткани вокруг перистальтирующих петель кишечника, которые могут быть на разных уровнях при проведении последующих исследований.

Полученные изображения обрабатывались на рабочей станции в программе «Fat measurement», с определением площади ВЖТ и ПЖТ на изображениях в аксиальной плоскости на уровне L4-L5 позвонков с коррекцией данных с учетом введенных антропометрических показателей пациента. В результате получали цветное картирование изображений, (ВЖТ была окрашена в красный, а ПЖТ – в синий цвет) с данными о площади ВЖТ и ПЖТ.

Статистический анализ.

Для оценки полученных данных использовали программное обеспечение IBM SPSS Statistics 23 (IBM Corporation, США). Все результаты приведены с двусторонним уровнем значимости, порог статистической значимости был установлен на уровне значимости ($p < 0,05$).

Исходные демографические и клинические характеристики выражены в виде медианы и межквартильного размаха (при отклонении распределения от нормального). Медианы количественных показателей сравнивали с помощью U-критерия Манна-Уитни. Связи между группами пациентов по ИМТ, степени поражения легких по данным МСКТ были исследованы с помощью логистического регрессионного анализа; результаты выражены в виде отношения шансов (ОШ) и 95% доверительного интервала (ДИ). Анализ корреляционных взаимосвязей выполняли с определением коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r_s). Оценка диагностической значимости количественных переменных (площадей жировой ткани) для прогнозирования различных исходов была проведена с помощью ROC-анализа.

Результаты.

Более чем у половины больных – у 36 (61%) пациентов – диагностировано ожирение различной степени. Средний индекс массы тела составил $30,6 \text{ кг/м}^2$ [$18,0 - 47,6 \text{ кг/м}^2$]. Исследуемые группы были сопоставимы по основным демографическим показателям, а также по большинству сопутствующих заболеваний. Несколько чаще у больных ожирением диагностирована хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ). Выявлены достоверные отличия между группами больных по ВЖТ и ПЖТ (табл. №2).

Во время острой фазы COVID-ассоциированной пневмонии 51 пациент (86,4%) нуждался в получении респираторной поддержки. Следует отметить, что большинство из них – 32 (62,7%), составляли больные второй группы с различной степенью ожирения. При оценке динамики состояния через 12 недель после выписки из стационара у 14 больных (23,7%) сохранялась потребность в получении респираторной поддержки (малопоточная оксигенация), 12 (20,3%) из них имели разные степени ожирения.

Оценка клинической симптоматики в острый период пневмонии практически не

Таблица №2. Демографические показатели и частота сопутствующих заболеваний у больных исследуемых групп (n=59).

Показатели		Исследуемые группы		p*
		1 группа n=23 (39%)	2 группа n= 36 (61%)	
ИМТ		< 30 кг/ м ²	≥ 30 кг/ м ²	
Пол, n (%)	Женский	11 (18,6%)	21 (35,6%)	0,49
	Мужской	12 (20,3%)	15 (25,4%)	
Возраст, годы (M±SD)		64 ± 12,6	63 ± 13,4	0,88
Артериальная гипертензия, n (%)		19 (32,2%)	35 (59,3%)	0,051
Ишемическая болезнь сердца, n (%)		5 (8,5%)	3 (5,1%)	0,15
Хроническая сердечная недостаточность, n (%)		7 (11,9%)	6 (10,2%)	0,22
Нарушения ритма и проводимости сердца, n (%)		5 (8,5%)	12 (20,3%)	0,34
Бронхиальная астма, n (%)		3 (5,1%)	5 (8,5%)	0,93
Хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)		5 (8,5%)	1 (1,7%)	0,02
Сахарный диабет 2 типа, n (%)		6 (10,2%)	8 (13,6%)	0,74
Хроническая болезнь почек, n (%)		3 (5,1%)	9 (15,3%)	0,27
Жировые депо	ВЖТ, см ² (M±SD)	239 ± 75,4	330,6 ± 102,5	0,011
	ПЖТ, см ² (M±SD)	231 ± 49,7	362,6 ± 117,5	0,002

n – количество больных;

* – Уровень значимости указан для U-критерия Манна-Уитни.

выявила достоверных отличий между группами больных. Через 12 недель пациенты с ожирением (2 группа) достоверно чаще жаловались на одышку ($p=0,001$), общую слабость ($p=0,05$) и кашель ($p=0,05$) в сравнении с пациентами, не страдающими ожирением (табл. №3).

У всех больных в остром периоде COVID-ассоциированной пневмонии по данным МСКТ легких было диагностировано поражение более 50% объема паренхимы легких, что соответствовало степени поражения

легких КТ-3 (33 больных – 55,9%) и КТ-4 (26 пациентов – 44,1%). Изменения были представлены описываемыми при данном заболевании рентгенологическими симптомами. Достоверных рентгенологических отличий поражения легких в остром периоде пневмонии между пациентами обеих групп выявлено не было, отмечена лишь тенденция к увеличению случаев тромбоэмболии мелких ветвей легочной артерии (ТЭЛА) у больных с ожирением (рис. 1, 2).

Всем пациентам, включенным в иссле-

Таблица №3. Сравнительная оценка основных клинических характеристик в острый период и через 12 недель после выписки из стационара у больных исследуемых групп (n=59).

Показатель	В острую фазу заболевания		p*	Через 12 недель		p*
	1 группа n=23 (39%)	2 группа n=36 (61%)		1 группа n=23 (39%)	1 группа n=36 (61%)	
ИМТ	< 30 кг/ м ²	≥ 30 кг/ м ²		< 30 кг/ м ²	≥ 30 кг/ м ²	
Одышка, n (%)	14 (23,7%)	30 (50,8%)	0,06	8 (13,6%)	28 (49,2%)	0,001
Общая слабость, n (%)	15 (25,4%)	28 (49,2%)	0,29	5 (8,5%)	17 (29,3%)	0,05
Кашель, n (%)	11 (18,6%)	28 (49,2%)	0,02	5 (8,5%)	17 (29,3%)	0,05
Миалгии, n (%)	8 (13,6%)	21 (35,6%)	0,08	2 (3,4%)	6 (10,2%)	0,39
Нарушения обоняния и вкуса, n (%)	13 (22%)	28 (49,2%)	0,09	10 (16,9%)	14 (23,7%)	0,73
Потребность в респираторной поддержке (малопоточная оксигенация), n (%)	19 (32,2%)	32 (54,2%)	0,5	3 (5,1%)	11 (18,6%)	0,13

n – количество больных;

* – Уровень значимости указан для критерия U-критерия Манна-Уитни.

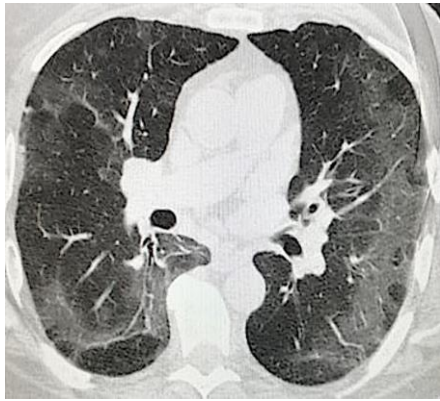


Рис. 1 а (Fig. 1 а)

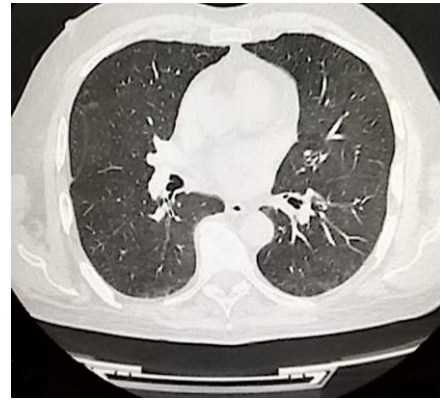


Рис. 1 б (Fig. 1 б)

Рис. 1. Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки, аксиальная плоскость. Пациентка с нормальной массой тела (ИМТ 23,7 кг/м²).

а – Острый период заболевания. В обоих легких отмечаются обширные участки изменений по типу «матового стекла» и ретикулярные изменения.

б – Исследование через 12 недель. Отмечается появление мелких линейных участков фиброза и единичных участков снижения воздушности легочной паренхимы.

Fig. 1. Multislice computed tomography, chest cavity, axial plane. A patient with normal body weight (BMI 23.7 kg/m²).

a – Acute period of the disease. Extensive areas of ground-glass opacity and reticular pattern are determined in both lungs.

b – Examination after 12 weeks. Small linear areas of fibrous tissue, single areas of air space consolidation is determined.



Рис. 2 а (Fig. 2 а)

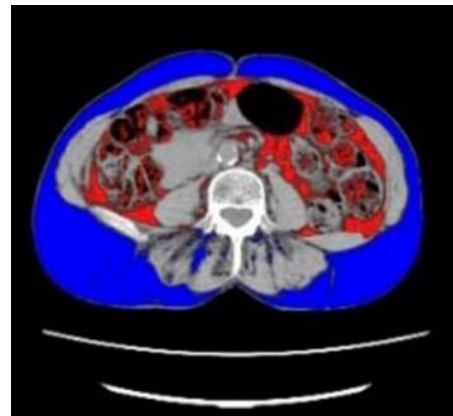


Рис. 2 б (Fig. 2 б)

Рис. 2. Мультиспиральная компьютерная томография органов брюшной полости, аксиальная плоскость на уровне позвонков L4–L5 до (а) и после (б) обработки в программе Fat measurement.

Пациентка с нормальной массой тела (ИМТ 23,7 кг/м²). Красным цветом выделена ВЖТ (67 см²), синим – ПЖТ (162 см²).

Fig. 2. Multislice computed tomography, chest cavity, axial plane at the level of vertebrae L4–L5 before (a) and after (b) using program Fat measurement.

The patient with normal body weight (BMI 23.7 kg/m²). The VAT (67 cm²) is highlighted in red, the SAT (162 cm²) is highlighted in blue.

дование, после выписки из стационара проводилась лекарственная терапия, включавшая в себя обязательное назначение антикоагулянтов, в соответствии с актуальными на момент госпитализации и выписки временными методическими рекомендациями по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции (COVID-19) [16 - 19].

Вместе с тем, оценка результатов МСКТ легких, проведенная через 12 недель после выписки из стационара, выявила достоверные отличия между результатами у пациентов исследуемых групп. Так, по результатам МСКТ, у больных с ожирением в 6,5 раз чаще встречался симптом «матового стекла», а также в 4,2 раза чаще были выявлены признаки ТЭЛА мелких ветвей по данным МСКТ легких с контрастированием легочных сосудов (табл. №4). Известно, что в легких, как и в других органах, при COVID-19 развивается ангиопатия вследствие поражения эндотелия сосудов, что сопровождается активацией агрегации тромбоцитов с форми-

рованием тромбов, приводя к тромбозу легочных сосудов – «тромбоз in situ» [20]. Нарушения системной коагуляции при COVID-19 увеличивают частоту тромбоэмболических осложнений, в частности, тромбоэмболии ветвей легочной артерии. Таким образом, выявленные у больных ожирением через 12 недель признаки тромбоза, вероятнее всего, обусловлены сохраняющимися нарушениями процесса коагуляции у пациентов с новой коронавирусной инфекцией (рис. 3, 4).

Учитывая полученные данные о достоверном влиянии ИМТ на некоторые клинические характеристики у больных с COVID-ассоциированной пневмонией и поражением > 50% объема легочной ткани, осуществлено сравнение показателей ИМТ пациентов во время острой фазы заболевания и через 12 недель после выписки из стационара: согласно рассчитанному парному Т-критерию Стьюдента достоверно статистически значимой разницы не выявлено (p = 0,056), то есть масса тела пациентов во время острой фазы

Таблица №4. Оценка результатов МСКТ легких у пациентов исследуемых групп в острый период и через 12 недель после перенесенной COVID-ассоциированной пневмонии (n = 59).			
	1 группа n=23 (39%)	2 группа n=36 (61%)	ОШ (95% ДИ)
В острую фазу заболевания			
«Матовое стекло», n (%)	12 (20,3%)	20 (33,9%)	1,15 (0,4-3,3)
«Булыжная мостовая», n (%)	19 (32,2%)	22 (37,3%)	0,3 (0,9-1,18)
Ретикулярные изменения, n (%)	9 (15,3%)	16 (27,1%)	1,2 (0,43-3,6)
ТЭЛА мелких ветвей, n (%)	6 (10,2%)	16 (27,1%)	2,3 (0,7-7,1)
Через 12 недель после выписки из стационара			
«Матовое стекло», n (%)	10 (16,9%)	30 (50,8%)	6,5 (2-21,7)*
«Булыжная мостовая», n (%)	21 (35,6%)	32 (54,2%)	0,8 (0,1-4,5)
Ретикулярные изменения, n (%)	18 (30,5%)	24 (40,7%)	0,6 (0,2-1,9)
ТЭЛА мелких ветвей, n (%)	3 (5,1%)	14 (23,7%)	4,2 (1,1-17)*
* – Корреляционная связь статистически значима.			

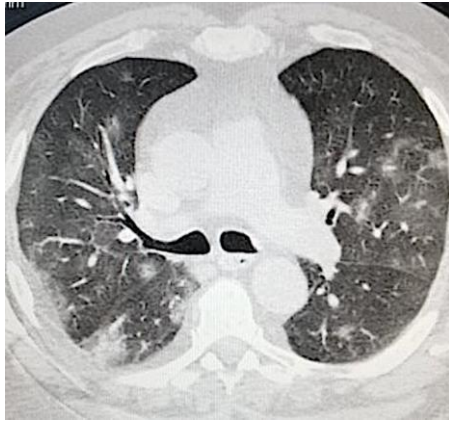


Рис. 3 а (Fig. 3 а)

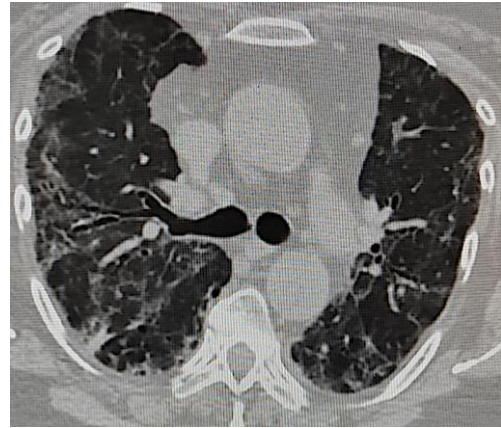


Рис. 3 б (Fig. 3 б)

Рис. 3. Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки, аксиальная плоскость. Пациентка с ожирением (ИМТ 36,6 кг/м²).

а – Острый период заболевания. Определяются обширные участки уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла», участки консолидации, ретикулярные изменения.

б – Исследование через 12 недель. Сохраняются выраженные ретикулярные изменения на фоне появления линейных участков фиброза с тракционными бронхоэктазами.

Fig. 3. Multislice computed tomography, chest cavity, axial plane. Obese patient (BMI 36.6 kg/m²).

a – Acute period of the disease. Extensive areas of ground-glass opacity, consolidation, reticular pattern are determined in both lungs.

b – Examination after 12 weeks. Significant reticular changes are preserved. Appearance of linear areas of fibrous tissue and traction bronchiectasis is determined.

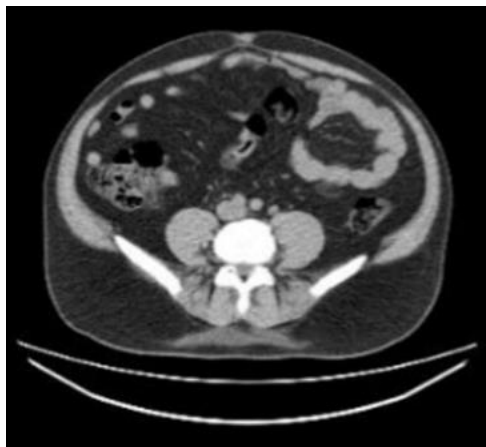


Рис. 4 а (Fig. 4 а)

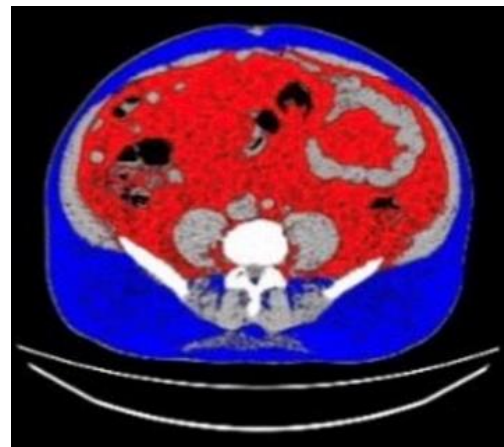


Рис. 4 б (Fig. 4 б)

Рис. 4. Мультиспиральная компьютерная томография органов брюшной полости, аксиальная плоскость на уровне позвонков L4–L5 до (а) и после (б) обработки в программе Fat measurement.

Пациентка с ожирением (ИМТ 36,6 кг/м²). Красным цветом выделена ВЖТ (364 см²), синим – ПЖТ (288 см²).

Fig. 4. Multislice computed tomography, chest cavity, axial plane at the level of vertebrae L4–L5 before (a) and after (b) using program Fat measurement.

Obese patient (BMI 36,6 kg/m²). The VAT (367 cm²) is highlighted in red, the SAT (288 cm²) is highlighted in blue.

заболевания и через 12 недель практически не изменилась.

Известно, что важную роль поддержания процесса системного воспаления у больных ожирением играет ВЖТ, которая продуцирует основные провоспалительные цитокины – лептин, интерлейкин-6, фактор некроза опухоли альфа и др. [8, 9]. Возможно, наличие достоверно более значимых изменений при МСКТ легких у больных ожирением через 12 недель после выписки из стационара было обусловлено различным соотношением жировых депо у исследуемых пациентов. В связи с этим, проведена оценка возможной взаимосвязи между различными депо жировой ткани и изменениями легких, выявленными при МСКТ через 12 недель после перенесенной острой инфекции (табл. №5).

Так, полученные результаты подтвердили отчетливую взаимосвязь между площадью различных депо жировой ткани и рентгенологическими паттернами при проведении МСКТ легких. При высоких значениях площади ВЖТ достоверно чаще диагностировали симптом «матового стекла» ($p=0,021$). Вместе с тем, при проведении МСКТ легких с контрастированием обнаружена также связь между высокими показателями площади ВЖТ и ПЖТ и выявлением ТЭЛА мелких ветвей через 12 недель после болезни ($p < 0,05$) (рис. 5, 6).

На рисунке 5 представлены ROC-кривые, демонстрирующие зависимость сохраняющегося паттерна «матовое стекло» площадями ВЖТ и ПЖТ; площадь под кривой ВЖТ составила 0,76 (95% ДИ 0,58-0,94, $p=0,02$). Значение ВЖТ в точке cut-off составило 263,5см² (чувствительность – 80%, специфичность – 66,7%). При площади ВЖТ больше или равной данному значению увеличивался риск сохраняющегося через 12 недель по данным МСКТ легких паттерна «матовое стекло».

На рисунке 6 представлены ROC-кривые, демонстрирующие зависимость ТЭЛА мелких ветвей от площадей ВЖТ и ПЖТ. Площадь под кривой ВЖТ составляет 0,78 (95% ДИ 0,62-0,93, $p=0,006$); под кривой ПЖТ – 0,71 (95% ДИ 0,54-0,88, $p=0,041$). При площадях ВЖТ ≥ 272 см² (чувствительность – 85,7%, специфичность – 55%), ПЖТ ≥ 265 см² (чувствительность – 85,7%, специфичность – 50%) предполагается высокий риск развития ТЭЛА, наиболее вероятно, появляющейся на фоне нарушения коагуляции.

Таким образом, ожирение и особенности распределения жировой ткани влияют на клинические особенности, тяжесть характера поражения легочной ткани и вероятность развития тромбоэмболии легочной артерии спустя 12 недель после выписки из стационара по после перенесенной COVID-ассоциированной пневмонии.

Таблица №5. Оценка результатов МСКТ легких через 12 недель после перенесенной COVID-ассоциированной пневмонии в зависимости от распределения жировой ткани.

	«Матовое стекло» (1)	«Булыжная мостовая» (2)	Ретикулярные изменения (3)	ТЭЛА мелких ветвей (4)	p*
ВЖТ (см ²)	327,5 ± 100,8	298,6 ± 99,4	300,8 ± 105	355,9 ± 92,4	p1 = 0,021 p2 = 0,67 p3 = 0,9 p4 = 0,006
ПЖТ (см ²)	328,4 ± 118,5	318,7 ± 114,4	326,3 ± 131,3	367,4 ± 110,5	p1 = 0,653 p2 = 0,67 p3 = 0,94 p4 = 0,041

* – Уровень значимости указан для критерия U-критерия Манна-Уитни.

Обсуждение.

Изучение влияния гетерогенности жировой ткани на течение COVID-19 в острой фазе заболевания и после выздоровления остается предметом исследований в настоящий момент. По оценкам большого количества работ висцеральное ожирение зачастую сопряжено с тяжелым течением COVID-19 и служит прогностическим фактором его неблагоприятных исходов.

Согласно результатам мета-анализа, опубликованного в 2020 году, содержащего данные 539 пациентов, показано, что пациенты с тяжелой формой COVID-19 имели более высокие значения ВЖТ и общую площадь жировой ткани [21]. Favre G. в своем исследовании показал, что достоверным прогностическим показателем тяжелого течения COVID-19 является площадь ВЖТ $\geq 128,5 \text{ см}^2$ [22]. В другом исследовании 2020 года, проведенном в Китае, показано, что висцеральное ожирение (ОШ: 2,47, $p = 0,040$) и высокая концентрация внутримышечного жира (ОШ: 11,90, $p < 0,001$) являются независимыми факторами риска развития критиче-

ских состояний (острый респираторный дистресс-синдром; септические состояния с развитием полиорганной недостаточности) [23]. Интересно отметить, что, по данным Beltrão FEL, само по себе ожирение (определяемое по ИМТ) достоверно чаще встречалось у пациентов с нетяжелым течением заболевания и не влияло на смертность, в то время как площадь ВЖТ $> 150 \text{ см}^2$ оказалась достоверно независимым фактором летального исхода [24].

В настоящий момент опубликовано небольшое количество работ, в которых оценивалась сопряженность ряда клинических показателей и тяжести поражения легких по результатам МСКТ органов грудной клетки. Nejazi ME с соавторами на примере когорты из 168 пациентов, находящихся по поводу COVID-19 в ОРИТ, показал, что наличие у большинства пациентов мультифокальных и двусторонних участков уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла» в острый период заболевания достоверно коррелировало с тяжестью состояния по шкале SOFA при поступлении, а также с наличием сер-

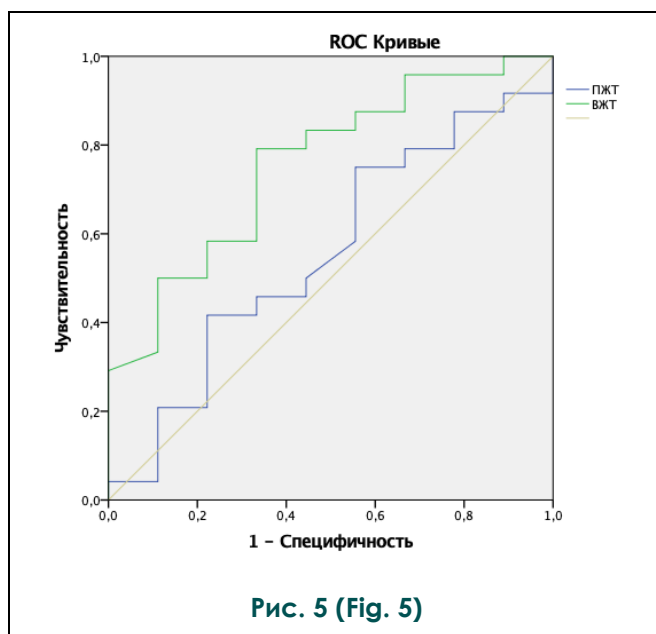


Рис. 5. ROC-кривые, демонстрирующие зависимость сохранения паттерна «матовое стекло» по данным МСКТ через 12 недель после перенесенной COVID-ассоциированной пневмонии от ВЖТ, ПЖТ.

Fig. 5. ROC curves demonstrate correlation between «ground-glass opacity» pattern in patients with COVID-19-associated pneumonia after 12 weeks with SAT and VAT.

ROC-кривые – ROC-curves, Чувствительность – Sensitivity, Специфичность – Specificity, ПЖТ – SAT, ВЖТ – VAT.

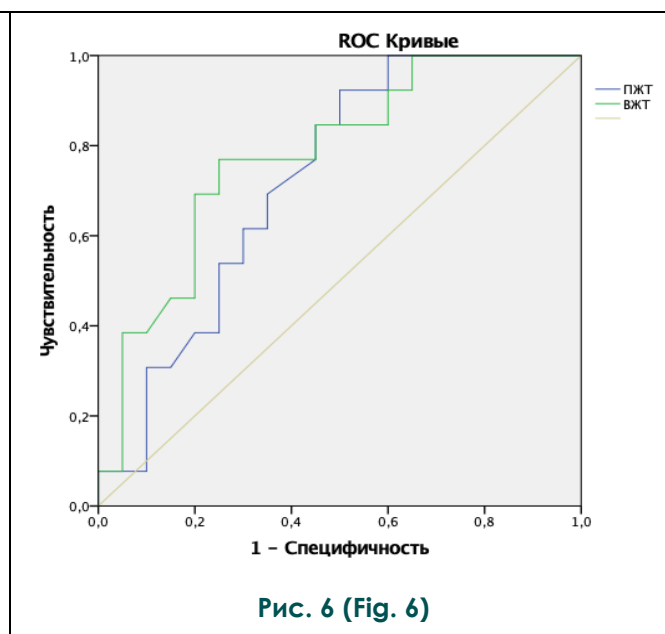


Рис. 6. ROC-кривые, демонстрирующие зависимость развития ТЭЛА мелких ветвей по данным МСКТ через 12 недель после перенесенной COVID-ассоциированной пневмонии от ВЖТ, ПЖТ.

Fig. 6. ROC-curves demonstrate correlation between pulmonary embolism of small branches according to MCT data 12 weeks after COVID-associated pneumonia with SAT and VAT.

ROC-кривые – ROC-curves, Чувствительность – Sensitivity, Специфичность – Specificity, ПЖТ – SAT, ВЖТ – VAT.

дечно-сосудистых заболеваний и ожирения [25].

В ряде исследований проводилась оценка специфических рентгенологических паттернов не только в острой фазе заболевания, но и через 3 месяца после выписки из стационара. Так, Tabatabaei SMH выявил, что исходная тяжесть заболевания (необходимость лечения пациента в ОРИТ, длительные сроки госпитализации, большие площади поражения легочной ткани по данным МСКТ), большое количество сопутствующих заболеваний, а также лейкоцитоз при поступлении и во время пребывания в лечебном учреждении обуславливают сохранение остаточных явлений COVID-ассоциированной пневмонии, прежде всего, в виде симптома «матовое стекло». В данном исследовании также пытались оценить влияние массы тела и оказалось, что средний ИМТ в группе пациентов с сохраняющимися признаками поражения легких по данным МСКТ органов грудной клетки был выше [26]. Учеными из Китая был проведен анализ изображений МСКТ легких спустя 5 месяцев после перенесенной коронавирусной инфекции у пациентов с разными ИМТ. Достоверно продемонстрировано влияние ИМТ на наличие паттерна «матовое стекло»: чем больше был ИМТ, тем больше легочной ткани сохранялось вовлеченной в патологические процессы. В этом исследовании также было изучено влияние жировых депо на регресс патологических изменений легочной ткани: показано, что ВЖТ достоверно снижает скорость этого процесса [27].

Результаты представленного исследования являются сходными с результатами многих представленных выше обзоров: в представленной нами работе было показано, что наличие ожирения является достоверным неблагоприятным прогностическим фактором восстановления после перенесенной

COVID-ассоциированной пневмонии.

Заключение.

Полученные результаты свидетельствуют о более длительном и тяжелом течении периода восстановления легочной ткани по данным МСКТ после COVID-ассоциированной пневмонии у больных ожирением.

Согласно результатам нашего исследования, площадь ВЖТ $\geq 263,5$ см² прогностически влияла на сохранение симптома «матовое стекло» через 12 недель после острой фазы COVID-ассоциированной пневмонии; площади ВЖТ ≥ 272 см² или ПЖТ ≥ 265 см² – на появление признаков ТЭЛА мелких ветвей.

Изучение процессов восстановления у больных ожирением после перенесенной COVID-ассоциированной пневмонии в течение более длительного периода времени является необходимым с точки зрения понимания патогенетических связей ожирения и поражения легких, а также для определения прогноза течения заболевания и рисков возможных осложнений.

Таким образом, проведение МСКТ с определением площади висцеральной и подкожной жировой ткани у пациентов с COVID-ассоциированной пневмонией играет крайне важную роль в диагностике и мониторинге заболевания как в острую, так и в отсроченную фазы, так как позволяет прогнозировать вероятность развития тяжелого течения и осложнений у пациентов с ожирением.

Источник финансирования и конфликт интересов.

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

Список литературы:

1) Coronavirus disease 2019. Available at: <https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-serology> (accessed 31 December 2020)

2) Терновой С.К., Серова Н.С., Беляев А.С., Беляева К.А. COVID-19: первые результаты лучевой диагностики в ответе на новый вызов. REJR. 2020; 10 (1): 8-15. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-1-8-15.

3) COVID-19 Coronavirus pandemic. Available at: <https://www.worldometers.info/coronavirus/> (accessed 10 January 2022)

4) Панова Е.И., Пиманкина М.С. Коронавирусная инфекция у пациента с ожирением (Обзор литературы). Архивъ внутренней медицины. 2021; 11 (3): 209-216. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2021-11-3-209-216>

5) Obesity and overweight. Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed 9 June 2021)

6) Фурсов А.Б., Оспанов О.Б., Фурсов Р.А. Ожирение и COVID-19 — признаки конвергенции двух пандемий. Рекомендации по борьбе с ожирением, основанные на принципах «ROOTS». Ожирение и метаболизм. 2021; 18 (4): 456-464. doi: <https://doi.org/10.14341/omet12745>

7) Zhang X., Lewis A.M., Moley J.R., Brestoff J.R. A systematic review and meta-analysis of obesity and COVID-19 outcomes. Sci Rep. 2021; 11: 7193.

<https://doi.org/10.1038/s41598-021-86694-1>

8) Gammone MA, D'Orazio N. COVID-19 and Obesity: Overlapping of Two Pandemics. *Obes Facts*. 2021; 14 (6): 579-585. <https://doi.org/10.1159/000518386>

9) Saccon, T.D., Mousovich-Neto, F., Ludwig, R.G. et al. SARS-CoV-2 infects adipose tissue in a fat depot- and viral lineage-dependent manner. *Nat Commun*. 2022; 13: 5722. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33218-8>

10) Окорочков П.А., Васюкова О.В., Воронцов А.В. Методы оценки количества и распределения жировой ткани в организме и их клиническое значение. *Проблемы эндокринологии*. 2014; 60 (3): 53-58. <https://doi.org/10.14341/probl201460353-58>

11) Malavazos AE, Secchi F, Basilico S, Capitanio G, Boveri S, Milani V, et al. Abdominal obesity phenotype is associated with COVID-19 chest X-ray severity score better than BMI-based obesity. *Eat Weight Disord*. 2022; 27 (1): 345-359. <https://doi.org/10.1007/s40519-021-01173-w>

12) Petersen A, Bressen K, Albrecht J, Thieß HM, Vahldiek J, Hamm B, et al. The role of visceral adiposity in the severity of COVID-19: Highlights from a unicenter cross-sectional pilot study in Germany. *Metabolism*. 2020; 110: 154317. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154317>

13) Watanabe M, Caruso D, Tuccinardi D, Risi R, Zerunian M, Polici M, et al. Visceral fat shows the strongest association with the need of intensive care in patients with COVID-19. *Metabolism*. 2020; 111: 154319. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154319>

14) Battisti S, Pedone C, Napoli N, Russo E, Agnoletti V, Nigra SG, et al. Computed Tomography Highlights Increased Visceral Adiposity Associated With Critical Illness in COVID-19. *Diabetes Care*. 2020; 43 (10): e129-e130. <https://doi.org/10.2337/dc20-1333>

15) Гаспарян А.А., Чичкова Н.В., Серова Н.С., Капанадзе Л.Б., Фомин В.В. Взаимосвязь площади висцеральной и подкожной жировой ткани по данным мультиспиральной компьютерной томографии с клиническими характеристиками бронхиальной астмы у пациентов с избыточной массой тела и ожирением. *REJR* 2021; 11 (3): 120-131. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2021-11-3-120-131>

16) Министерство здравоохранения Российской Федерации. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 9 (26.10.2020). 53, 208 с.

17) Министерство здравоохранения Российской Федерации. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 10 (08.02.2021). 58, 59, 225,

226 с.

18) Министерство здравоохранения Российской Федерации. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 11 (07.05.2021). 52, 53, 54, 199, 200 с.

19) Министерство здравоохранения Российской Федерации. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 12 (21.09.2021). 52, 53, 204, 205 с.

20) Varga Z, Flammer AJ, Steiger P, Haberecker M, Andermatt R, Zinkernagel AS, et al. Endothelial cell infection and endotheliitis in COVID-19. *Lancet*. 2020; 395 (10234): 1417-1418. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30937-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30937-5)

21) Pranata R, Lim MA, Huang I, Yonas E, Henrina J, Vania R, et al. Visceral adiposity, subcutaneous adiposity, and severe coronavirus disease-2019 (COVID-19): systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2021; 43: 163-168. <https://doi.org/10.1016/J.CLNESP.2021.04.001>

22) Favre G, Legueult K, Pradier C, Raffaelli C, Ichai C, Iannelli A, et al. Visceral fat is associated to the severity of COVID-19. *Metabolism*. 2021; 115: 154440. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154440>

23) Yang Y, Ding L, Zou X, Shen Y, Hu D, Hu X, et al. Visceral adiposity and high intramuscular fat deposition independently predict critical illness in patients with Sars-COV-2. *Obesity*. 2020; 28: 2040-2048. <https://doi.org/10.1002/oby.22971>

24) Beltrão FEL, Beltrão DCA, Carvalho G, Beltrão FNL, de Aquino IM, Brito TDS, et al. Low muscle mass and high visceral fat mass predict mortality in patients hospitalized with moderate-to-severe COVID-19: a prospective study. *Endocr Connect*. 2022; 11 (10): e220290. <https://doi.org/10.1530/EC-22-0290>

25) Hejazi ME, Malek Mahdavi A, Navarbaf Z, Tarzamni MK, Moradi R, Sadeghi A, et al. Relationship between chest CT scan findings with SOFA score, CRP, comorbidity, and mortality in ICU patients with COVID-19. *Int J Clin Pract*. 2021; 75: e14869. <https://doi.org/10.1111/ijcp.14869>

26) Tabatabaei SMH, Rajebi H, Moghaddas F, Ghasemiadl M, Talari H. Chest CT in COVID-19 pneumonia: what are the findings in mid-term follow-up? *Emerg Radiol*. 27: 711-719. <https://doi.org/10.1007/s10140-020-01869-z>

27) Lu X, Cui Z, Ma X, Pan F, Yang L, Li L, et al. The association of obesity with the progression and outcome of COVID-19: the insight from an artificial-intelligence-based imaging quantitative analysis on computed tomography. *Diabetes Metab Res Rev*. 2022; 38 (4): e3519. <https://doi.org/10.1002/dmrr.3519>

References:

1) Coronavirus disease 2019. Available at: <https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-serology> (accessed 31 December 2020) (in Russian)

2) Ternovoy S.K., Serova N.S., Belyaev A.S., Belyaeva K.A. COVID-19: first results of radiology in response to a new challenge. *REJR*. 2020; 10 (1): 8-15. DOI:10.21569/2222-7415-

2020-10-1-8-15 (in Russian).

3) COVID-19 Coronavirus pandemic. Available at: <https://www.worldometers.info/coronavirus/> (accessed 10 January 2022) (in Russian)

4) Obesity and overweight. Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/factsheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed 9 June 2021) (in Russian)

- 5) Panova E.I., Pimankina M.S. Coronavirus Infection an Obese Patient (Literature Review). *The Russian Archives of Internal Medicine*. 2021; 11(3): 209-216. DOI: 10.20514/2226-6704-2021-11-3-209-216 (in Russian).
- 6) Fursov AB, Ospanov OB, Fursov RA. Obesity and COVID-19 – signs of convergence of two pandemics. *Guidelines to fight obesity based on the principles of «ROOTS». Obesity and metabolism*. 2021;18(4):456-464. doi: <https://doi.org/10.14341/omet12745>
- 7) Zhang X., Lewis A.M., Moley J.R., Brestoff J.R. A systematic review and meta-analysis of obesity and COVID-19 outcomes. *Sci Rep*. 2021; 11: 7193. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86694-1>
- 8) Gammone MA, D'Orazio N. COVID-19 and Obesity: Overlapping of Two Pandemics. *Obes Facts*. 2021; 14 (6): 579-585. <https://doi.org/10.1159/000518386>
- 9) Saccon, T.D., Mousovich-Neto, F., Ludwig, R.G. et al. SARS-CoV-2 infects adipose tissue in a fat depot- and viral lineage-dependent manner. *Nat Commun*. 2022; 13: 5722. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33218-8>
- 10) Okorokov P.L., Vasyukova O.V., Vorontsov A.V. Methods for assessing of the amount and distribution of adipose tissue in the body and their clinical significance. *Problems of endocrinology*. 2014; 60 (3): 53-58. <https://doi.org/10.14341/probl201460353-58> (in Russian).
- 11) Malavazos AE, Secchi F, Basilico S, Capitanio G, Boveri S, Milani V, et al. Abdominal obesity phenotype is associated with COVID-19 chest X-ray severity score better than BMI-based obesity. *Eat Weight Disord*. 2022; 27 (1): 345-359. <https://doi.org/10.1007/s40519-021-01173-w>
- 12) Petersen A, Bresslem K, Albrecht J, Thieß HM, Vahldiek J, Hamm B, et al. The role of visceral adiposity in the severity of COVID-19: Highlights from a unicef cross-sectional pilot study in Germany. *Metabolism*. 2020; 110: 154317. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154317>
- 13) Watanabe M, Caruso D, Tuccinardi D, Risi R, Zerunian M, Polici M, et al. Visceral fat shows the strongest association with the need of intensive care in patients with COVID-19. *Metabolism*. 2020; 111: 154319. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154319>
- 14) Battisti S, Pedone C, Napoli N, Russo E, Agnoletti V, Nigra SG, et al. Computed Tomography Highlights Increased Visceral Adiposity Associated With Critical Illness in COVID-19. *Diabetes Care*. 2020; 43 (10): e129-e130. <https://doi.org/10.2337/dc20-1333>
- 15) Gasparyan A.A., Chichkova N.V., Serova N.S., Kapanadze L.B., Fomin V.V. Relationship of visceral and subcutaneous fat areas by multispiral computed tomography with the clinical characteristics of asthma in overweight and obese patients. *REJR*. 2021; 11 (3): 120-131. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-3-120-131 (in Russian).
- 16) Ministry of Health of the Russian Federation. Temporary methodological recommendations. Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19). Version 9 (26.10.2020). 53, 208 p. (in Russian).
- 17) Ministry of Health of the Russian Federation. Temporary methodological recommendations. Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19). Version 10 (08.02.2021). 58, 59, 225, 226 p. (in Russian).
- 18) Ministry of Health of the Russian Federation. Temporary methodological recommendations. Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19). Version 11 (07.05.2021). 52, 53, 54, 199, 200 p. (in Russian).
- 19) Ministry of Health of the Russian Federation. Temporary methodological recommendations. Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19). Version 12 (21.09.2021). 52, 53, 204, 205 p. (in Russian).
- 20) Varga Z, Flammer AJ, Steiger P, Haberecker M, Andermatt R, Zinkernagel AS, et al. Endothelial cell infection and endotheliitis in COVID-19. *Lancet*. 2020; 395 (10234): 1417-1418. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30937-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30937-5)
- 21) Pranata R, Lim MA, Huang I, Yonas E, Henrina J, Vania R, et al. Visceral adiposity, subcutaneous adiposity, and severe coronavirus disease-2019 (COVID-19): systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2021 43: 163-168. <https://doi.org/10.1016/J.CLNESP.2021.04.001>
- 22) Favre G, Legueult K, Pradier C, Raffaelli C, Ichai C, Iannelli A, et al. Visceral fat is associated to the severity of COVID-19. *Metabolism*. 2021; 115: 154440. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154440>
- 23) Yang Y, Ding L, Zou X, Shen Y, Hu D, Hu X, et al. Visceral adiposity and high intramuscular fat deposition independently predict critical illness in patients with Sars-COV-2. *Obesity*. 2020; 28: 2040-2048. <https://doi.org/10.1002/oby.22971>
- 24) Beltrão FEL, Beltrão DCA, Carvalhal G, Beltrão FNL, de Aquino IM, Brito TDS, et al. Low muscle mass and high visceral fat mass predict mortality in patients hospitalized with moderate-to-severe COVID-19: a prospective study. *Endocr Connect*. 2022; 11 (10): e220290. <https://doi.org/10.1530/EC-22-0290>
- 25) Hejazi ME, Malek Mahdavi A, Navarbaf Z, Tarzamni MK, Moradi R, Sadeghi A, et al. Relationship between chest CT scan findings with SOFA score, CRP, comorbidity, and mortality in ICU patients with COVID-19. *Int J Clin Pract*. 2021; 75: e14869. <https://doi.org/10.1111/ijcp.14869>
- 26) Tabatabaei SMH, Rajebi H, Moghaddas F, Ghasemiadl M, Talari H. Chest CT in COVID-19 pneumonia: what are the findings in mid-term follow-up? *Emerg Radiol*. 27: 711-719. <https://doi.org/10.1007/s10140-020-01869-z>
- 27) Lu X, Cui Z, Ma X, Pan F, Yang L, Li L, et al. The association of obesity with the progression and outcome of COVID-19: the insight from an artificial-intelligence-based imaging quantitative analysis on computed tomography. *Diabetes Metab Res Rev*. 2022; 38 (4): e3519. <https://doi.org/10.1002/dmrr.3519>