

Восстановительная и спортивная медицина Rehabilitation and sport medicine

Научная статья
УДК 796.071.424.2
DOI: 10.14529/hsm240419

АНАЛИЗ ВЫЯВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ В КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЕ У РЕКОНВАЛЕСЦЕНТОВ COVID-19

М.С. Бельснер, mariika_04@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2295-609X>
И.В. Гребнева, grebneviv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9728-5759>
Д.И. Жукова, salnik.dasha@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-2937-222X>
И.А. Захарова, zaharowa.inna2012@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-1139-1818>
Н.В. Ксенофонтова, natalka7486@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-9274-2581>
О.Л. Минакина, olgaminol@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7363-792X>
Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Россия

Аннотация. Цель: провести анализ наиболее значимых изменений в кардиореспираторной системе у реконвалесцентов COVID-19. **Материалы и методы.** В данное клиническое исследование было включено 34 исследуемых с диагнозом U07.1 и U07.2, согласно МКБ-10 и временным методическим рекомендациям Министерства здравоохранения Российской Федерации. **Результаты.** У пациентов после перенесенного COVID-19, несмотря на имеющуюся одышку при физической нагрузке, через полгода отмечались нормальные показатели, при проведении спирометрии. У всех исследуемых пациентов, одышка была вызвана детренированностью. **Заключение.** У пациентов после перенесенного COVID-19 одышка при физической нагрузке не всегда была ассоциирована с вентиляционными нарушениями. После COVID-19 одышка в большей степени вызвана детренированностью. Кардиореспираторное нагрузочное тестирование является методом, который способен выявить изменения в кардиореспираторной системе. Необходимо проводить кардиореспираторное нагрузочное тестирование через 6 месяцев после COVID-19, далее после проведения постковидной реабилитации.

Ключевые слова: кардиореспираторное нагрузочное тестирование, спирометрия, COVID-19

Для цитирования: Анализ выявления изменений в кардиореспираторной системе у реконвалесцентов COVID-19 / М.С. Бельснер, И.В. Гребнева, Д.И. Жукова и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2024. Т. 24, № 4. С. 149–156. DOI: 10.14529/hsm240419

Original article
DOI: 10.14529/hsm240419

CARDIORESPIRATORY CHANGES IN POST-COVID-19 PATIENTS

M.S. Belsner, mariika_04@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2295-609X>
I.V. Grebneva, grebneviv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9728-5759>
D.I. Zhukova, salnik.dasha@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-2937-222X>
I.A. Zakharova, zaharowa.inna2012@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-1139-1818>
N.V. Ksenofontova, natalka7486@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-9274-2581>
O.L. Minakina, olgaminol@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7363-792X>
South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia

Abstract. Aim. To investigate the most significant changes in the cardiorespiratory system among COVID-19 patients. **Materials and methods.** This study enrolled 34 subjects diagnosed with U07.1 and U07.2 according to ICD-10 and temporary guidelines of the Ministry of Health of the Russian Federation. **Results.** Our findings revealed that despite shortness of breath on exertion, patients with COVID-19 had

normal spirometric values six months after recovery. In all subjects, shortness of breath was induced by detraining. **Conclusion.** In patients with COVID-19, shortness of breath on exertion may not always correlate with ventilation disorders but is often induced by detraining. Cardiopulmonary exercise testing is a method of choice for the identification of cardiorespiratory diseases and should be performed 6 months after COVID-19 and following post-COVID rehabilitation.

Keywords: cardiorespiratory exercise testing, spirometry, COVID-19

For citation: Belsner M.S., Grebneva I.V., Zhukova D.I., Zakharova I.A., Ksenofontova N.V., Minakina O.L. Cardiorespiratory changes in post-COVID-19 patients. *Human. Sport. Medicine.* 2024;24(4):149–156. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm240419

Введение. В 2020 году весь мир столкнулся с распространением COVID-19. Последствия новой коронавирусной инфекции на организм изучаются в настоящее время. Влияние COVID-19 рассматривается как системное заболевание, затрагивающее не только дыхательную, но и сердечно-сосудистую, желудочно-кишечную, кроветворную и иммунную системы [11].

В связи с этим важно у лиц, перенесших диффузно-альвеолярное повреждение, ассоциируемое с COVID-19, в процессе его разрешения следить за динамикой состояния, в том числе – одышки. При сохранении или усугублении одышки следует проводить поиск её причин [10]. У реконвалесцентов часто отмечается необъяснимая одышка или утомляемость при физической нагрузке.

Патофизиологические нарушения в сердечно-легочной системе при хронических процессах приводят к характерным отклонениям, наблюдаемым во время динамических упражнений, в виде снижения аэробной мощности, снижения максимального потребления кислорода (VO_2 peak), повышения уровня вентиляционного эквивалента углекислого газа (VE/VCO_2 slope) [1]. Нагрузочные пробы не имеют специфичности в диагностике постковидного синдрома, но должны применяться для выявления и оценки выраженности функциональных нарушений сердечно-сосудистой и дыхательной систем, оценки эффективности проводимой терапии, а также прогноза заболевания. Выявлена слабая взаимосвязь (корреляция) между снижением физической работоспособности и нарушением легочной функции, которая наблюдается у ряда пациентов, перенёвших COVID-19 [10].

Кардиореспираторный нагрузочный тест (КРНТ, эргоспирометрия) – это проба с физической нагрузкой и одновременным анализом выдыхаемого воздуха, что позволяет максимально полно и объективно оценить реакции

ряда систем организма на нагрузку, а при наличии патологии выявить патофизиологическую причину ограничения физической работоспособности [5]. Кардиореспираторное нагрузочное тестирование предлагает уникальную, но все еще недостаточно используемую в клинической практике возможность одновременного изучения сердечно-легочных и метаболических изменений [2, 4].

У реконвалесцентов часто отмечается необъяснимая одышка или утомляемость при физической нагрузке, которые могут быть вызваны рядом различных факторов. Происходящие расстройства организма демонстрируют лишь слабую корреляцию с функциональными или визуализирующими тестами в покое, вследствие чего необходимо прибегать к тестам при нагрузке, данным видом диагностики является кардиореспираторный нагрузочный тест [9].

КРНТ может различать нормальную и ненормальную реакцию на физическую нагрузку и обычно определяет, какое из множества патофизиологических состояний по отдельности или в сочетании является ведущей причиной непереносимости физической нагрузки [13]. Следовательно, он повышает точность диагностики состояний пациентов, направляя более целенаправленно на их выявление и облегчая принятие решений о лечении, вследствие чего помогает выявить постковидные изменения. КРНТ должен быть одним из первых тестов, используемых для оценки непереносимости физической нагрузки у пациентов с различной патологией, перенесших COVID-19 [7, 12, 14].

Цель: провести анализ наиболее значимых изменений в кардио-респираторной системе у реконвалесцентов COVID-19.

Материалы и методы исследования. Работа выполнена на базе Челябинского областного консультативно-диагностического отделения для пульмонологических больных ОКБ № 3, перенесших COVID-19. В данное

клиническое исследование было включено 34 исследуемых с диагнозом U07.1 и U07.2, согласно МКБ-10 и временным методическим рекомендациям Министерства здравоохранения Российской Федерации [3]. Исследуемым было произведено КРНТ на базе программного обеспечения OMNIA 2016 года, производство Италия.

При анализе показателей, полученных в результате комплексного функционального исследования системы дыхания, были использованы должные значения для общей популя-

Результаты. Пациенты были разделены на 3 группы. Оценено наличие перенесенного COVID-19: без повреждения легочной ткани, с диффузно-альвеолярным поражением, ассоциируемым с COVID-19, со степенью повреждения по КТ. У пациентов, включенных в исследование, средний возраст их составлял 43,75 года (18–60 лет). После перенесенного заболевания у всех пациентов прошло больше 6 месяцев (табл. 1). Перед проведением диагностических тестов измерялись рост и масса тела (без обуви и верхней одежды).

Таблица 1
Table 1

Характеристика пациентов
Patient characteristics

Показатель Parameter	Общая группа General group	1-я группа Group 1	2-я группа Group 2	3-я группа Group 3
	n = 34	n = 11	n = 12	n = 11
Возраст, годы Age, years	43,75 (20–64)			
Пол / Sex, n				
мужской / male	17	5	8	4
женский / female	17	8	6	3
Рост, см / Height, cm	169 (163–178)	173 (163–178)	170 (163–178)	168 (163–178)
ИМТ, кг/м ² / BMI	30 (27–34)	30 (24–34)	31 (27–33)	31 (27–35)

ции, которые рассчитывались с помощью калькулятора по формулам Global Lung Function Initiative (GLI) (<http://gli-calculator.ersnet.org/>) с учетом антропометрических характеристик (пол, возраст и рост). Результаты выражались в процентах от должного значения (полученное значение / должное значение × 100 %)

Критерии включения в исследование:

- информированное согласие пациентов на участие в исследовании;
- подтвержденные лабораторные исследования COVID-19, проведенные с применением иммунохроматографических методов;
- возраст пациентов (мужчины и женщины от 18 до 60 лет).

Критерии исключения из исследования:

- несогласие пациентов на участие в исследовании;
- неконтролируемая артериальная гипертензия;
- деформирующий остеоартроз 2–3-й степени;
- оперативное лечение в анамнезе за последние 6 месяцев;
- хронические заболевания в стадии декомпенсации.

Как видно из представленных данных, в исследование было включено равное количество мужчин и женщин, в каждой группе было 17 человек. В группах пациенты были повышенного питания, что составило 65 % (ИМТ 27–28 кг/м²), ожирение 1-й степени (ИМТ 30–31 кг/м²) отмечалось у 29 %, в 6 % отмечалась нормальная масса тела (ИМТ 20–25 кг/м²).

КТ ОГК выполнялась по стандартной методике при постановке диагноза всем пациентам при поступлении в стационар (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Распределение по КТ повреждению
Distribution by CT damage

Показатель Parameter	Общая группа General group
	n = 34
КТ0 (0–25 %) / СТ0 (0–25 %)	11
КТ1 (0–25 %) / СТ1 (0–25 %)	12
КТ2 (26–50 %) / СТ2 (26–50 %)	11

Пациенты после перенесенного COVID-19 без пневмонии и с КТ 2-й степени составляли

по 32,5 %, повреждения КТ 1-й степени были у 35 %.

Всем обследуемым пациентам была проведена функция внешнего дыхания. Анализировались следующие параметры: форсированная спирометрия: форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за 1-ю секунду (ОФВ1), ОФВ1 / ФЖЕЛ (табл. 3).

В целом по группе показатели легочной вентиляции были в пределах нормы. С временным интервалом между выпиской из стационара и проведением функциональных исследований системы дыхания статистически значимых взаимосвязей не выявлено.

У всех исследуемых сохранялись жалобы на одышку при физической нагрузке, для выявления причин которых необходимо проведение КРНТ. При проведении кардиореспираторного нагрузочного тестирования основным показателем является аэробная выносливость, которая оцениваемая по двум главным показателям (табл. 4):

– максимальное потребление кислорода (VO_2max) референсным показателем: для мужчин – более 45 мл/кг/мин, для женщин – более 38 мл/кг/мин;

– анаэробный порог (АП) – уровень выделения CO_2 превышает потребление O_2 (см. табл. 4).

По полученным результатам теста максимальное потребление кислорода было снижено во всех группах. Анаэробный порог был достигнут в группе без пневмонии после перенесенного COVID-19, а одышка пациентов связана со снижением адаптационного потенциала к физической нагрузке.

Таким образом, у пациентов после перенесенного COVID-19, несмотря на имеющуюся одышку при физической нагрузке, через полгода отмечались нормальные показатели при проведении спирометрии.

Пациентов во время реабилитации необходимо разделять по выявленным нарушениям после проведения КРНТ:

1-я группа – снижение вентиляционных способностей;

2-я группа – наличие нарушений в работе сердечно-сосудистой системы;

3-я группа – пациенты со сниженной адаптацией к физической нагрузке.

Наиболее информативным, но еще мало применяющимся в практике является КРНТ. У всех исследуемых пациентов одышка была вызвана детренированностью.

Обсуждение. Кардиореспираторный нагрузочный тест позволяет оценить работу сердца и легких в условиях стресса, который может быть вызван при помощи различных

Таблица 3
Table 3

Показатели проведения спирометрии
Spirometry performance

Показатель / Parameter	Общая группа General group	1-я группа Group 1	2-я группа Group 2	3-я группа Group 3
n	n = 34	n = 11	n = 12	n = 11
ФЖЕЛ, % / FVC, %	87,9	90,9	86,1	86,7
ОФВ1, % / FEV1, %	91	89	93	92
ОФВ1/ФЖЕЛ, % / FEV1 / FVC, %	97	101	83	94

Таблица 4
Table 4

Показатели при проведении КРНТ
Indicators during CPET

Показатель / Parameter	1-я группа / Group 1	2-я группа / Group 2	3-я группа / Group 3
	n = 11	n = 12	n = 11
МПК* / МОС*	Снижено / Reduced	Снижено / Reduced	Снижено / Reduced
АП** / АТН**	Достигнут / Achieved	Не достигнут / Not achieved	Не достигнут / Not achieved

Примечание. * – максимальное потребление кислорода. Референсным показателем: для мужчин более 45 мл/кг/мин, для женщин более – 38 мл/кг/мин; ** – аэробный порог (АП) – уровень выделения CO_2 превышает потребление O_2 (табл. 4).

Note. * – maximum oxygen consumption (МПК; VO_2max). Reference values: more than 45 ml/kg/min (males); more than 38 ml/kg/min (females); ** – anaerobic threshold – CO_2 production exceeds O_2 consumption (Table 4).

нагрузочных протоколов, посредством измерения потребления кислорода и скорости выработки углекислого газа.

Для велоэргометрии предпочтительно использовать нагрузки возрастающей мощности, всем пациентам во время исследования был поставлен проток нагрузки 15 Вт. При этом в первые две минуты теста исследуемый вращает педали без какой-либо нагрузки, затем происходит ступенчатое увеличение нагрузки каждые 2 мин. Мощность повышается до тех пор, пока испытуемый в состоянии продолжать педалирование или по установленной программе. Вращение педалей происходит с постоянной скоростью – около 40–50 об./мин [8].

Работ по применению КРНТ после COVID-19 в доступной литературе недостаточно, но данную методику использовали авторы в своих исследованиях при различных состояниях. А.В. Черняк с соавт. в своей работе обсуждали вопросы методологии и интерпретации результатов КРНТ, а также обоснованность и необходимость проведения данного исследования не только в научных целях в специализированных лабораториях, но и в повседневной клинической практике. Авторы пришли к выводу, что КРНТ с возрастающей нагрузкой позволяет определить МПК и имеет большое значение для диагностики нарушений толерантности к физической нагрузке и механизмов, относящихся к этим нарушениям [10].

А.С. Красичков с соавт. в своем исследовании сообщили, что кардиопульмональный нагрузочный тест предоставляет значимую диагностическую и прогностическую информацию о состоянии больных с сердечно-сосудистыми и легочными заболеваниями. Существует серьезная проблема, состоящая в том, что выполнение нагрузочного тестирования испытуемым в его завершающей фазе является физически тяжелым упражнением для человека [6].

В своем исследовании Y. Razvi, D.E. Ladie сообщают, что часто упускаемый из виду и недостаточно используемый метод – КРНТ – дает богатую информацию о функциональном статусе пациента. В качестве динамического теста КРНТ может выявить заболевания сердца или легких у пациентов с незначительными отклонениями в диагностике (электрокардио-

граммы (ЭКГ), эхокардиография, спирометрия и т. д.) [15].

В статье Thomas Glaab, Christian Taube, говорится, что необъяснимая одышка или усталость при напряжении могут возникнуть из-за ряда основных расстройств и показывают лишь слабую корреляцию с функциональными или визуальными тестами в покое. КРНТ предлагает уникальную, но все еще недостаточно используемую и непризнанную возможность одновременно изучать сердечно-легочные и метаболические изменения. КРНТ может различать нормальную и аномальную реакцию на физические упражнения и обычно определяет, какое из нескольких патофизиологических состояний в одиночку или в комбинации является основной причиной непереносимости физических упражнений. Таким образом, он повышает точность диагностики и медицинское обслуживание пациентов, направляя более целенаправленную диагностику и облегчая принятие решений о лечении. Следовательно, КРНТ должен быть одним из ранних тестов, используемых для оценки непереносимости физических упражнений. Тем не менее этот тест требует конкретных знаний, и все еще существует серьезный информационный пробел для тех врачей, которые, в первую очередь, заинтересованы в том, чтобы научиться систематически анализировать и интерпретировать результаты КРНТ [13].

Одышка, которая выявлена в ходе исследования, не требовала дополнительного лечения. Необходимо рассмотреть изменения при проведении КРНТ в динамике после реализации реабилитационного лечения.

Выводы:

1. У пациентов после перенесенного COVID-19 одышка при физической нагрузке не всегда была ассоциирована с вентиляционными нарушениями.

2. После COVID-19 одышка в большей степени вызвана детренированностью.

3. Кардиореспираторное нагрузочное тестирование является методом, который способен выявить изменения в кардиореспираторной системе.

4. Необходимо проводить кардиореспираторное нагрузочное тестирование через 6 месяцев после COVID-19, далее после проведения постковидной реабилитации.

Список литературы

1. Ватутин, Н.Т. Современный взгляд на кардиопульмональное нагрузочное тестирование (обзор рекомендации ЕАСРР/АНА, 2016) / Н.Т. Ватутин, А.С. Смирнова, Е.С. Гасендич // *Arkhip* vnutrenney meditsiny. – 2017. – Vol. 7 (1). – P. 5–14.
2. Волков, В.В. Влияние скорости прироста нагрузки во время тестирования на ручном эргометре на максимальное потребление кислорода: систематический обзор / В.В. Волков, Р.В. Тамбовцева // *Соврем. вопросы биомедицины*. – 2024. – № 1. – С. 48–57. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_4
3. Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 18 (26.10.2023)» (утв. Минздравом России) (вместе с «Рекомендациями по описанию данных РГ и КТ ОГК», «Инструкцией по проведению диагностики COVID-19 с применением методов амплификации нуклеиновых кислот», «Инструкцией по проведению диагностики COVID-19 с применением иммунохимических методов», «Рекомендованными схемами лечения в амбулаторных условиях», «Рекомендованными схемами лечения в условиях стационара», «Инструкцией по соблюдению мер инфекционной безопасности для выездных бригад скорой медицинской помощи»). – 250 с.
4. Кардиореспираторные предикторы, обуславливающие аэробную производительность / В.А. Демидов, А.С. Назаренко, В.В. Демидова и др. // *Наука и спорт: современные тенденции*. – 2022. – № 2. – С. 6–14.
5. Маринич, В.В. особенности планирования тренировочного процесса спортсменов, переболевших коронавирусом / В.В. Маринич // *Здоровье для всех*. – 2022. – № 1. – С. 15–19.
6. Метод прогнозирования основных показателей кардиопульмонального нагрузочного тестирования для больных с хронической сердечной недостаточностью / А.С. Красичков, Э. Мбазумтима, Ф. Шикама, Е.М. Нифонтов // *Изв. высш. учеб. заведений России. Радиоэлектроника*. – 2020. – № 23 (1). – С. 96–104.
7. Нененко, О.И. Нагрузочные пробы в диагностике пылевой патологии органов дыхания / О.И. Нененко, П.В. Серебряков, Е.А. Денисова // *Здравоохранение РФ*. – 2021. – № 4. – С. 384–387.
8. Редькина, И.Н. Постковидный синдром с позиции кардиоваскулярных нарушений / И.Н. Редькина, Л.А. Суплотова, М.И. Бессонова // *Мед. совет*. – 2022. – № 16 (18). – С. 141–146. DOI: 10.21518/2079-701X-2022-16-18-141-146
9. Функциональные изменения системы дыхания у пациентов / А.В. Черняк, Н.А. Карчевская, О.И. Савушкина и др. // *Пульмонология*. – 2023. – № 36 (4). – С. 523–535.
10. Функциональные изменения системы дыхания у пациентов, перенесших COVID-19-ассоциированное поражение легких / А.В. Черняк, Н.А. Карчевская, О.И. Савушкина и др. // *Пульмонология*. – 2022. – № 32 (4). – С. 558–567.
11. COVID-19 как причина хронической легочной гипертензии: патофизиологическое обоснование и возможности инструментальной диагностики / Е. Кобелев, Т.А. Берген, А.Р. Таркова и др. // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. – 2021. – № 20 (5). – С. 28–44.
12. Evaluation of impairment/disability secondary to respiratory disorders / *American Thoracic Society*. – *Am Rev Respir Dis*, 2020. – (Patient Education Series).
13. Glaab, T. Practical guide to cardiopulmonary exercise testing in adults / T. Glaab, C. Taube // *Respir Res*. – 2022. – Vol. 23, No. 9. DOI: 10.1186/s12931-021-01895-6
14. Long-term clinical outcomes in survivors of severe acute respiratory syndrome and Middle East respiratory syndrome coronavirus outbreaks after hospitalisation or ICU admission: A systematic review and meta-analysis / H. Ahmed, K. Patel, D.C. Greenwood et al. // *J Rehabil Med*. – 2020. – Vol. 31, No. 52 (5). – jrm00063. DOI: 10.2340/16501977-2694
15. Razvi, Y. Cardiopulmonary Exercise Testing / Y. Razvi, D.E. Ladie // *StatPearls 2023*. – *Treasure Island (FL): StatPearls Publ.*, 2024. – PMID: 32491809.

References

1. Vatutin N.T., Smirnova A.S., Gasendich E.S. *Sovremennyy vzglyad na kardiopul'monal'noye nagruzochnoye testirovaniye* [Modern View on Cardiopulmonary Exercise Testing]. *Arkhiv" vnutrenney meditsiny*, 2017, vol. 7 (1), pp. 5–14.
2. Volkov V.V., Tambovtseva R.V. [Effect of the Rate of Load Increase During Testing on a Manual Ergometer on Maximum Oxygen Consumption. A Systematic Review]. *Sovremennyye voprosy biomeditsiny* [Modern Issues of Biomedicine], 2024, no. 1, pp. 48–57. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_4
3. Temporary Guidelines “Prevention, Diagnosis and Treatment of a New Coronavirus Infection (COVID-19). Version 18 (10.26.2023)” (approved by the Ministry of Health of the Russian Federation) (together with “Recommendations for the Description of RG and CT data of the chest”, “Instructions for the Diagnosis of COVID-19 Using Nucleic Acid Amplification Methods”, “Instructions for the Diagnosis of COVID-19 Using Immunochemical Methods”, “Recommended Treatment Regimens in Outpatient Settings”, “Recommended Treatment Regimens in a Hospital Setting”, “Instructions for Compliance with Infection Safety Measures for Ambulance Teams”). 250 p.
4. Demidov V.A., Nazarenko A.S., Demidova V.V. et al. [Cardiorespiratory Predictors that Determine Aerobic Performance]. *Nauka i sport: sovremennyye tendentsii* [Science and Sport. Modern Trends], 2022, no. 2, pp. 6–14. (in Russ.)
5. Marinich V.V. [Features of Planning the Training Process of Athletes Who Have Recovered from Coronavirus]. *Zdorov'ye dlya vsekh* [Health for Everyone], 2022, no. 1, pp. 15–19. (in Russ.)
6. Krasichkov A.S., Mbazumutima E., Shikama F., Nifontov E.M. [Method for Predicting the Main Indicators of Cardiopulmonary Exercise Testing for Patients with Chronic Heart Failure]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy Rossii* [News of Higher Educational Institutions of Russia. Radio Electronics], 2020, no. 23 (1), pp. 96–104. (in Russ.) DOI: 10.32603/1993-8985-2020-23-1-96-104
7. Nenenko O.I., Serebryakov P.V., Denisova E.A. [Load Tests in the Diagnosis of Dust Pathology of the Respiratory Organs]. *Zdravookhraneniye RF* [Healthcare of the Russian Federation], 2021, no. 4, pp. 384–387. (in Russ.) DOI: 10.47470/0044-197X-2021-65-4-384-387
8. Redkina I.N., Suplotova L.A., Bessonova M.I. [Post-COVID Syndrome from the Standpoint of Cardiovascular Disorders]. *Meditsinskiy sovet* [Medical Council], 2022, no. 16 (18), pp. 141–146. DOI: 10.21518/2079-701X-2022-16-18-141-146
9. Chernyak A.V., Karchevskaya N.A., Savushkina O.I. et al. [Functional Changes in the Respiratory System in Patients]. *Pul'monologiya* [Pulmonology], 2023, no. 36 (4), pp. 523–535. (in Russ.)
10. Chernyak A.V., Karchevskaya N.A., Savushkina O.I. et al. [Functional Changes in the Respiratory System in Patients who have Suffered COVID-19-associated Lung Damage]. *Pul'monologiya* [Pulmonology], 2022, no. 32 (4), pp. 558–567. (in Russ.) DOI: 10.18093/0869-0189-2022-32-4-558-567
11. Kobelev E., Bergen T.A., Tarkova A.R. et al. [COVID-19 as a Cause of Chronic Pulmonary Hypertension. Pathophysiological Rationale and Possibilities of Instrumental Diagnostics]. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika* [Cardiovascular Therapy and Prevention], 2021, no. 20 (5), pp. 28–44. (in Russ.) DOI: 10.15829/1728-8800-2021-2844
12. *Evaluation of Impairment/disability Secondary to Respiratory Disorders*. American Rev Respiratory Dis, 2020. Patient Education Series.
13. Glaab T., Taube C. Practical Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults. *Respiratory Research*, 2022, vol. 23, no. 9. DOI: 10.1186/s12931-021-01895-6
14. Ahmed H., Patel K., Greenwood D.C. et al. Long-term Clinical Outcomes in Survivors of Severe Acute Respiratory Syndrome and Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus Outbreaks After Hospitalisation or ICU Admission: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal Rehabilitation Medicine*, 2020, vol. 31, no. 52 (5), jrm00063. DOI: 10.2340/16501977-2694
15. Razvi Y., Ladie D.E. Cardiopulmonary Exercise Testing. *StatPearls 2023*. Treasure Island (FL): StatPearls Publ., 2024.

Информация об авторах

Бельснер Мария Сергеевна, кандидат медицинских наук, врач-эндокринолог, доцент, Институт пульмонологии, Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Россия.

Гребнева Ирина Викторовна, кандидат медицинских наук, врач-пульмонолог, доцент, Институт пульмонологии, Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Россия.

Жукова Дарья Игоревна, врач-терапевт, старший лаборант, Институт пульмонологии, Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Россия.

Захарова Инна Александровна, доктор медицинских наук, врач-пульмонолог, ассистент, Институт пульмонологии, Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Россия.

Ксенофонтова Наталья Валерьевна, врач-терапевт, старший лаборант, Институт пульмонологии, Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Россия.

Минакина Ольга Леонидовна, кандидат медицинских наук, врач – аллерголог-пульмонолог, доцент, Институт пульмонологии, Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Россия.

Information about the authors

Maria S. Belsner, Candidate of Medical Sciences, Endocrinologist, Associate Professor, Institute of Pulmonology, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia.

Irina V. Grebneva, Candidate of Medical Sciences, Pulmonologist, Associate Professor, Institute of Pulmonology, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia.

Daria I. Zhukova, General Practitioner, Senior Laboratory Assistant, Institute of Pulmonology, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia.

Inna A. Zakharova, Doctor of Medical Sciences, Pulmonologist, Assistant, Institute of Pulmonology, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia.

Natalya V. Ksenofontova, General Practitioner, Senior Laboratory Assistant, Institute of Pulmonology, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia.

Olga L. Minakina, Candidate of Medical Sciences, Allergist-Pulmonologist, Associate Professor, Institute of Pulmonology, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia.

Вклад авторов:

Бельснер М.С. – постановка проблемы, разработка концепции статьи.

Гребнева И.В. – табличное представление результатов.

Жукова Д.И. – сбор статистических данных.

Захарова И.А. – описание результатов и формирование выводов исследования.

Ксенофонтова Н.В. – критический анализ литературы.

Минакина О.Л. – выборка пациентов, соответствующих критерию исследования.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

Belsner M.S. – problem statement, development of the concept of the article.

Grebneva I.V. – tabular presentation of the results.

Zhukova D.I. – collection of statistical data.

Zakharova I.A. – description of the results and formation of conclusions of the study.

Ksenofontova N.V. – a critical analysis of literature.

Minakina O.L. – a sample of patients who meet the criteria of the study

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.03.2024

The article was submitted 10.03.2024