



Ассоциации изменений параметров липидного обмена и тяжести перенесенной инфекции COVID-19 у жителей г. Новосибирска

Карасева А. А., Евдокимова Н. Е., Стрюкова Е. В., Худякова А. Д., Логвиненко И. И.

Цель. Изучение ассоциаций изменений параметров липидного обмена и тяжести перенесенной новой коронавирусной инфекции (COVID-19).

Материал и методы. Дизайн исследования: одномоментное исследование. В исследование включено 270 пациентов в возрасте 26-84 года (средний возраст 53,09±13,22 года), перенесших COVID-19 не менее 2 мес. назад, разделенных на 3 группы: с легким (1, n=128), среднетяжелым (2, n=128) и тяжелым (3, n=14) течением инфекции. У пациентов определяли индекс массы тела (ИМТ), окружность талии (ОТ), окружность бедер (ОБ), соотношение талии и бедер (ОТ/ОБ), общий холестерин, триглицериды (ТГ), холестерин липопротеинов высокой плотности (ХС ЛВП), холестерин липопротеинов низкой плотности, рассчитывался индекс АИП. Статистическая обработка полученных результатов выполнялась с использованием пакета программ SPSS (версия 13.0).

Результаты. У пациентов с тяжелым течением перенесенной COVID-19 были достоверно выше уровни ТГ и АИП по сравнению с пациентами со среднетяжелым и легким течением. Значение ИМТ и ОТ были достоверно выше у пациентов во 2 и 3 группе по сравнению с пациентами 1 группы. У женщин значение ИМТ и уровень АИП были достоверно выше в группе тяжелого течения COVID-19 по сравнению с 1 и 2 группами. Уровни ХС ЛВП были ниже у пациентов с тяжелым течением COVID-19 по сравнению с пациентами со среднетяжелым течением. Соотношение ОТ/ОБ было выше среди мужчин в 3 группе по сравнению с 1 группой.

Заключение. Пациенты из группы тяжелого течения перенесенной новой коронавирусной инфекции имеют более высокие показатели ИМТ, ОТ, уровня АИП, ТГ, более низкие показатели ХС ЛВП. Относительный шанс тяжелого течения COVID-19 связан с повышенным значением ОТ, уровня АИП, ТГ и более низким показателем ХС ЛВП.

Ключевые слова: COVID-19, степень тяжести, холестерин липопротеинов высокой плотности, триглицериды, дислипидемия, индекс атерогенности плазмы, АИП.

Отношения и деятельность. Исследование выполнено в рамках Бюджетной темы № 122031700115-7, при поддержке стипендии Президента РФ.

Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины — филиал ФГБНУ Федеральный исследовательский центр ИЦИГ СО РАН, Новосибирск, Россия.

Карасева А. А.* — м.н.с. лаборатории генетических и средовых детерминант жизненного цикла человека, ORCID: 0000-0002-0423-5021, Евдокимова Н. Е. — аспирант, м.н.с. лаборатории генетических и средовых детерминант жизненного цикла человека, ORCID: 0000-0003-3772-1058, Стрюкова Е. В. — к.м.н., м.н.с. лаборатории генетических и средовых детерминант жизненного цикла человека, ORCID: 0000-0001-5316-4664, Худякова А. Д. — к.м.н., зав. лабораторией генетических и средовых детерминант жизненного цикла человека, ORCID: 0000-0001-7875-1566, Логвиненко И. И. — д.м.н., г.н.с. лаборатории профилактической медицины, заместитель руководителя по лечебной работе, ORCID: 0000-0003-1348-0253.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
Sas96@bk.ru

ДАД — диастолическое артериальное давление, ИМТ — индекс массы тела, ОБ — окружность бедер, ОТ — окружность талии, ОТ/ОБ — соотношение талии и бедер, СД — сахарный диабет, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ССР — сердечно-сосудистый риск, ТГ — триглицериды, ХС ЛВП — холестерин липопротеинов высокой плотности, АИП — индекс атерогенности плазмы, COVID-19 — новая коронавирусная инфекция.

Рукопись получена 05.04.2022

Рецензия получена 10.05.2022

Принята к публикации 20.06.2022



Для цитирования: Карасева А. А., Евдокимова Н. Е., Стрюкова Е. В., Худякова А. Д., Логвиненко И. И. Ассоциации изменений параметров липидного обмена и тяжести перенесенной инфекции COVID-19 у жителей г. Новосибирска. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(9):4979. doi:10.15829/1560-4071-2022-4979. EDN CRPLNV

Associations of changes in lipid metabolism parameters and the severity of COVID-19 infection in Novosibirsk residents

Karaseva A. A., Evdokimova N. E., Struykova E. V., Khudyakova A. D., Logvinenko I. I.

Aim. To study the associations of changes in lipid metabolism parameters and the severity of a coronavirus disease 2019 (COVID-19).

Material and methods. This cross-sectional study included 270 patients aged 26-84 years (mean age, 53.09±13.22 years) who had COVID-19 within prior two months, which were divided into 3 groups: mild (1, n=128), moderate (2, n=128) and severe (3, n=14) COVID-19. Patients were assessed for body mass index (BMI), waist circumference (WC), hip circumference (HC), waist-to-hip ratio (WHR), total cholesterol, triglycerides (TG), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C). In addition, atherogenic index of plasma (AIP) was calculated. Statistical processing was performed using the SPSS software package (version 13.0).

Results. Patients with severe COVID-19 had significantly higher levels of TG and AIP compared with patients with moderate and mild course. BMI and WC were significantly higher in patients in groups 2 and 3 compared with patients in group 1. In women, BMI and AIP levels were significantly higher in the severe COVID-19 group compared to groups 1 and 2. HDL-C levels were lower in patients with severe

COVID-19 compared to those with moderate disease. WHR was higher among men in group 3 compared with group 1.

Conclusion. Patients with severe COVID-19 have higher BMI, WC, AIP, TG levels, and lower HDL-C levels. The relative odds for severe COVID-19 are associated with increased WC, AIP, TG, and lower HDL-C.

Keywords: COVID-19, severity, high-density lipoprotein cholesterol, triglycerides, dyslipidemia, atherogenic index of plasma, AIP.

Relationships and Activities. The study was carried out within the Budget theme № 122031700115-7 and supported by a scholarship from the President of the Russian Federation.

Research Institute of Internal and Preventive Medicine — branch of the Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics, Novosibirsk, Russia.

Karaseva A. A.* ORCID: 0000-0002-0423-5021, Evdokimova N. E. ORCID: 0000-0003-3772-1058, Stryukova E. V. ORCID: 0000-0001-5316-4664, Khudyakova A. D. ORCID: 0000-0001-7875-1566, Logvinenko I. I. ORCID: 0000-0003-1348-0253.

*Corresponding author: Sas96@bk.ru

Received: 05.04.2022 Revision Received: 10.05.2022 Accepted: 20.06.2022

For citation: Karaseva A. A., Evdokimova N. E., Stryukova E. V., Khudyakova A. D., Logvinenko I. I. Associations of changes in lipid metabolism parameters and the severity of COVID-19 infection in Novosibirsk residents. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(9):4979. doi:10.15829/1560-4071-2022-4979. EDN CRPLNV

Ключевые моменты

- В статье обозначена роль метаболических показателей и липидного профиля у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию.
- Рассмотрена связь между воспалением и изменениями липидного обмена.

Key messages

- The article outlines the role of metabolic parameters and lipid profile in patients after COVID-19.
- The relationship between inflammation and changes in lipid metabolism were considered.

Исследование, проведенное в Нью-Йорке в начале пандемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19), показало, что у 26% из 5279 пациентов, госпитализированных в связи с COVID-19, выявлена гиперлипидемия как сопутствующее заболевание, а 10% имели ишемическую болезнь сердца [1]. В настоящее время не существует однозначного мнения относительно влияния дислипидемии на степень тяжести COVID-19. Однако нарушение липидного обмена непосредственно связано с сахарным диабетом (СД) 2 типа, артериальной гипертензией и другими сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ), которые являются независимыми факторами риска тяжелого течения [2]. Особое внимание исследователи уделяют роли сниженного уровня холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС ЛВП) и повышенного уровня триглицеридов (ТГ) у пациентов с тяжелым течением COVID-19 [3]. Индекс атерогенности плазмы (АІР) является биомаркером атеросклероза и отражает логарифмическое преобразование отношения ТГ к ХС ЛВП [4]. В некоторых исследованиях показано, что АІР ассоциируется не только с ССЗ, но и с тяжестью вирусных инфекций [5].

Целью данного исследования явилось изучение ассоциаций изменений параметров липидного обмена и тяжести перенесенной COVID-19.

Материал и методы

Дизайн исследования: одномоментное исследование. В исследование включено 270 пациентов в возрасте 26-84 года (47,5% мужчины), средний возраст составил $53,09 \pm 13,22$ года. Критерии включения в исследование: наличие COVID-19, подтвержденное положительным анализом — РНК-коронавируса SARS-CoV-2 методом ПЦР во время заболевания и/или наличие антител IgG к коронавирусу SARS-CoV-2; истечение двух месяцев после реконвалесценции. В исследование не были включены пациенты с сопутствующими острыми или хроническими забо-

левания в фазе обострения или неполной ремиссией. Все пациенты дали свое информированное согласие на участие в исследовании. Исследование было одобрено Этическим комитетом НИИТПМ — филиал ИЦиГ СО РАН, г. Новосибирска (протокол № 71 от 10.11.2020).

В ходе исследования учитывались демографические характеристики (пол, возраст), анамнез заболевания, наличие хронических заболеваний (СД 2 типа, ССЗ, включающие в себя ишемическую болезнь сердца, артериальную гипертензию, перенесенный инфаркт миокарда, острое нарушение мозгового кровообращения). Пациентам проводилась антропометрия, включающая измерение роста, веса, окружности талии (ОТ) и бедер (ОБ), было проведено измерение артериального давления. Индекс массы тела (ИМТ) определяли по формуле: $ИМТ (кг/м^2) = Вес (кг)/рост^2 (м^2)$; соотношение талии и бедер (ОТ/ОБ) — $ОТ (см)/ОБ (см)$. У пациентов были взяты образцы сыворотки крови натощак, после 8-14 часового ночного периода голодания. С использованием наборов "Thermo Fisher Scientific" (Финляндия) на биохимическом анализаторе "Konelab Prime 30i" (Thermo Fisher Scientific, Финляндия) определялись концентрации общего холестерина, ТГ и ХС ЛВП — прямыми энзиматическими методами. Уровни холестерина липопротеинов низкой плотности рассчитаны с использованием формулы Фридвальда.

Индекс АІР рассчитывался по формуле: $LOG_{10} (ТГ \text{ натощак (ммоль/л)}/ХС \text{ ЛВП натощак (ммоль/л)})$. Значения АІР $<0,11$ считались предикторами низкого сердечно-сосудистого риска (ССР), значения АІР $0,11-0,21$ — среднего ССР, значения $>0,21$ — высокого ССР [6].

Пациенты были разделены на 3 группы по анамнезу в соответствии с тяжестью течения COVID-19 в соответствии с российскими методическими рекомендациями "Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение но-

Таблица 1

Характеристика пациентов с COVID-19

Параметры	Группа 1 (легкое течение COVID-19), n=128	Группа 2 (среднетяжелое течение COVID-19), n=128	Группа 3 (тяжелое течение COVID-19), n=14	p
Возраст, среднее ± стандартное отклонение, лет	50,93±13,62	54,84±12,93	56,36±9,64	p ₁₋₂ =0,019 p ₁₋₃ =0,131 p ₂₋₃ =0,755
Мужчины	66 (51,6%)	56 (43,8%)	7 (50,0%)	p>0,05
Женщины	62 (48,4%)	72 (56,3%)	7 (50,0%)	p>0,05
Избыточная масса тела	49 (38,3%)	36 (28,1%)	6 (42,7%)	p>0,05
Ожирение I степени	19 (14,8%)	35 (27,3%)	5 (35,7%)	p ₁₋₂ =0,021 p ₁₋₃ =0,062 p ₂₋₃ =0,538
Ожирение II степени	12 (9,4%)	18 (14,1%)	2 (14,3%)	p>0,05
Ожирение III степени	3 (2,3%)	6 (4,7%)	–	p>0,05
ССЗ	83 (64,8%)	82 (64,1%)	11 (78,6%)	p>0,05
СД 2 типа	12 (9,4%)	16 (12,5%)	5 (35,7%)	p ₁₋₂ =0,549 p ₁₋₃ =0,014 p ₂₋₃ =0,036
Курение	49 (38,3%)	40 (31,3%)	4 (28,6%)	p>0,05

Сокращения: СД — сахарный диабет, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, COVID-19 — новая коронавирусная инфекция, n — количество человек.

вой коронавирусной инфекции (COVID-19)" от 22.02.2022¹: 1 группа — 128 пациентов с легким течением, 2 группа — 128 пациентов со среднетяжелым течением, 3 группа — 14 пациентов с тяжелым течением инфекции.

Статистическая обработка полученных результатов выполнялась с использованием пакета программ SPSS (версия 13.0). Результаты представлены как медиана (Me), квартили [25; 75]. Использовали критерий Манна-Уитни для сравнения групп, унивариантный логистический регрессионный анализ для оценки отношения шансов. Для расчета коэффициента корреляции использовался корреляционный анализ Пирсона. Сравнение групп по частотам выполнялось с помощью таблиц сопряженности с использованием критерия хи-квадрат по Пирсону. За критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали $p < 0,05$.

Результаты

Характеристика исследуемой выборки пациентов представлена в таблице 1.

По данным анамнеза среди всех пациентов 77,4% не принимали липидснижающую терапию, 17,4% пациентов находились на статинотерапии в суточной дозе умеренной интенсивности (аторвастатин, 10-20 мг, розувастатин, 5-10 мг, питавастатин, 2-4 мг) и только 5,5% пациентов принимали статины в дозе

высокой интенсивности (аторвастатин, 40-80 мг, розувастатин, 20-40 мг).

Уровень ТГ у пациентов в 3 группе был достоверно выше, чем в группах 1 и 2 ($p_{1-3}=0,001$, $p_{2-3}=0,006$). Та же тенденция наблюдалась у женщин в 3 группе по сравнению с пациентами из 1 и 2 группы ($p_{1-3}=0,004$, $p_{2-3}=0,022$). Уровни ХС ЛВП были ниже у пациентов с тяжелым течением COVID-19 по сравнению с пациентами со среднетяжелым течением ($p_{2-3}=0,025$) (рис. 1).

В общей группе значение диастолического артериального давления (ДАД) было статистически выше в группе среднетяжелого течения по сравнению с группой легкого течения. В группах мужчин и женщин достоверных различий по уровню ДАД не было получено. Значения ИМТ у мужчин и женщин были статистически выше во 2 и 3 группах по сравнению с 1 группой. ОТ у мужчин и женщин была статистически выше во 2 и 3 группах по сравнению с 1 группой. Аналогичные результаты для ИМТ и ОТ были получены у женщин. Соотношение ОТ/ОБ было выше у мужчин с тяжелым течением COVID-19, по сравнению с легким течением. Значение АПР было статистически выше в общей группе пациентов с тяжелым течением новой коронавирусной инфекции по сравнению с пациентами с легким и среднетяжелым течением. Подобные результаты по значениям АПР продемонстрированы у женщин (табл. 2).

Анализ корреляционных связей метаболических параметров и показателей липидного профиля представлены на рисунке 2.

Следующим этапом исследования было включение метаболических параметров в логистический регрес-

¹ Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Министерство здравоохранения Российской Федерации. Версия 15. 22.02.2022г. Министерство здравоохранения РФ. 2022.

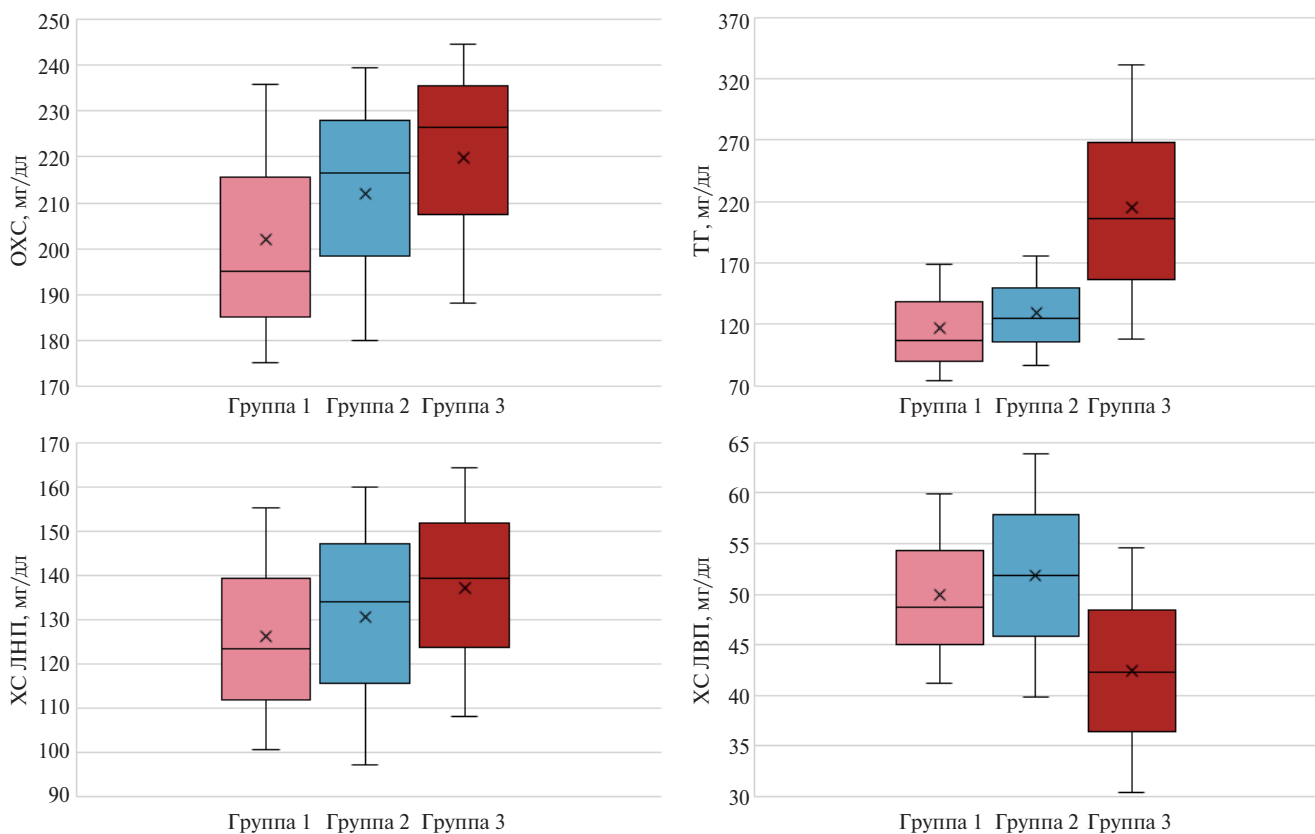


Рис. 1. Медианы показателей липидного профиля пациентов, перенесших COVID-19.

Примечание: * — $p < 0,05$.

Сокращения: ОХС — общий холестерин, ТГ — триглицериды, XС ЛВП — холестерин липопротеинов высокой плотности, XС ЛНП — холестерин липопротеинов низкой плотности.

Таблица 2

Метаболические показатели у пациентов, перенёсших COVID-19

Параметры	Пол	Группа 1 (легкое течение COVID-19)		Группа 2 (среднетяжелое течение COVID-19)		Группа 3 (тяжелое течение COVID-19)		p
		n	Me [Q25; Q75]	n	Me [Q25; Q75]	n	Me [Q25; Q75]	
ИМТ, кг/м ²	Оба пола	128	27,34 [24,15; 30,55]	128	29,74 [25,28; 34,17]	14	29,94 [27,02; 33,35]	$p_{1-2}=0,003, p_{1-3}=0,034, p_{2-3}=0,738$ $p_{1-2}=0,161, p_{1-3}=0,549, p_{2-3}=0,777$ $p_{1-2}=0,003, p_{1-3}=0,023, p_{2-3}=0,459$
	Мужчины	66	27,77 [25,11; 32,71]	56	31,05 [25,95; 33,60]	7	29,41 [25,71; 32,93]	
	Женщины	62	26,25 [23,17; 30,19]	72	28,97 [24,90; 34,77]	7	30,47 [28,01; 36,76]	
ОТ, см	Оба пола	128	94,00 [86,13; 105,00]	128	99,00 [87,00; 110,00]	14	105,00 [98,25; 110,50]	$p_{1-2}=0,043, p_{1-3}=0,019, p_{2-3}=0,285$ $p_{1-2}=0,081, p_{1-3}=0,273, p_{2-3}=0,875$ $p_{1-2}=0,028, p_{1-3}=0,020, p_{2-3}=0,209$
	Мужчины	66	99,50 [89,75; 108,00]	56	106,00 [91,50; 115,50]	7	104,00 [100,00; 110,00]	
	Женщины	62	88,00 [80,75; 101,00]	72	94,00 [83,50; 108,00]	7	106,00 [89,00; 112,00]	
ОБ, см	Оба пола	128	106,00 [99,00; 112,00]	128	107,00 [100,00; 116,50]	14	109,00 [104,75; 113,50]	$p_{1-2}=0,079, p_{1-3}=0,193, p_{2-3}=0,693$ $p_{1-2}=0,483, p_{1-3}=0,363, p_{2-3}=0,276$ $p_{1-2}=0,051, p_{1-3}=0,012, p_{2-3}=0,113$
	Мужчины	66	106,50 [101,00; 113,25]	56	108,00 [100,50; 116,50]	7	106,60 [99,00; 108,00]	
	Женщины	62	103,50 [97,75; 112,00]	72	107,00 [100,00; 116,63]	7	113,00 [111,00; 125,00]	
ОТ/ОБ	Оба пола	128	0,91 [0,82; 0,96]	128	0,89 [0,83; 0,98]	14	0,99 [0,87; 1,01]	$p_{1-2}=0,444, p_{1-3}=0,060, p_{2-3}=0,122$ $p_{1-2}=0,100, p_{1-3}=0,013, p_{2-3}=0,125$ $p_{1-2}=0,316, p_{1-3}=0,357, p_{2-3}=0,671$
	Мужчины	66	0,93 [0,89; 0,99]	56	0,97 [0,89; 1,01]	7	1,01 [0,98; 1,02]	
	Женщины	62	0,84 [0,78; 0,92]	72	0,85 [0,79; 0,93]	7	0,88 [0,80; 1,00]	
САД, мм рт.ст.	Оба пола	128	127,50 [117,50; 135,50]	128	123,50 [114,00; 135,00]	14	125,75 [118,13; 131,00]	$p_{1-2}=0,112, p_{1-3}=0,586, p_{2-3}=0,730$ $p_{1-2}=0,381, p_{1-3}=0,750, p_{2-3}=0,810$ $p_{1-2}=0,282, p_{1-3}=0,709, p_{2-3}=0,820$
	Мужчины	66	129,50 [120,00; 140,00]	56	125,0 [117,63; 136,88]	7	126,50 [122,50; 130,50]	
	Женщины	62	125,00 [113,25; 134,25]	72	120,00 [110,00; 132,50]	7	122,50 [112,50; 132,50]	
ДАД, мм рт.ст.	Оба пола	128	80,00 [75,00; 90,00]	128	80,00 [71,50; 85,00]	14	81,25 [71,88; 87,38]	$p_{1-2}=0,034, p_{1-3}=0,594, p_{2-3}=0,708$ $p_{1-2}=0,190, p_{1-3}=0,756, p_{2-3}=0,886$ $p_{1-2}=0,140, p_{1-3}=0,745, p_{2-3}=0,725$
	Мужчины	66	83,25 [80,00; 90,00]	56	80,00 [75,00; 90,00]	7	87,00 [72,50; 90,00]	
	Женщины	62	80,00 [72,25; 85,00]	72	80,00 [70,00; 82,50]	7	80,00 [70,00; 82,50]	
AIP	Оба пола	128	-0,02 [-0,24; 0,25]	128	0,18 [-0,18; 0,24]	14	0,29 [-0,02; 0,71]	$p_{1-2}=0,528, p_{1-3}=0,003, p_{2-3}=0,004$ $p_{1-2}=0,715, p_{1-3}=0,120, p_{2-3}=0,149$ $p_{1-2}=0,267, p_{1-3}=0,007, p_{2-3}=0,013$
	Мужчины	66	0,09 [-0,10; 0,33]	56	0,09 [-0,08; 0,36]	7	0,31 [-0,01; 0,67]	
	Женщины	62	-0,14 [-0,31; 0,12]	72	-0,06 [-0,21; 0,18]	7	0,22 [-0,04; 0,74]	

Сокращения: ДАД — диастолическое артериальное давление, ИМТ — индекс массы тела, ОБ — окружность бедер, ОТ — окружность талии, ОТ/ОБ — соотношение талии и бедер, САД — систолическое артериальное давление, AIP — индекс атерогенности плазмы, COVID-19 — новая коронавирусная инфекция, n — количество человек.

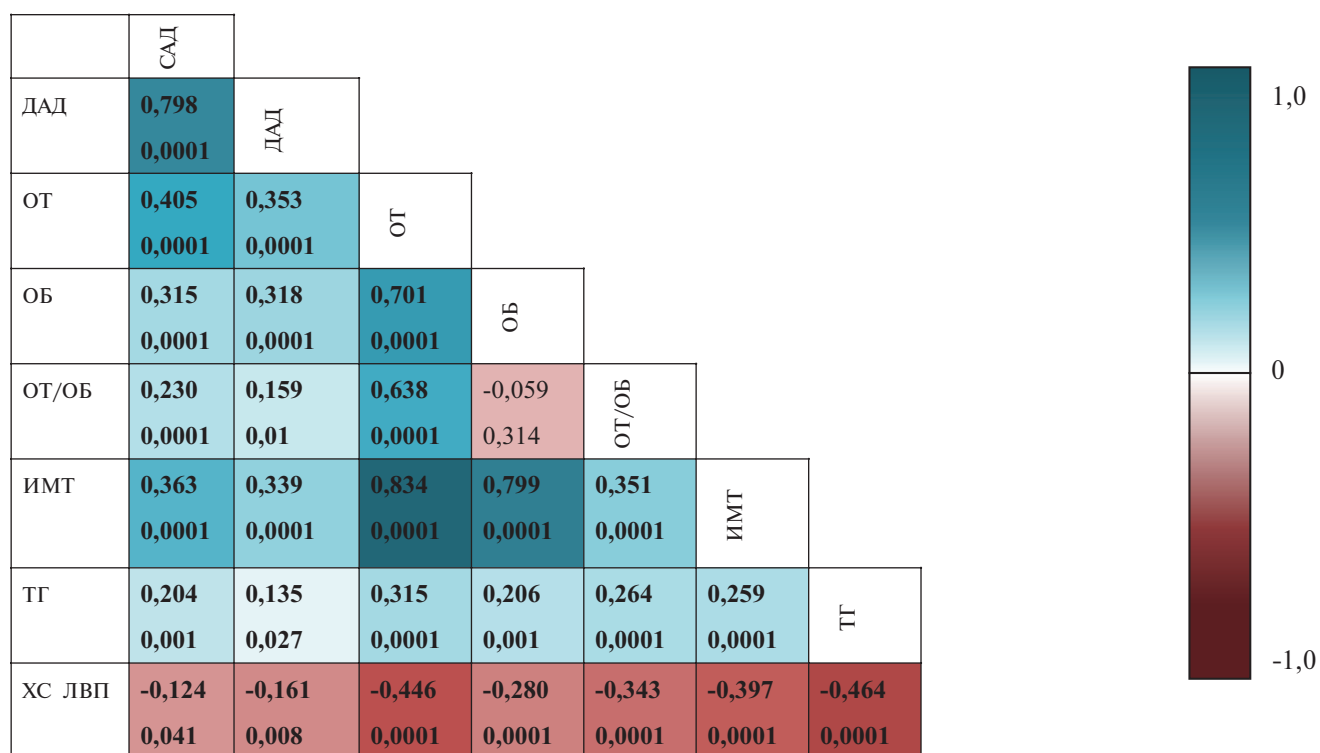


Рис. 2. Корреляционная матрица компонентов метаболических параметров и показателей липидного профиля у пациентов, перенесших COVID-19.

Примечание: цветное изображение доступно в электронной версии журнала.

Сокращения: ДАД — диастолическое артериальное давление, ИМТ — индекс массы тела, ОБ — окружность бедер, ОТ — окружность талии, ОТ/ОБ — соотношение талии и бедер, САД — систолическое артериальное давление, ТГ — триглицериды, ХС ЛВП — холестерин липопротеинов высокой плотности.

сионный анализ (табл. 3). В зависимости от уровня АИР пациенты были распределены на группы ($<0,11$ — пациенты с низким ССР, $\geq 0,11$ — пациенты среднего и высокого ССР). Результаты показали, что относительный риск тяжелого течения COVID-19 связан с повышенным значением ОТ, АИР и более низкими уровнями ХС ЛВП. Относительный риск среднетяжелого течения COVID-19 связан с повышенным значением ИМТ, ОТ и ДАД. При повышении уровня ТГ на 1 мг/дл шанс наличия тяжелого течения COVID-19 повышается на 0,6%. Учитывая наличие в каждой из групп пациентов с СД 2 типа и характерной для них корреляции с ТГ, была создана модель с включением ТГ, факта наличия СД 2 типа и возраста. Изменения значимости и вклада ТГ в шанс наличия тяжелого течения COVID-19 не было.

Обсуждение

На данный момент научные данные свидетельствуют о том, что сопутствующие заболевания, связанные с обменом веществ (ССЗ, СД, ожирение), ассоциированы с прогрессированием и неблагоприятным прогнозом течения COVID-19 [7]. Ожирение играет важную роль в патогенезе COVID-19, т.к. приводит к снижению эффективного иммунного ответа и предрасполагает к возникновению вирусных инфекций и респираторных заболеваний [8, 9]. В ре-

Таблица 3

Логистический регрессионный анализ относительного риска среднетяжелого и тяжелого течения COVID-19, связанного с параметрами метаболического синдрома и АИР

Параметры	Exp (B)	95% ДИ для Exp (B)		P
		Нижний	Верхний	
ИМТ, на 1 кг/м ²	1,069	1,021	1,119	$p_{1-2}=0,005$
ОТ, на 1 см	1,018	1,001	1,035	$p_{1-2}=0,039$
	1,040	1,000	1,081	$p_{1-3}=0,053$
ДАД, на 1 мм рт.ст.	0,972	0,946	0,998	$p_{1-2}=0,038$
ТГ, на 1 мг/дл	1,006	1,002	1,011	$p_{1-3}=0,005$
	1,007	1,003	1,012	$p_{2-3}=0,003$
АИР $\geq 0,11$ vs $<0,11$	0,248	0,074	0,835	$p_{1-3}=0,024$
	0,213	0,069	0,781	$p_{2-3}=0,018$
ХС ЛВП <40 мг/дл vs ≥ 40 мг/дл	0,955	0,915	0,997	$p_{1-3}=0,036$
	0,951	0,910	0,993	$p_{2-3}=0,021$

Сокращения: ДАД — диастолическое артериальное давление, ДИ — доверительный интервал, ИМТ — индекс массы тела, ОТ — окружность талии, ТГ — триглицериды, ХС ЛВП — холестерин липопротеинов высокой плотности, АИР — индекс атерогенности плазмы.

троспективном когортном исследовании ($n=6916$) была выявлена J-образная ассоциация между ИМТ и риском летального исхода у пациентов, инфицированных COVID-19 [10]. Мы выявили, что пациенты

из группы тяжелого течения COVID-19 имеют более высокие показатели ИМТ, а также ОТ.

Воспаление связано с выраженными изменениями липидного обмена. Известно, что липиды играют решающую роль на протяжении всего жизненного цикла вируса, они обеспечивают возможности проникновения вирусов через мембрану клетки-хозяина с последующей их репликацией, а нормальный метаболизм липидов в клетке-хозяине изменяется вследствие вирусных инфекций [11].

Во многих исследованиях показано, что дислипидемия является фактором риска тяжелого течения COVID-19. Подтверждена значимость изменений липидов как факторов риска тяжелых исходов при инфекции SARS-CoV-2 [10]. Кроме того, известно, что нарушения в метаболизме липидов могут активировать провоспалительные факторы и факторы свертывания крови, что приводит к эндотелиальной дисфункции, агрегации тромбоцитов и образованию тромбов, обуславливая развитие тяжелого течения COVID-19. Было показано, что снижение уровня ХС ЛВП в сыворотке крови связано с тяжестью COVID-19 [12], а в другой работе было установлено, что пациенты с тяжелыми формами COVID-19 имели значительно более низкие уровни ХС ЛВП и более высокие концентрации ТГ, а именно, медианные концентрации ХС ЛВП были снижены на 16% у пациентов с тяжелым течением

COVID-19, в то время как концентрации ТГ у данных пациентов были выше на 20% [13]. Полученные нами данными соответствуют результатам представленных исследований.

Продемонстрировано, что уровни АИР >0,6285 могут прогнозировать внутрибольничную смертность у пациентов с COVID-19 [5]. По сравнению с группой выживших, значения ХС ЛВП были <28,5 [21,5; 32,0] мг/дл vs 44,0 [32,5; 77,0] мг/дл, а уровни ТГ >136,0 [113,0; 198,0] мг/дл 64,0 [38,5; 125,0] мг/дл у умерших пациентов. В нашем исследовании значения АИР достоверно выше у мужчин и женщин с тяжелым течением COVID-19 по сравнению с пациентами со среднетяжелым и легким течением. Применение АИР в рамках предиктора тяжелого течения COVID-19 продолжает изучаться.

Заключение

Пациенты из группы тяжелого течения COVID-19 имеют более высокие показатели ИМТ, ОТ, уровня АИР, ТГ, более низкие показатели ЛВП. Относительный риск развития тяжелого течения COVID-19 связан с повышенным значением ОТ, уровня АИР, ТГ и более низким показателем ХС ЛВП.

Отношения и деятельность. Исследование выполнено в рамках Бюджетной темы № 122031700115-7, при поддержке стипендии Президента РФ.

Литература/References

- Petrilli CM, Jones SA, Yang J, et al. Factors associated with hospital admission and critical illness among 5279 people with coronavirus disease 2019 in New York City: prospective cohort study BMJ. 2020;369:m1966. doi:10.1136/bmj.m1966.
- Choi GJ, Kim HM, Kang H. The Potential Role of Dyslipidemia in COVID-19 Severity: an Umbrella Review of Systematic Reviews. J Lipid Atheroscler. 2020;9(3):435-48. doi:10.12997/jla.2020.9.3.435.
- Sorokin AV, Karathanasis SK, Yang ZH, et al. COVID-19-Associated dyslipidemia: Implications for mechanism of impaired resolution and novel therapeutic approaches. FASEB J. 2020;34(8):9843-53. doi:10.1096/fj.202001451.
- Onat A, Can G, Kaya H, Hergenç G. "Atherogenic index of plasma" (log10triglyceride/high-density lipoprotein-cholesterol) predicts high blood pressure, diabetes, and vascular events. J Clin Lipidol. 2010;4(2):89-98. doi:10.1016/j.jacl.2010.02.005.
- Yıldırım TÖ, Kaya Ş. The atherogenic index of plasma as a predictor of mortality in patients with COVID-19. Heart Lung. 2021;50(2):329-33. doi:10.1016/j.hrtlng.2021.01.016.
- Dobiasova M, Frohlich J, Sedova M, et al. Cholesterol esterification and atherogenic index of plasma correlate with lipoprotein size and findings on coronary angiography. Journal of Lipid Research. 2011;52(3):566-71. doi:10.1194/jlr.P011668.
- Guzik TJ, Mohiddin SA, Dimarco A, et al. COVID-19 and the cardiovascular system: implications for risk assessment, diagnosis, and treatment options. Cardiovasc Res. 2020;116(10):1666-87. doi:10.1093/cvr/cvaa106.
- Portincasa P, Krawczyk M, Smyk W, et al. COVID-19 and non-alcoholic fatty liver disease: Two intersecting pandemics. Eur. J. Clin. Invest. 2020;50(10):e13338. doi:10.1111/eci.13338.
- Lighter J, Phillips M, Hochman S, et al. Obesity in Patients Younger Than 60 Years Is a Risk Factor for COVID-19 Hospital Admission. Clin Infect Dis. 2020;71(15):896-7. doi:10.1093/cid/ciaa415.
- Kimura LF, Sant'Anna MB, Andrade SA, et al. COVID-19 induces proatherogenic alterations in moderate to severe non-comorbid patients: A single-center observational study. Blood Cells Mol Dis. 2021;92:102604. doi:10.1016/j.bcmd.2021.102604.
- Cirstea M, Walley KR, Russell JA, et al. Decreased high-density lipoprotein cholesterol level is an early prognostic marker for organ dysfunction and death in patients with suspected sepsis. J Crit Care. 2017;38:289-94. doi:10.1016/j.jcrr.2016.11.041.
- Hu X, Chen D, Wu L, et al. Declined serum high density lipoprotein cholesterol is associated with the severity of COVID-19 infection. Clin Chim Acta. 2020;510:105-10. doi:10.1016/j.cca.2020.07.015.
- Masana L, Correig E, Ibarretxe D, et al. Low HDL and high triglycerides predict COVID-19 severity. Scientific Reports. 2021;11(7217):1-9. doi:10.1038/s41598-021-86747-5.