

«ПОРТРЕТ» ПАЦИЕНТА, ПЕРЕНЕСШЕГО КОРОНАВИРУСНУЮ ИНФЕКЦИЮ

Е.А. Праскурничий^{1, 2*}, О.С. Орлова³

¹ ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами
Президента РФ, Москва

² ФГБУ ГНЦ «Федеральный медико-биологический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, Москва

³ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»
МЗ РФ, Москва

A «PORTRAIT» OF A PATIENT WITH CORONAVIRUS INFECTION

E.A. Praskurnichiy^{1, 2*}, O.S. Orlova³

¹ Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

² Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

³ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia

* E-mail: praskurnichey@mail.ru

Аннотация

Введение. Постковидный синдром (ПКС) может развиваться у любого пациента, перенесшего инфекцию, вызванную коронавирусом SARS-CoV-2, независимо от тяжести заболевания. Клиническая картина постковидного синдрома весьма разнообразна, но наиболее распространенными его проявлениями выступают астенические симптомы, тревожно-депрессивные расстройства, признаки поражения бронхолегочной и сердечно-сосудистой систем.

Цель исследования — оценить клинико-функциональные проявления постковидного синдрома и определить подходы к дальнейшему лечению.

Материалы и методы. В исследование вошли 113 пациентов, перенесших коронавирусную инфекцию и прошедших комплексное обследование, включающее анкетирование, лабораторную и инструментальную диагностику. Кроме того, в рамках статьи авторами анализируется ряд медицинских исследований и работ по характеристике клинико-патогенетических особенностей ПКС.

Результаты и обсуждение. Отмечено преобладание астенических проявлений в постковидный период, не зависящих от пола и возраста пациентов. Среди сопутствующих заболеваний выявлено преобладание сердечно-сосудистой патологии. Значимыми оказались изменения диффузионной способности легких и неравномерности легочной вентиляции в сравнении с показателями спирометрии. Проведено сопоставление результатов собственного исследования с рядом медицинских работ, получены схожие результаты.

Заключение. В результате проведенного анализа обоснованы основные подходы для построения стратегии лечения пациентов с ПКС.

Ключевые слова: COVID-19, SARS-CoV-2, постковидный синдром, депрессия, диффузионная способность легких, неравномерность легочной вентиляции.

Abstract

Introduction. The post-COVID syndrome (PCS) can develop in any patient who has had an infection caused by SARS-CoV-2, regardless of the disease severity. The clinical picture of post-COVID syndrome is very diverse, but its most common manifestations are asthenic symptoms, anxiety and depressive disorders, signs of damage of the bronchopulmonary and cardiovascular systems.

Purpose. To assess clinical and functional manifestations of post-COVID syndrome and to determine ways of care.

Material and methods. 113 patients, who survived coronavirus infection, were taken in the trial and were thoroughly examined including questionnaires, laboratory and instrumental diagnostics. In addition, the authors have analyzed findings of some medical researches and publications which characterize clinical and pathogenetic signs specific for PCS.

Results and discussion. Asthenic manifestations in the post-COVID stage were found to be predominant regardless of patients' gender and age. In concomitant diseases, cardiovascular pathology was predominant. Significant were changes in the diffusion capacity of lungs and uneven ventilation if to compare to spirometry indices. Findings of the present study are comparable to those in other medical trials.

Conclusion. The obtained results can substantiate basic approaches to constructing the strategy for the treatment of patients with PCS.

Key words: COVID-19, SARS-CoV-2, post-COVID syndrome, depression, lung diffusion capacity, uneven pulmonary ventilation.

Ссылка для цитирования: Праскурничий Е.А., Орлова О.С. Портрет пациента, перенесшего коронавирусную инфекцию. Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2022; 2: 5–11

Введение

Взгляды медицинского сообщества за время эпидемии коронавирусной инфекции претерпевали определенные изменения, которые выражались в пересмотре первоначальной оценки инфекции, связанной с вовлечением главным образом дыхательной системы, и характеристике ее в дальнейшем как процесса с системным и гетерогенным поражением организма в остром и постковидном периодах. В условиях пандемии коронавирусной инфекции специалисты здравоохранения столкнулись с рядом новых проблем, одной из которых является постковидный синдром (ПКС). У многих людей, перенесших коронавирусную инфекцию SARS-CoV-2, симптомы могут сохраняться длительное время, значительно влияя на качество жизни и работоспособность. Подобные факты характеризуют ПКС как социально значимое заболевание, что требует динамического наблюдения за больными и разработки реабилитационных программ. ПКС — серьезная проблема не только конкретного человека, но и мирового сообщества на современном этапе, затрагивающая различные сферы жизни и разные отрасли государственного управления.

Цель исследования — анализ клинико-функциональных проявлений ПКС — в формировании так называемого портрета пациента в постковидном периоде болезни на основе собственных данных и результатов экспериментальных, статистических исследований для разработки подходов к оптимизации терапевтического лечения ПКС.

Материалы и методы

В качестве материалов для исследования использовали собственные результаты, а также результаты других экспериментальных и статистических исследований, в частности Т. Greenhalgh и соавт. [1], Е. Amenta и соавт. [2], А. Carfi и соавт. [3], С. Huang и соавт. [4], М. Tenforde и соавт. [5], В. Van den Borst и соавт. [6]. Проведены аналитико-синтетическая обработка медицинских данных и текстов клинических исследований, а также их сравнение и обобщение.

Исследование проводилось на базе поликлиники № 2 ФГБУ «Федеральный клинический центр высоких медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства Российской Федерации (ФКЦ ВМТ ФМБА России). Нами было проведено обследование 113 амбулаторных пациентов, перенесших коронавирусную инфекцию и обратившихся на прием к терапевту. Всем пациентам выполняли пульсоксиметрию с измерением сатурации SpO₂, пробу Штанге, анкетирование по различным жалобам, оценку шкалы одышки mMRC. У 63 пациентов кроме вышеуказанных исследований применяли дополнительные методы диагностики. Использовали шкалы депрессии Гамильтона (HRDS), Гессенского адаптированного опросника, производили взятие лабораторных показателей (D-димер; общий холестерин; липопротеиды высокой, низкой и очень низкой плотности; ферритин; гликированный гемоглобин); выполняли форсированную спирометрию (оценка жизненной

Таблица 1

Инициальные характеристики пациентов, включенных в исследование (n = 113)

Параметр	Значение
Мужчины, %	46.0
Женщины, %	54.0
Возраст, Ме [LQ; UQ] лет	61.0 [55.0; 66.0]
SpO ₂ , %	96.0
Проба Штанге, Ме [LQ; UQ] секунд	35.0 [30.0; 41.0]
неудовлетворительное состояние — менее 30 секунд, %	24.0
удовлетворительное состояние — 30–40 секунд, %	41.0
хорошее состояние — 40–60 секунд, %	28.0
отличное состояние — более 60 секунд, %	7.0
Количество суток от постановки диагноза, Ме [LQ; UQ] дней	65.0 [39.5; 87.0]
Процент поражения легких, Ме [LQ; UQ] %	35.0 [25.0; 45.0]
Артериальная гипертензия, %	87.0
Ишемическая болезнь сердца, %	28.0
Сахарный диабет, %	7.0
Гликированный гемоглобин, %	5.8
D-димер, Ме [LQ; UQ] нг/мл	443.5 [336.8; 617.2]
<i>Мужчины</i>	
ниже 440 нг/мл, %	50.0
выше 440 нг/мл, %	50.0
<i>Женщины</i>	
ниже 440 нг/мл, %	50.0
выше 440 нг/мл, %	50.0
Общий холестерин	
более 4,5 ммоль/л, %	20.0
менее 4,5 ммоль/л, %	80.0
Липопротеиды высокой плотности	
<i>Мужчины</i>	
менее 1 ммоль/л, %	22.0
более 1 ммоль/л, %	78.0
<i>Женщины</i>	
менее 1 ммоль/л, %	11.0
более 1 ммоль/л, %	89.0
Липопротеиды низкой плотности	
менее 3 ммоль/л, %	33.0
более 3 ммоль/л, %	67.0
Липопротеиды очень низкой плотности	
менее 1,05 ммоль/л, %	80.0
более 1,05 ммоль/л, %	20.0
Ферритин	
<i>Мужчины</i>	
менее 240 нг/мл, %	72.0
более 240 нг/мл, %	28.0
<i>Женщины</i>	
менее 120 нг/мл, %	63.0
более 120 нг/мл, %	37.0
Среднее значение дневной частоты сердечных сокращений по данным Холтер ЭКГ, М ± SD ударов в минуту	80 ± 7.1
Среднее значение ночной частоты сердечных сокращений по данным Холтер ЭКГ, М ± SD ударов в минуту	65.5 ± 8.9
Циркадный ритм, Ме [LQ; UQ]	1.21 [1.12; 1.27]
Циркадный ритм менее 1.24, %	56
LCI от должного, Ме [LQ; UQ] %	120.0 [109.0; 134.5]
менее 90%, %	6.0
110–90%, %	20.0
120–110%, %	20.0
140–120%, %	33.0
более 140%, %	21.0
ЖЕЛ	
менее 80%, %	32.0
более 80%, %	68.0
ОФВ1	
менее 80%, %	15.0
более 80%, %	85.0
Индекс Тиффно, Ме [LQ; UQ] %	79.2 [73.9; 84.6]
менее 70%, %	10.0
более 70%, %	90.0
DLCO от должного, М ± SD %	74.4 ± 17.3
менее 40%, %	2.0
40–50%, %	5.0
50–60%, %	12.0
60–70%, %	21.0
70–80%, %	19.0
80–90%, %	16.0
более 90%, %	25.0
Баллы шкалы Гамильтона, Ме [LQ; UQ] баллов	16.0 [14.0; 17.0]
0–7 баллов, %	4.0
8–13 баллов, %	17.0
14–18 баллов, %	65.0
19–22 балла, %	9.0
более 23 баллов, %	5.0
Балл общих жалоб по Гиссенскому адаптированному опроснику соматических жалоб, М ± SD баллов	21.2 ± 6.1
Балл жалоб истощения по Гиссенскому адаптированному опроснику соматических жалоб, Ме [LQ; UQ] баллов	14.0 [12.0; 15.0]
Балл желудочных жалоб по Гиссенскому адаптированному опроснику соматических жалоб, Ме [LQ; UQ] баллов	1.0 [1.0; 3.0]
Балл ревматических жалоб по Гиссенскому адаптированному опроснику соматических жалоб, Ме [LQ; UQ] баллов	2.0 [1.0; 4.0]
Балл сердечных жалоб по Гиссенскому адаптированному опроснику соматических жалоб, Ме [LQ; UQ] баллов	2.0 [2.0; 3.0]

емкости легких (ЖЕЛ), объема форсированного выдоха за первую секунду, индекса Тиффно), измерение диффузионной способности легких по монооксиду углерода (DLCO), оценку неравномерности легочной вентиляции (LCI) методом вымывания азота при множественном дыхании на аппарате Easy-One Pro (NDD Medizintechnik AG, Швейцария), суточный мониторинг электрокардиограммы (ЭКГ) по Холтеру на комплексе суточного мониторирования ЭКГ МН-02-8 (Валента, Россия).

Статистическую обработку результатов проводили средствами языка Питон (Python 3.8). Для расчетов были использованы встроенные функции из модулей Statsmodels.api и Scipy. Количественные показатели оценивали на предмет соответствия нормальному распределению, для этого был использован критерий Шапиро – Уилка. В случае описания количественных показателей, имеющих нормальное распределение, проводили расчет средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD). При сравнении средних величин в нормально распределенных совокупностях количественных данных рассчитывали t-критерий Стьюдента. Совокупности количественных показателей, распределение которых отличалось от нормального, описывались при помощи значений медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей [LQ; UQ]. Для изучения взаимосвязи между явлениями, представленными количественными данными, использовали непараметрический метод – расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена (Rs).

Результаты

В группу исследования вошли 52 мужчины и 61 женщина, средний возраст которых составил 61 год, медиана количества суток от момента постановки диагноза составила 65, процент поражения легочной ткани на момент постановки диагноза, по данным компьютерной томографии (КТ), составлял в среднем $35 \pm 10\%$. Артериальная гипертензия являлась самым распространенным коморбидным заболеванием и регистрировалась у 87% пациентов. У 30% больных после перенесенной коронавирусной инфекции требовалась коррекция антигипертензивной терапии в виде увеличения числа и дозы препаратов. Напротив, 10% пациентов отказывались принимать ранее назначенные антигипертензивные препараты в связи

с развитием артериальной гипотензии после манифестации COVID-19.

Пациенты, обратившиеся в поликлинику № 2 ФГБУ ФКЦ ВМТ ФМБА России, отмечали разнообразные жалобы: слабость – 100%, утомляемость – 95%, нарушение толерантности к физическим нагрузкам – 92%, сухой кашель – 50%, дыхательный дискомфорт – 60%, перебои в работе сердца – 17%, нарушения сна – 10%, потливость – 28%. Средний балл одышки по шкале mMRC составлял 2.2. Все базовые характеристики пациентов приведены в табл. 1.

Выраженность жалоб на слабость, нарушение толерантности к физической нагрузке, утомляемость, бессонницу, перебои в работе сердца, потливость, сухой кашель не была ассоциирована с возрастом, процентом поражения легочной ткани, полом пациентов.

Анализ результатов шкалы Гамильтона у наблюдаемых пациентов выявил преобладание легкой и умеренно выраженной депрессии. Не получено достоверной корреляции суммы баллов, набранной пациентами по шкале Гамильтона, с полом, возрастом, процентом поражения легочной ткани по данным КТ и с продолжительностью заболевания (количеством суток от момента постановки диагноза).

При анализе жалоб по Гиссенскому адаптированному опроснику выявлено преобладание жалоб, связанных с общим самочувствием, астеническими проявлениями. При этом не отмечена достоверная корреляция жалоб с возрастом пациентов, процентом поражения легких по данным КТ на момент острой инфекции, продолжительностью заболевания. Отмечена слабая связь с жалобами на суставной синдром у женщин и возрастом ($p < 0.001$, $p = 0.002$ соответственно).

В ходе анализа также выявлена обратная слабая корреляционная связь между пробой Штанге и возрастом ($p = 0.004$), при этом более низкие показатели пробы наблюдались у женщин ($p = 0.004$). Не выявлено зависимости пробы Штанге от количества суток с момента постановки диагноза и от процента поражения легочной ткани по данным КТ во время острого периода инфекции. Выявлена прямая значительная связь между пробой Штанге и ЖЕЛ ($p < 0.001$), умеренная связь с показателем DLCO% ($p = 0.01$).

При анализе корреляций SpO_2 продемонстрирована ее значительная обратная связь с про-

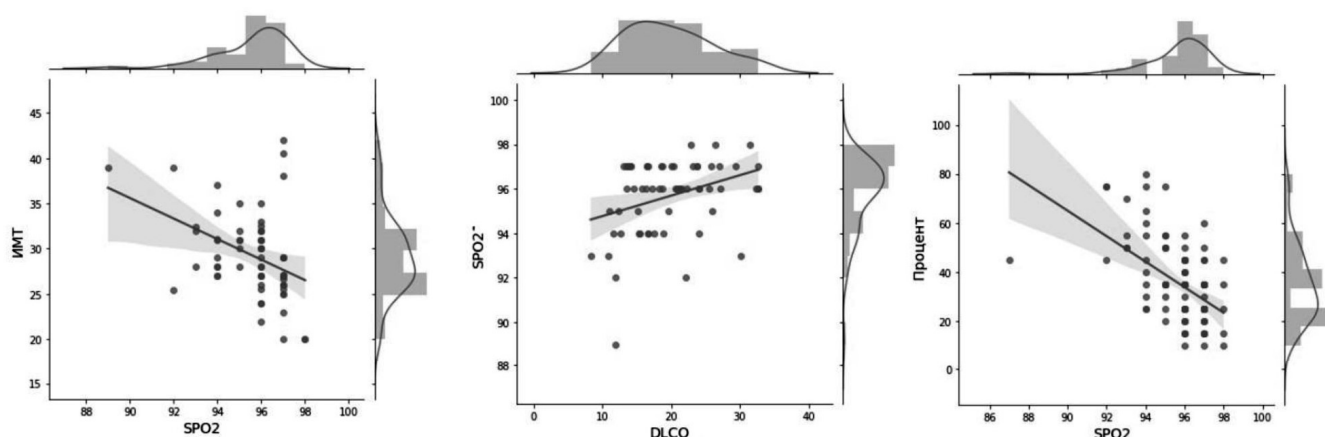


Рис. 1. Корреляционная связь между насыщенностью кислорода, индексом массы тела, процентом поражения легочной ткани на момент постановки диагноза, DLCO%

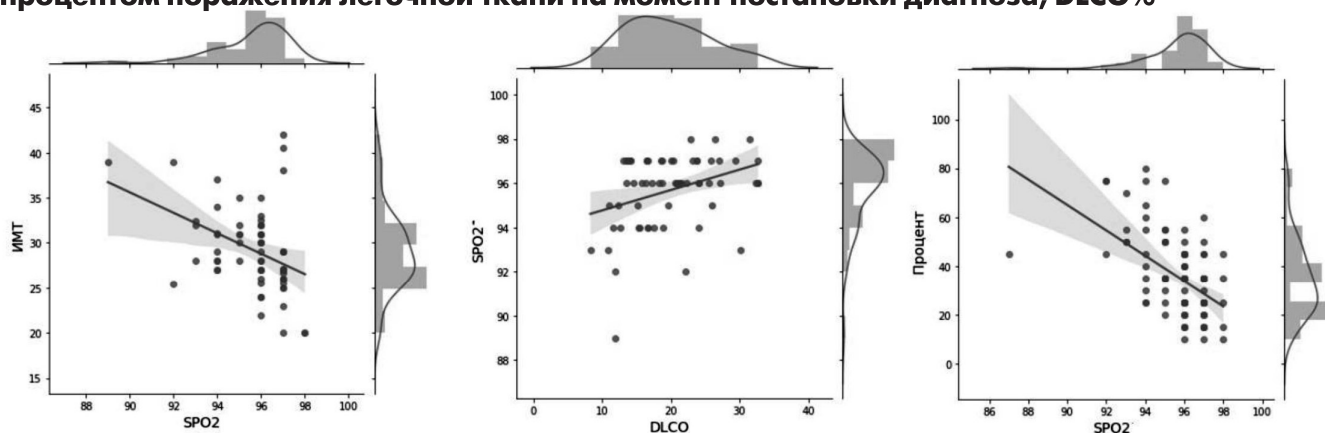


Рис. 2. Корреляционная связь DLCO% с возрастом, полом, процентом поражения легочной ткани

центом поражения легочной ткани по данным КТ в острый период заболевания ($p < 0.001$), умеренная — с индексом массы тела (ИМТ) ($p < 0.001$) и слабая корреляция — с возрастом и DLCO% ($p = 0.003$ и $p = 0.01$ соответственно) (рис. 1).

При анализе данных по шкале одышки mMRC выявлена значительная обратная связь с SpO_2 ; умеренная связь с процентом поражения легочной ткани по данным КТ в острый период заболевания, слабая прямая связь с возрастом пациентов. Не выявлено достоверности корреляционной связи с количеством суток от момента постановки диагноза и с полом пациентов.

По данным спирометрического исследования, рестриктивные изменения были выявлены у 32% пациентов, обструктивные изменения — у 10% пациентов. При корреляционном анализе отмечена достоверная обратная связь ЖЕЛ% с ИМТ ($p = 0.05$), процентом поражения легочной ткани по данным КТ ($p = 0.007$), возрастом пациентов ($p < 0.001$) и прямая связь с процентом насыщения крови кислородом ($p < 0.004$).

Анализ диффузионной способности легких, определяемой методом единичного вдоха по монооксиду углерода на аппарате EasyOnePro lab, выявил снижение DLCO ниже 80% у 59% пациентов. Получена обратная корреляционная связь DLCO% с процентом поражения легочной ткани по данным КТ на момент острой инфекции ($p = 0.002$), прямая — с ЖЕЛ% ($p = 0.004$), не было получено достоверной связи с возрастом, полом, количеством суток от момента заболевания (рис. 2).

У 74% пациентов была выявлена неравномерность легочной вентиляции (LCI) методом вымывания азота при множественном дыхании. Показатель LCI% обладал прямой корреляцией с процентом поражения легочной ткани по данным КТ, обратной — с ЖЕЛ% ($p = 0.04$, $p = 0.035$ соответственно).

Обсуждение

ПКС был впервые определен Т. Greenhalgh и соавт. [1] как заболевание, связанное с коронавирусной инфекцией и продолжающееся более трех недель после появления его симптомов. Е.М. Amenta и соавт. [2], классифи-

цируя постковидные проявления, выделили остаточные симптомы, которые сохраняются после выздоровления от острой инфекции; органную дисфункцию, которая сохраняется после первоначального выздоровления; новые симптомы или синдромы, которые развиваются после первоначальной бессимптомной формы или легкого течения. Заболеваемость ПКС в целом составляет 10–35%, в то время как для госпитализированных пациентов она может достигать 85% [7]. Клиническая картина ПКС очень разнообразна. Усталость — наиболее распространенный симптом после коронавирусной инфекции, частота которого среди госпитализированных пациентов составляет от 17.5 до 72%, а длительность в некоторых случаях превышает 7 месяцев после начала болезни. До 40% больных, госпитализированных с коронавирусной инфекцией, в течение 2–4 месяцев после выписки отмечают снижение толерантности к физической нагрузке [7]. Также у больных с ПКС могут отмечаться эмоциональные нарушения, такие как тревога и депрессия, выявляемые у 40% пациентов даже через 6 месяцев после перенесенной инфекции. Однако одним из крайне важных и инвалидизирующих симптомов ПКС является развитие когнитивного дефицита, частота которого, по данным некоторых исследований, достигает 80%. Исследование функции легких показывает рестриктивный и обструктивный характер изменений со сниженным остаточным объемом легких, уменьшенной диффузионной способностью легких по монооксиду углерода, изменение индекса легочного клиренса [8].

Полученные в нашем исследовании результаты соотносятся с рядом исследований других авторов. Один из первых отчетов по этой теме был получен 9 июля 2020 г., в исследовании приняли участие 143 пациента из Италии, которые находились под наблюдением в течение 2 месяцев после выписки [3]. У 87% пациентов в этом наблюдении был хотя бы один постоянный симптом (чаще всего — утомляемость и одышка), а снижение качества жизни наблюдалось в этом исследовании у 44.1% пациентов [3]. Два более поздних отчета представили аналогичные результаты: телефонный опрос, проводившийся с апреля по июнь 2020 г. в 13 штатах США, показал, что 35% пациентов с COVID-19 не

вернулись к своему обычному состоянию здоровья [5]. В голландском трехмесячном наблюдении за 126 пациентами, стратифицированными по начальной тяжести COVID-19, даже у 27 пациентов с легкой формой заболевания и у 51 пациента с инфекцией средней тяжести наблюдался набор симптомов такой же степени выраженности, как и у пациентов с тяжелыми и критическими формами COVID-19 [4]. В ряде проводимых работ также были выявлены преобладающие отклонения DLCO и LCI над показателями спирометрии [8, 9].

Эти исследования, как и множество последующих, изучающих отдаленные проявления COVID-19, несмотря на малый размер выборки, отличаются крайней новизной и помогают решать острую медицинскую проблему на основе активно собираемых данных. Однако уже сегодня очевидно, что потребуются многолетний опыт наблюдения за пациентами после перенесенной коронавирусной инфекции, чтобы в полном объеме понять связанные с ней последствия. Подход к лечению должен быть индивидуальным в соответствии с группой клинических признаков и симптомов. Своевременное диспансерное наблюдение, включающее анкетирование, лабораторную и инструментальную диагностику, позволит в ранние сроки выявить изменения, подлежащие коррекции.

С учетом распространенности жалоб на депрессивные проявления, апатию пациенты по возможности должны получать психологическую поддержку. Модификация образа жизни, снижение веса также являются неотъемлемой частью восстановления после перенесенной коронавирусной инфекции. Пациенты с сердечной патологией должны находиться под пристальным наблюдением терапевта и кардиолога с целью компенсации имеющихся патологий и предотвращения атеротромботических катастроф.

Для пациентов с сохраняющимися симптомами нарушений дыхательной системы, сниженной сатурацией кислорода, астеническими проявлениями рекомендуется применение методов, направленных на улучшение газообменных функций, микроциркуляции. Таким методом может стать гипербарическая оксигенация, учитывая успешное применение этого метода в остром периоде коронавирусной инфекции [10, 11].

Распространение коронавирусной инфекции с вовлечением широких слоев населения, рост числа переболевших инфекцией, вызванной вирусом SARS-CoV-2, и высокая распространенность постковидных

нарушений свидетельствуют о необходимости поиска возможных методов их лечения и реабилитации. У больных, перенесших коронавирусную инфекцию в легкой форме, в отдаленном периоде наиболее часто отмечаются астенические, когнитивные и тревожные расстройства, снижение диффузионной способности легких. Как было отмечено выше, это определяет ПКС как социально значимое заболевание и требует динамического наблюдения больных и разработки реабилитационных программ. На данный момент имеются различные точки зрения относительно лечения ПКС, но все специалисты приходят к мнению, что нельзя игнорировать данный синдром, так как это чревато серьезными последствиями для здоровья пациентов в последующем.

Заключение

Формирование ПКС практически у всех пациентов, перенесших инфекцию, вызванную коронавирусом SARS-CoV-2, в том числе и в легкой форме, и при бессимптомном течении заболевания, необходимо учитывать при ведении данной категории пациентов. Проявления ПКС не зависят от пола и возраста пациентов. Их разнообразие встречается как у лиц молодого возраста, так и у лиц старших возрастных групп. Самыми распространенными жалобами являются астенические проявления как у мужчин, так и у женщин всех возрастов. Артериальная гипертензия является самой распространенной сопутствующей патологией у пациентов, перенесших инфекцию, вызванную коронавирусом SARS-CoV-2.

У пациентов в постковидном периоде преобладают изменения диффузионной способности легких и неравномерности легочной вентиляции (указывающей на поражение дистальных отделов дыхательных путей) над показателями спирометрии, что необходимо учитывать при обследовании пациентов. При этом стойкость изменений диффузионной способности легких и неравномерности легочной вентиляции зависит от степени поражения легочной ткани в период острой инфекции.

Литература

- Greenhalgh T. et al. Management of post-acute COVID-19 in primary care // *BMJ*. — 2020. — V. 370. — P. m3026.
- Amenta E. et al. Post-acute COVID-19: an overview and approach to classification // *Open Forum Infect Dis*. — 2020. — V. 7. — № 12. — P. ofaa509.
- Carfi A. et al. Persistent symptoms in patients after acute COVID-19 // *JAMA*. — 2020. — V. 324. — № 6. — P. 603–605.
- Huang C. et al. 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study // *Lancet*. — 2021. — V. 397. — № 10270. — P. 220–232.
- Tenforde M. et al. Symptom duration and risk factors for delayed return to usual health among outpatients with COVID-19 in a Multistate Health Care Systems Network — United States, March–June 2020 // *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. — 2020. — V. 69. — № 30. — P. 993–998.
- Van den Borst B. et al. Comprehensive health assessment three months after recovery from acute COVID-19 // *Clin Infect Dis*. — 2020. — V. 73. — № 5. — P. e1089–e1098.
- Боголепова А.Н. и др. Возможные подходы к терапии астенических и когнитивных нарушений при постковидном синдроме // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. — 2021. — № 4. — С. 88–93. [Bogolepova A.N. et al. Possible approaches to the treatment of asthenic and cognitive disorders in postcovid syndrome // *Neurology, neuropsychiatry, psychosomatics*. — 2021. — № 4. — P. 88–93. In Russian].
- Крюков Е.В. и др. Диагностика неравномерности легочной вентиляции методом вымывания азота при множественном дыхании у больных, перенесших COVID-19 // *Пульмонология*. — 2021. — № 1. — С. 30–36. [Kryukov E.V. et al. Diagnosis of uneven pulmonary ventilation by the method of nitrogen leaching during multiple respiration in patients who have undergone COVID-19 // *Pulmonology*. — 2021. — № 1. — P. 30–36. In Russian].
- Mo X. et al. Abnormal pulmonary function in COVID-19 patients at time of hospital discharge // *Eur Respir J*. — 2020. — V. 55. — № 6. — P. 2001217.
- Левина О.А. и др. Безопасность применения гипербарической оксигенации при лечении COVID-19 // *Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. — 2020. — № 9 (3). — С. 314–320. [Levina O.A. et al. Bezopasnost' primeneniya giperbaricheskoy oksigenacii pri lechenii COVID-19. Safety of hyperbaric oxygenation in the treatment of COVID-19 // *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. — 2020. — № 9 (3). — P. 314–320. In Russian].
- Guo D. et al. Hyperbaric oxygen therapy may be effective to improve hypoxemia in patients with severe COVID-2019 pneumonia: two case reports // *Guo Undersea Hyperb Med*. — 2020. — № 47 (2). — P. 181–187.