

МИНЕРАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ КОСТНОЙ ТКАНИ И АРТЕРИАЛЬНАЯ РИГИДНОСТЬ У МУЖЧИН С ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ЛЕГКИХ

ЩЕГОРЦОВА ЮЛИЯ ЮРЬЕВНА, SPIN-код: 4505-8075; ORCID: 0000-0001-9211-7174; аспирант кафедры факультетской и поликлинической терапии ФГБОУ ВО «Амурская государственная медицинская академия» Минздрава России, Россия, 675000, Благовещенск, ул. Горького, 95, e-mail: shchegortsova92@mail.ru

ПАВЛЕНКО ВАЛЕНТИНА ИВАНОВНА, SPIN-код: 1172-1390; ORCID: 0000-0001-8794-9929; докт. мед. наук, профессор кафедры факультетской и поликлинической терапии ФГБОУ ВО «Амурская государственная медицинская академия» Минздрава России, Россия, 675000, Благовещенск, ул. Горького, 95, e-mail: agmapedfac@mail.ru

Реферат. Цель исследования – оценить показатели артериальной ригидности у мужчин больных хронической обструктивной болезнью легких с низкой и нормальной костной массой. **Материал и методы.** Обследовано 100 мужчин больных [средний возраст (57±0,6) года] с верифицированным диагнозом: хроническая обструктивная болезнь легких, GOLD II-III, которые по результатам денситометрического обследования были разделены на 2 группы: 1-я группа (n=34) – с нормальной костной массой, 2-я группа (n=66) – с низкой костной массой. Минеральную плотность кости оценивали методом двойной рентгеновской абсорбциометрии. Сканировали поясничный отдел позвоночника в зоне L1-L4 и шейку бедренной кости. Состояние минеральной плотности кости оценивали по T-критерию. Показатели артериальной ригидности [каротидно-феморальная скорость пульсовой волны, сердечно-лодыжечный сосудистый индекс справа и слева (R/L CAVI), индекс аугментации на общей каротидной артерии (C-AI), на правой плечевой артерии (R-AI)] регистрировали методом сфигмоманометрии в основном режиме по стандартной методике. **Результаты и их обсуждение.** Пациенты 2-й группы по сравнению с 1-й группой имели более высокие значения каротидно-феморальной скорости пульсовой волны ($p<0,05$), R/L-CAVI ($p<0,01$), C-AI ($p<0,05$), R-AI ($p<0,05$). Причем достоверные различия в показателях каротидно-феморальной скорости пульсовой волны и R-CAVI зафиксированы только у пациентов с остеопорозом, а значения C-AI и R-AI были существенно выше как в группе лиц с остеопенией, так и с остеопорозом, с преобладанием у последних. Во 2-й группе достоверно выше была частота встречаемости лиц со значением каротидно-феморальной скорости пульсовой волны более 10 м/с ($p<0,05$) и R-CAVI более 9 ед. ($p<0,05$), а также биологический возраст сосудов ($p<0,05$). Установлена умеренная обратная связь между наименьшим T-критерием L1-L4 и шейки бедренной кости с каротидно-феморальной скоростью пульсовой волны ($p<0,05$) и R-CAVI ($p<0,05$). Во 2-й группе были выше, чем в 1-й группе, атрибутивный риск повышения каротидно-феморальной скорости пульсовой волны более 10 м/с в 1,7 раза и R-CAVI более 9 ед. в 2,2 раза. Относительный риск в 1-й группе составил 1,674, во 2-й группе – 2,175. Шансы выявления пациентов с повышенными значениями каротидно-феморальной скорости пульсовой волны и R-CAVI во 2-й группе были выше в 2,6 и 3,7 раза соответственно. **Выводы.** У мужчин, больных хронической обструктивной болезнью легких, GOLD II-III, с низкой костной массой жесткость сосудистой стенки, дисфункция эндотелия и сосудистый возраст магистральных артерий значительно выше, чем у пациентов с нормальной костной массой. Снижение минеральной плотности кости поясничного отдела позвоночника (L1-L4) и шейки бедренной кости сопряжено с повышением каротидно-феморальной скорости пульсовой волны и R-CAVI. Относительные частоты повышенных значений каротидно-феморальной скорости пульсовой волны и R-CAVI выше пороговых значений преобладали у мужчин с низкой костной массой.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких, минеральная плотность костной ткани, артериальная ригидность.

Для ссылки: Щегорцова, Ю.Ю. Минеральная плотность костной ткани и артериальная ригидность у мужчин с хронической обструктивной болезнью легких / Ю.Ю. Щегорцова, В.И. Павленко // Вестник современной клинической медицины. – 2020. – Т. 13, вып. 4. – С.55–61. DOI: 10.20969/VSKM.2020.13(4).55-61.

BONE MINERAL DENSITY AND ARTERIAL STIFFNESS IN MEN WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

SCHEGORTSOVA JULIA YU., SPIN-code: 4505-8075; ORCID-ID: 0000-0001-9211-7174; graduate student of the Department of faculty and outpatient therapy of Amur Medical Academy, Russia, 675000, Blagoveshchensk, Gor'ky str., 95, e-mail: shchegortsova92@mail.ru

PAVLENKO VALENTINA I., SPIN-code: 1172-1390; ORCID-ID: 0000-0001-8794-9929; D. Med. Sci., professor of the Department of faculty and outpatient therapy of Amur Medical Academy, Russia, 675000, Blagoveshchensk, Gor'ky str., 95, e-mail: agmapedfac@mail.ru

Abstract. Aim. The aim of the study was to evaluate arterial stiffness (AS) indices in men with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) having low and normal bone mass. **Material and methods.** We examined 100 male patients [mean age (57±0,6) years] with the verified diagnosis of COPD GOLD II-III, who were divided into 2 groups by densitometry examination results: Group 1 (n=34) – normal bone mass, Group 2 (n=66) – low bone mass. Mineral bone density (MBD) was assessed by double X-ray absorption. The lumbar spine at L1-L4 and femoral neck (FN) were scanned. The condition of the MBD was assessed using the T-criterion. AS indices, such as carotid-femoral pulse-wave velocity (cfSPW), right and left cardiovascular vascular index (R/L CAVI), augmentation index on the common carotid artery (C-AI) and right brachial artery (R-AI) were recorded by sphygmomanometry in the main mode using standard technique. **Results and discussion.** Patients of the 2nd group, in comparison with the 1st group, had higher values of

cfSPV ($p < 0,05$), R/L-CAVI ($p < 0,01$), and C-AI ($p < 0,05$). Moreover, significant differences in cfSPV and R-CAVI indices were registered only in patients with osteopenia, and C-AI and R-AI values were significantly higher both in the group of people with osteopenia and with osteoporosis, with predominance in the latter. In the 2nd group the incidence of individuals with cfSRPV values over 10 m/s ($p < 0,05$) and R-CAVI values over 9 units was significantly higher ($p < 0,05$), as well as the biological age of vessels ($p < 0,05$). A moderate inverse relationship between the smallest T-criterion L1-L4 and femoral neck with cfPWV ($p < 0,05$) and R-CAVI ($p < 0,05$) was established. The attributive risk of increasing cfPWV > 10 m/s by 1,7 times and R-CAVI > 9 units was 2,2 times higher in the 2nd group than in the 1st group. The relative risk in the 1st group was 1,674, in the 2nd group it was 2,175. The chances of identifying patients with increased values of cfPWV and R-CAVI were 2,6 and 3,7 times higher in the 2nd group. **Conclusion.** In male patients with COPD GOLD II-III with low bone mass the stiffness of the vascular wall, endothelial dysfunction and vascular age of the main arteries are significantly higher than in patients with normal bone mass. Decrease of the MBD of the lumbar spine (L1-L4) and FN is associated with the increase of cfSPV and R-CAVI. Relative frequencies of increased cfSRPV and R-CAVI values above threshold values prevailed in men with low bone mass.

Key words: chronic obstructive pulmonary disease, bone mineral density, arterial stiffness.

For reference: Schegortsova JuYu, Pavlenko VI. Bone mineral density and arterial stiffness in men with chronic obstructive pulmonary disease. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2020; 13 (4): 55-61. DOI: 10.20969/VSKM.2020.13(4). 55-61.

Введение. Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) – одна из наиболее значимых и распространенных патологий респираторной системы, имеющая важное социально-экономическое значение в связи с неснижающимся уровнем заболеваемости и смертности от этого заболевания во всем мире, частой инвалидизацией и высокой стоимостью лечения пациентов [1, 2]. Существенное влияние на качество жизни и прогноз пациентов оказывают системные (внелегочные) проявления ХОБЛ, среди которых наиболее важными являются кардиоваскулярные нарушения, в частности, повышение артериальной ригидности (АР) [3] и остеопороз (ОП) [4, 5, 6]. АР напрямую связана со скоростью пульсовой волны, и ее увеличение рассматривается как фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний (Европейские рекомендации по профилактике сердечно-сосудистых заболеваний в клинической практике, 2016). За последние годы во многих исследованиях была подтверждена взаимосвязь между потерей костной массы и повышением сердечно-сосудистого риска по данным показателя кальцификации артерий [7, 8, 9]. Накопленные научные данные по проблеме взаимосвязи между атеросклерозом и ОП посвящены в основном женской популяции в постменопаузальном периоде и носят неоднозначный характер.

Проблема изучения состояния сосудистой стенки у мужчин с ХОБЛ в зависимости от минеральной плотности кости (МПК) практически не изучена, что и определяет ее актуальность.

Цель исследования – оценить показатели АР у мужчин, больных ХОБЛ, с низкой и нормальной костной массой.

Материал и методы. В открытое исследование включено 100 мужчин, больных ХОБЛ, GOLD II-III, в возрасте от 50 до 65 лет, проходивших лечение в специализированном пульмонологическом отделении ГАУЗ АО «Благовещенская ГКБ», в ФГБНУ ДНЦ ФПД и поликлинике ФГБНУ ДНЦ ФПД в период с 2017 по 2019 г. Средняя длительность заболевания составила (15,9±4,5) года, индекс курящего человека (ИКЧ) – (25,9±3,4) пачка/лет, индекс массы тела (ИМТ) – (23,8±4,9) кг/м², частота обострений (ЧО) ХОБЛ за 12 мес, предшествующих включению в исследование, составила 1,7±0,6. Все пациенты по

результатам денситометрического обследования были разделены на 2 группы: 1-я группа ($n=34$) – с нормальной МПК, 2-я группа ($n=66$) – с низкой МПК.

Каждым пациентом дано добровольное информированное согласие на проведение исследования и обработку персональных данных. Исследование соответствовало стандартам надлежащей клинической практики и принципам Хельсинкской декларации, одобрено локальным этическим комитетом при ФГБОУ ВО «Амурская ГМА» Минздрава России (протокол № 3 от 21.09.2017 г.). Критерии исключения: ХОБЛ, GOLD IV, терапия системными глюкокортикостероидами, прием витамина D в течение последних 6 мес, препаратов кальция и лекарственных средств, влияющих на метаболизм кальция, заболевания, ассоциированные со снижением МПК, верифицированная патология сердечно-сосудистой системы и почек, индекс массы тела более 30 кг/м², выраженная дислипидемия, острые воспалительные заболевания, обострение хронических заболеваний.

Всем участникам исследования проводился скрининг, ориентированный на верификацию соответствия всем критериям включения/исключения, проведен сбор анамнеза жизни и клинико-лабораторное обследование. Диагноз ХОБЛ поставлен в соответствии с рекомендациями GOLD (2017) на основании анамнеза, клинической картины и результатов дополнительных методов обследования.

Функция внешнего дыхания (ФВД) была изучена с помощью аппарата «Spirosift 3000» (Япония) с определением автоматически основных параметров кривой зависимости «поток-объем» и расчетом общепринятых показателей ФВД: форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), л; жизненная емкость легких (ЖЕЛ), л; объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁), л; максимальная скорость выдоха на уровне 25%, 50%, 75%; пиковая объемная скорость выдоха, л/с. Объединяющим признаком всех стадий ХОБЛ считали снижение соотношения ОФВ₁/ФЖЕЛ < 70%, характеризующее ограничение воздушного потока (Клинические рекомендации по ХОБЛ, 2018).

МПК определяли методом двойной рентгеновской абсорбциометрии (ДРА) на денситометре «LUNAR 8743» фирмы GE Medical Systems Lunar (США) в соответствии с официальными рекомен-

дациями по использованию денситометрического исследования в клинической практике Международного общества клинической денситометрии (2008). Сканировали поясничный отдел позвоночника в зоне L1-L4 и шейку бедренной кости (ШБК). Для оценки состояния костной ткани использовали Т-критерий. Т-критерий – это количество стандартных отклонений (SD) выше или ниже среднего показателя пика костной массы у молодых. Диагностика ОП и остеопении (ОПН) проводилась с использованием диагностических критериев ВОЗ (1994), основанных на количественной оценке МПК как определяющем факторе прочности кости. Заключение о наличии ОП и ОПН базировалось на отклонении показателей МПК от референсных значений. Диагноз ОП устанавливался с учетом Т-критерия: норма – Т-критерий от 0 до 1 SD, ОПН – Т-критерий от -1,0 до -2,5 SD, ОП Т-критерий < -2,5 SD. Принимался во внимание более низкий из Т-критериев [10]. Также оценивался показатель BMD – проекционная минеральная костная плотность – bone mineral density (г/см²) в L1-L4 и ШБК.

Ригидность артериальной сосудистой стенки определяли с помощью автоматического сфигмографа и сфигмоманометра «VaSera VS-1000» (Fukuda Denshi, Япония) в основном режиме по стандартной методике. Оценивали каротидно-фemorальную скорость пульсовой волны (кфСРПВ), сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (cardio-ankle vascular index справа и слева, R/L-CAVI), индекс аугментации (augmentation index, AI) на общей каротидной артерии (C-AI) и правой плечевой артерии (R-AI). Пороговым значением для выявления повышенного риска сердечно-сосудистых осложнений признана кфСРПВ более 10 м/с (Клинические рекомендации по АГ, 2020; ESH/ESC по АГ, 2018). Индекс CAVI – принципиально новый стандарт оценки истинной сосудистой жесткости, который не зависит от артериального давления и в настоящее время считается «золотым» стандартом определения AP. В норме значение индекса CAVI составляет < 8,0. Признаком возможного атеросклероза считают увеличение значения CAVI больше 9. Индекс AI отражает раннее повреждение сосудов, что сопровождается повышением сопротивления в сосудах. Также оценивали сосудистый возраст, который рассчитывается автоматически на том же приборе.

У всех больных определяли липидный спектр крови, холестерин липопротеидов высокой плотности, холестерин липопротеидов низкой плотности, триглицериды энзиматическим колориметрическим методом и рассчитывали коэффициент атерогенности.

Индекс курящего человека (ИКЧ) рассчитывали по формуле: [число сигарет, выкуриваемых в день × стаж курения (в годах)] / 20. Оценивались антропометрические данные – рост, вес, ИМТ или индекс Кетле, который рассчитывался как масса тела, деленная на рост в квадрате (кг/м²).

Длительность заболевания, ЧО оценивали ретроспективно. Эпизодом обострения ХОБЛ считали резкое ухудшение самочувствия больного с изменением клинической картины, требующее усиления

медикаментозной терапии или госпитализации в стационар [11].

Статистический анализ осуществляли с помощью пакета программ Statistica 10. Результаты анализа параметров, не подчинявшихся закону нормального распределения или измеряемых по порядковой шкале, представлены в виде медианы (Me), межквартильного интервала (25%; 75%). Определение достоверности различий (*p*) абсолютных показателей проводилось при помощи *t*-критерия Стьюдента. Для сопоставления независимых групп по количественным признакам применяли *U*-критерий Манна – Уитни. Сравнение групп по категориальному признаку проводили с использованием критерия Пирсона χ^2 , при значении сравниваемых показателей менее 10 применяли поправку Йетса, при значении менее 5 – двусторонний точный критерий Фишера. Для анализа связи (корреляции) между изучаемыми показателями использовался непараметрический метод Спирмена (*r*) как метод корреляционного анализа для взаимосвязи количественных признаков, независимо от вида из распределения. Производили расчет абсолютного и относительного рисков, шансов и отношения шансов развития избыточной сосудистой жесткости с учетом нижней и верхней границ 95% доверительного интервала. Различия считались достоверными при *p* < 0,05.

Результаты и их обсуждение. Характеристика пациентов обследуемых групп представлена в *табл. 1*. Группы были сопоставимы по возрасту, длительности ХОБЛ, ЧО, ИКЧ, ИМТ, спирографическим и лабораторным показателям.

По данным ДРА, во 2-й группе снижение МПК отмечалось во всех изучаемых отделах скелета (*табл. 2*). В большей степени страдал поясничный отдел позвоночника. Средние значения Т-критерия укладывались в категорию выраженной ОПН, составляя $-1,86 \pm 0,14$ SD. Во 2-й группе у 30 (45,5%) человек степень снижения МПК соответствовала ОПН и у 36 (54,5%) больных – ОП.

По результатам сфигмографии установлено, что сосудистая жесткость и эндотелиальная дисфункция у больных ХОБЛ с низкой костной массой были более выраженные, чем у пациентов с нормальной костной массой, о чем свидетельствовали более высокие значения кфСРПВ, C-AI, R-AI, R/L CAVI во 2-й группе (*рисунк*). С учетом того, что значения R-CAVI и L-CAVI были сопоставимы, в дальнейшем анализировали показатель R-CAVI.

Биологический возраст сосудов во 2-й группе был выше на 6,42 года, чем в 1-й группе (*p* < 0,05), причем разница с биологическим возрастом составила от 7 до 16 лет.

Повышение кфСРПВ выше порогового значения (> 10 м/с) выявлено у 39 (59,1%) больных 2-й группы и у 12 (35,3%) человек 1-й группы ($\chi^2=5,085$; *p* < 0,05). Повышение R-CAVI > 9 ед. зафиксировано у 38 (57,5%) больных 1-й группы и у 9 (26,5%) пациентов 2-й группы ($\chi^2=8,7164$; *p* < 0,05).

Нами также проанализированы показатели AP в зависимости от степени снижения МПК (*табл. 3*). Определено, что у больных с ОПН, по сравнению с лицами с нормальной МПК, отмечалась тенденция

Характеристика изучаемых показателей обследованных групп (Ме [Q1;Q3])

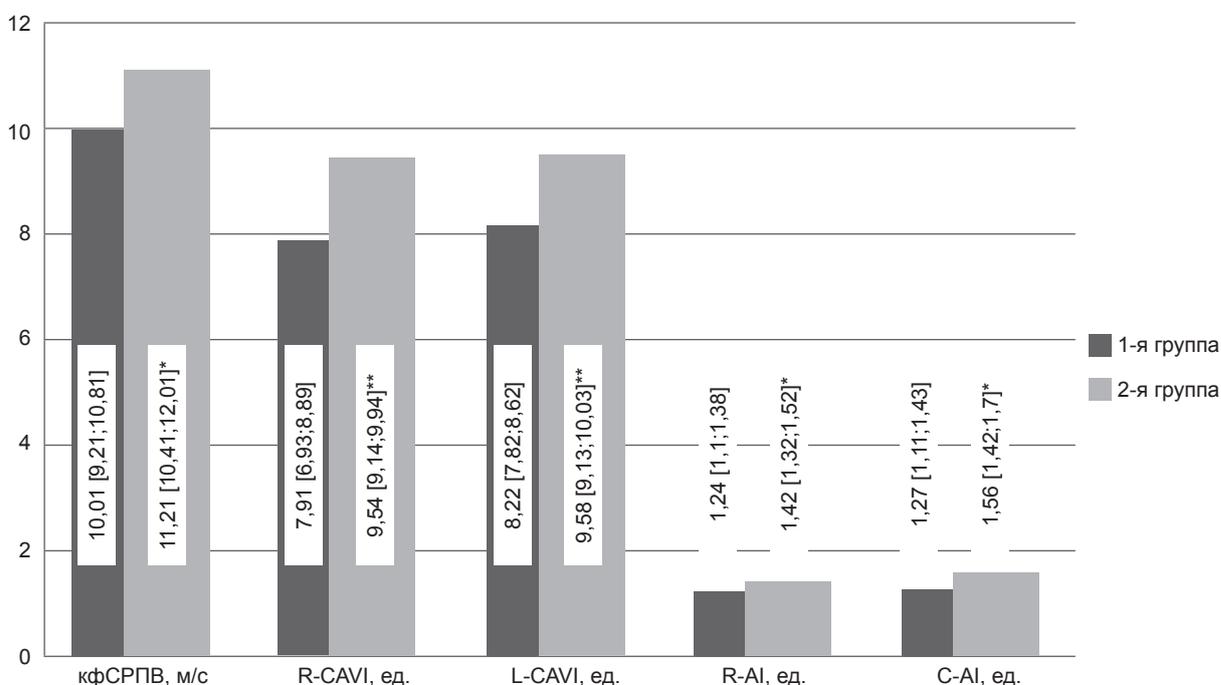
Показатель	1-я группа (n=34)	2-я группа (n=66)	p
Возраст, лет	58 [55,7;59,3]	56,5 [55,3;57,7]	0,37
Индекс курящего человека, пачка/лет	24,0 [21,9;26,1]	27,0 [24,9;29,0]	0,20
Длительность заболевания, лет	15,7 [13,5;17,9]	15,9 [13,1;18,7]	0,91
Частота обострений за 12 мес	1,42 [1,02;1,82]	1,58 [0,8;2,36]	0,72
Индекс массы тела, кг/м ²	24,8 [23,6;26,0]	26,41 [24,8;28,0]	0,13
Общий холестерин, ммоль/л	4,8 [3,28;6,32]	5,5 [4,3; 6,7]	0,7
Холестерин липопротеидов низкой плотности, ммоль/л	4,4 [3,8;4,9]	5,59 [4,8;5,8]	0,019*
Холестерин липопротеидов высокой плотности, ммоль/л	1,18 [0,8;1,6]	1,14 [0,8;1,5]	0,88
Триглицериды, ммоль/л	1,62 [1,0;2,3]	1,86 [1,5;2,2]	0,62
Индекс атерогенности	3,7 [1,5;5,9]	3,77 [1,5;6,1]	0,96
Объем форсированного выдоха за первую секунду, % от должного	67,13 [56,73;77,53]	66,38 [58,38;74,38]	0,92
Объем форсированного выдоха за первую секунду/форсированная жизненная емкость легких, % от должного	63,26 [53,36;73,16]	62,21 [60,61;63,81]	0,85

Примечание: *статистически значимая разница между группами.

Показатели денситометрии в обследуемых группах (Ме [Q1;Q3])

Показатель	1-я группа (n=34)	2-я группа (n=66)	p
BMD позвонков L1-L4, г/см ²	0,99 [0,94;1,28]	0,74 [0,72;0,76]	0,03*
T-критерий позвонков L1-L4, SD	-0,67 [-0,98;-0,36]	-2,5 [-2,57;-2,29]	0,000*
BMD шейки бедренной кости, г/см ²	0,86 [0,83;0,89]	0,71 [0,69;0,75]	0,001*
T-критерий шейки бедренной кости, SD	0,75 [-0,76;0,14]	-2,26 [-1,97;-1,47]	0,006*
Остопения, n (%)	–	30 (45,5)	–
Остеопороз, n (%)	–	36 (54,5)	–

Примечание: *статистически значимая разница между группами.



Сравнительная характеристика показателей AP у мужчин с ХОБЛ с различной костной массой (Ме [Q1;Q3]): кфСРПВ – каротидно-феморальная скорость пульсовой волны; R/L CAVI – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс справа и слева; C-AI – индекс аугментации на общей каротидной артерии; R-AI – индекс аугментации на правой плечевой артерии. *p<0,05; **p<0,01 – различия между группами больных ХОБЛ

Сравнительная характеристика показателей артериальной ригидности и сосудистый возраст в зависимости от состояния костной массы (Ме [Q1;Q3])

Показатель	Нормальная МПК (n=34)	ОПН (n=30)	ОП (n=36)	Достоверность различий
кфСРПВ, м/с	10,01 [9,21;10,81]	10,86 [10,46;11,26]	11,90 [10,92;12,88]	$p_{\text{н-опн}}=0,06$ $p_{\text{н-оп}}=0,004^*$ $p_{\text{опн-оп}}=0,057$
R-CAVI, ед.	7,91 [6,93;8,89]	9,05 [8,45;9,65]	9,57 [9,17;9,97]	$p_{\text{н-опн}}=0,055$ $p_{\text{н-оп}}=0,002^*$ $p_{\text{опн-оп}}=0,154$
R-AI, ед.	1,24 [1,1;1,38]	1,41 [1,33;1,49]	1,44 [1,3;1,58]	$p_{\text{н-опн}}=0,03^*$ $p_{\text{н-оп}}=0,04^*$ $p_{\text{опн-оп}}=0,711$
C-AI, ед.	1,27 [1,11;1,43]	1,49 [1,35;1,63]	1,57 [1,45;1,69]	$p_{\text{н-опн}}=0,042^*$ $p_{\text{н-оп}}=0,003^*$ $p_{\text{опн-оп}}=0,388$
Сосудистый возраст, лет	64,8 [62,4;67,2]	66,4 [62,7;70,1]	67,9 [61,8;72]	$p_{\text{н-опн}}=0,47$ $p_{\text{н-оп}}=0,09$ $p_{\text{опн-оп}}=0,59$

Примечание: кфСРПВ – каротидно-феморальная скорость пульсовой волны; R-CAVI – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс; R-AI – индекс аугментации на плечах. C-AI индекс аугментации на общей каротидной артерии; * статистически значимая разница между группами.

к увеличению значений кфСРПВ, R-CAVI, в то время как у пациентов с выраженным нарушением МПК, т.е. остеопороза, достоверно выше были кфСРПВ (на 1,89 м/с; $p=0,004$) и R-CAVI (на 1,66 ед.; $p=0,002$). Как в группе пациентов с ОПН, так и в группе с ОП значения C-AI и R-AI существенно превышали аналогичные показатели у лиц с нормальной МПК, с наибольшей выраженностью у пациентов с ОП.

Значимых различий по частоте встречаемости пациентов со значением кфСРПВ более 10 м/с и R-CAVI более 9 ед. между группами больных с ОПН и ОП не обнаружено, хотя таких пациентов среди лиц с ОП было больше.

Результаты многочисленных исследований показали, что жесткость артерий, оцениваемая по скорости пульсовой волны, служит независимым фактором риска сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в различных популяциях [12]. Индекс аугментации является вторым ключевым показателем нарушения функции крупных артерий. Известно, что увеличение AI характерно для целого ряда сердечно-сосудистых заболеваний и положительно коррелирует с прогнозом поражения органов-мишеней при атеросклерозе [13]. Сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (CAVI) представляет собой «функциональную» и «органическую» артериальную жесткость и отражает ее и как состояние гладких мышц сердца, и как механические свойства артериальной стенки [14]. Ряд клинических исследований [15, 16] поддерживают утверждение, что CAVI может быть равным или же выше измерения СРПВ как долгосрочный предиктор риска сердечно-сосудистых патологий.

В общей группе пациентов с низкой костной массой корреляционный анализ определил наличие обратной связи между наименьшим Т-критерием L1-L4 и ШБК с кфСРПВ (соответственно $r=-0,29$; $p<0,05$ и $r=-0,31$; $p<0,05$) и с R-CAVI (соответственно $r=-0,40$; $p<0,01$ и $r=-0,46$; $p<0,001$).

Абсолютный риск повышения кфСРПВ > 10 м/с во 2-й группе составил 0,591 против 0,353 в 1-й группе, относительный риск – 1,674 (95% ДИ: 1,018 – 2,753). Шанс выявления повышенной кфСРПВ (> 10 м/с) в 1-й группе составил 0,545, во 2-й группе – 1,444. Отношение шансов выявления повышенной кфСРПВ составило 2,648 (95% ДИ: 1,123–6,243). Абсолютный риск повышения R-CAVI > 9 ед. в 2-й группе составил 0,576 против 0,265 в 1-й группе, относительный риск – 2,175 (95% ДИ: 1,197 – 3,953). Шанс выявления пациентов с R-CAVI > 9 ед. в 1-й группе составил 0,360, во 2-й группе – 1,357. Отношение шансов выявления пациентов с повышенным R-CAVI составило 3,770 (95% ДИ: 1,525 – 9,318).

Выводы:

1. Установлено, что у мужчин с ХОБЛ и с низкой костной массой АР магистральных сосудов, характеризующаяся кфСРПВ, индексами R/L-CAVI, C-AI, R-AI, была существенно выше, чем у пациентов с нормальной костной массой. Биологический возраст сосудов также был достоверно больше на 6,42 года.

2. Выявленная обратная взаимосвязь Т-критерия L1-L4 и ШБ с кфСРПВ и R-CAVI свидетельствует о том, что низкая костная масса у лиц мужского пола с ХОБЛ является фактором риска повышения ригидности стенки крупных артерий.

3. Относительные частоты повышения кфСРПВ и R-CAVI выше пороговых значений преобладали у мужчин с низкой костной массой. Это позволяет рассматривать мужчин с ХОБЛ с низкой костной массой в качестве группы риска развития кардиоваскулярной патологии, что необходимо учитывать при назначении персонализированного плана диагностики и лечения.

Прозрачность исследования. Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях. Все авторы принимали участие в разработке концепции, дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chuchalin, A.G. Chronic respiratory diseases and risk factors in 12 regions of the Russian Federation / A.G. Chuchalin, N. Khaltaev, N.S. Antonov [et al.] // *Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis.* – 2014. – Vol. 9. – P.963–974.
2. Демографический потенциал Амурской области / И.В. Жуковец, Т.В. Заболотских, Т.В. Лещенко [и др.] // *Бюллетень физиологии и патологии дыхания.* – 2019. – № 74. – С.78–85.
3. Кулик, Е.Г. Ассоциация артериальной ригидности с маркерами дисфункции сосудистого эндотелия и системного воспаления при хронической обструктивной болезни легких / Е.Г. Кулик В.И. Павленко, С.В. Нарышкина // *Бюллетень физиологии и патологии дыхания.* – 2018. – № 67. – С.31–36.
4. Особенности течения остеопороза у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких / И.Е. Жила, Е.О. Богданова, О.В. Жила [и др.] // *Пульмонология.* – 2016. – Т. 26, № 1. – С.46–51.
5. Коморбидная патология у пациентов с ХОБЛ: фокус на остеопороз / И.Е. Жила, О.В. Галкина, Е.О. Богданова [и др.] // *Сибирское медицинское обозрение.* – 2015. – № 5. – С.84–88.
6. Щегорцова, Ю.Ю. Состояние костной системы у мужчин с хронической обструктивной болезнью легких в зависимости от категории риска обострений / Ю.Ю. Щегорцова, В.И. Павленко, С.В. Нарышкина // *Уральский медицинский журнал.* – 2020. – № 4. – С.160–164.
7. Dennison, T.M. Osteoporosis in 2010: building bones and (safely) preventing breaks / T.M. Dennison, C. Cooper // *Nat. Rev. Rheumatol.* – 2011. – Vol. 7, № 1. – P.80–82.
8. Low bone mineral density predicts incidents heart failure in man and women: the EPIC (European Prospective Investigation Into Cancer and Nutrition) – Norfolk Prospective Study / R. Pfister, G. Mishels, S.J. Sharp [et al.] // *JACC: Heart failure.* – 2014. – Vol. 2, № 4. – P.380–389.
9. Relationship between low bone mineral density and fractures with incidence cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis / N. Veronese, B. Stubbs, G. Crepaldi [et al.] // *J. Bone Miner. Res.* – 2017. – Vol. 32, № 5. – P.1126–1135.
10. Лекционный курс по диагностике остеопороза / IOF – International Osteoporosis Foundation: Международная школа IOF по диагностике и лечению остеопороза, 8–9 апреля 2010 г. – Минск, 2010. – С.125
11. Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD, Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2017. – URL: <https://goldcopd.org>
12. Association of arterial stiffness with coronary flow reserve in revascularized coronary artery disease patients / V. Tritakis, S. Tzortzis, I. Ikonomidis [et al.] // *World J. Cardiol.* – 2016. – Vol. 8, № 2. – P.231–239.
13. Корреляции показателя мозгового кровотока и функций сосудистого эндотелия при атеросклерозе церебральных артерий / А.И. Федин, Е.П. Старых, А.С. Парфенов [и др.] // *Вестник Российского государственного медицинского университета.* – 2012. – № 4. – С.27–31.

14. Shirai, K. Analysis of vascular function using the cardio-ankle vascular index (CAVI) / K. Shirai // *Hypertens Res.* – 2011. – № 34. – P.684–685.
15. Increasing age associated with elevated cardio-ankle vascular index scores in patients with type 2 diabetes mellitus / G. Tian, W. Wei, W. Zhang [et al.] // *J. Int. Med. Res.* – 2013. – № 41. – P.435–444.
16. Павленко, В.И. Дополнительные неинвазивные критерии ранней диагностики артериосклероза у больных хронической обструктивной болезнью легких / В.И. Павленко, С.В. Нарышкина // *Бюллетень физиологии и патологии дыхания.* – 2010. – № 37. – С.33–36.

REFERENCES

1. Chuchalin AG, Khaltaev N, Antonov NS, et al. Chronic respiratory diseases and risk factors in 12 regions of the Russian Federation. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2014; 9: 963–974.
2. Zhukovets IV, Zabolotskikh TV, Leshchenko TV, et al. Demograficheskiy potentsial Amurskoy oblasti [The demographic potential of the Amur region]. *Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya* [Bulletin of physiology and respiratory pathology]. 2019; 74: 78–85.
3. Kulik EG, Pavlenko VI, Naryshkina SV. Assotsiatsiya arterial'noy rigidnosti s markerami disfunktsii sosudistogo endoteliya i sistemnogo vospaleniya pri khronicheskoy obstruktivnoy bolezni legkikh [Association of arterial stiffness with markers of vascular endothelial dysfunction and systemic inflammation in chronic obstructive pulmonary disease]. *Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya* [Bulletin of physiology and respiratory pathology]. 2018; 67: 31–36.
4. Zhila IE, Bogdanova EO, Zhila OV, et al. Osobennosti techeniya osteoporoza u patsiyentov s khronicheskoy obstruktivnoy boleznyu legkikh [Features of the course of osteoporosis in patients with chronic obstructive pulmonary disease]. *Pulmonologiya* [Pulmonology]. 2016; 26 (1): 46–51.
5. Zhila IE, Galkina OV, Bogdanova EO, et al. Komorbidnaya patologiya u patsiyentov s KHOBL: Fokus na osteoporoz [Comorbid pathology in patients with HOBL: Focus on osteoporosis]. *Sibirskoye meditsinskoye obozreniye* [Siberian Medical Review]. 2015; 5: 84–88.
6. Shchegortsova YY, Pavlenko VI, Naryshkina SV. Sostoyaniye kostnoy sistemy u muzhchin s khronicheskoy obstruktivnoy boleznyu legkikh v zavisimosti ot kategorii riska obostreniy [The condition of the skeletal system in men with chronic obstructive pulmonary disease, depending on the risk category of exacerbations]. *Ural'skiy meditsinskiy zhurnal* [Ural Medical Journal]. 2020; 4: 160–164.
7. Dennison TM, Cooper C. Osteoporosis in 2010: building bones and (safely) preventing breaks. *Nat Rev Rheumatol.* 2011; 7 (1): 80–82.
8. Pfister R, Mishels G, Sharp SJ, et al. Low bone mineral density predicts incidents heart failure in man and women: the EPIC (European Prospective Investigation Into Cancer and Nutrition) – Norfolk Prospective Study. *JACC: Heart failure.* 2014; 2 (4): 380–389.
9. Veronese N, Stubbs B, Crepaldi G, et al. Relationship between low bone mineral density and fractures with incidence cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis. *J Bone Miner Res.* 2017; 32 (5): 1126–1135.
10. IOF – International Osteoporosis Foundation. Lektsionnyy kurs po diagnostike osteoporoza [Lecture course on the diagnosis of osteoporosis]. *Minsk: Mezhdunarodnaya shkola IOF po diagnostike i lecheniyu osteoporoza* [Minsk:

- International School of IOF for the diagnosis and treatment of osteoporosis]. 8-9 April 2010; 125.
11. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD. 2017; <https://goldcopd.org>.
 12. Tritakis V, Tzortzis S, Ikonomidis I, et al. Association of arterial stiffness with coronary flow reserve in revascularized coronary artery disease patients. *World J Cardiol*. 2016; 8 (2): 231-239.
 13. Fedin AI, Old EP, Parfyonov AS, et al. Korrelyatsii pokazatelya mozgovogo krovotoka i funktsiy sosudistogo endoteliya pri ateroskleroze tserebral'nykh arteriy [Correlation of cerebral blood flow and vascular endothelial functions in cerebral arterial atherosclerosis]. *Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* [Bulletin of the Russian State Medical University]. 2012; 4: 27-31.
 14. Shirai K. Analysis of vascular function using the cardio-ankle vascular index (CAVI). *Hypertens Res*. 2011; 34: 684-685.
 15. Tian G, Wei W, Zhang W, et al. Increasing age associated with elevated cardio-ankle vascular index scores in patients with type 2 diabetes mellitus. *J Int Med Res*. 2013; 41: 435-444.
 16. Pavlenko VI, Naryshkina SV. Dopolnitel'nyye neinvazivnyye kriterii ranney diagnostiki arterioskleroza u bol'nykh khronicheskoy obstruktivnoy boleznyu legkikh [Additional non-invasive criteria for the early diagnosis of arteriosclerosis in patients with chronic obstructive pulmonary disease]. *Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya* [Bulletin of Physiology and Respiratory Pathology]. 2010; 37: 33-36.