



УДК 616.98: 578.834.1: 612.015.2–053.9

<https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-228-8-196-215>

Саркопения и COVID-19 — сложный патологический дуэт

Булгакова С. В., Курмаев Д. П., Тренева Е. В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, (ул. Чапаевская, д. 89, г. Самара, 443099, Самарская область, Россия)

Для цитирования: Булгакова С. В., Курмаев Д. П., Тренева Е. В. Саркопения и COVID-19 — сложный патологический дуэт. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2024;(8): 196–215. doi: 10.31146/1682-8658-ecg-228-8-196-215

✉ Для переписки:

Булгакова

Светлана

Викторовна

s.v.bulgakova

@samsmu.ru

Курмаев Дмитрий Петрович, к.м.н., ассистент кафедры эндокринологии и гериатрии

Булгакова Светлана Викторовна, д.м.н., доцент, заведующий кафедрой эндокринологии и гериатрии

Тренева Екатерина Вячеславовна, к.м.н., доцент кафедры эндокринологии и гериатрии

Резюме

11 марта 2020 г. Всемирная организация здравоохранения объявила новую коронавирусную инфекцию 2019 (COVID-19) пандемией. Риск развития осложнений в острый период COVID-19 был очевиден практически сразу. Однако ещё в 2020 году, в период начала и разгара пандемии, специалисты здравоохранения стали задумываться о возможных негативных долговременных и отсроченных последствиях COVID-19. До сих пор мир сталкивается с длительными последствиями COVID-19 среди выживших, у которых часто наблюдаются мультисистемные патологические проявления. Изучение последствий COVID-19 продолжает оставаться актуальной проблемой современной медицинской науки. В настоящее время саркопения, которая возникла у пациентов после перенесенного COVID-19, уделяется повышенное внимание. С другой стороны, саркопения является предиктором неблагоприятных исходов у пациентов с новой коронавирусной инфекцией. В 2020 году во многих странах был введён режим самоизоляции (lockdown, локдаун) как эффективная противоэпидемическая стратегия. К сожалению, режим самоизоляции привёл к уменьшению физической активности, особенно у людей пожилого и старческого возраста. Поэтому гиподинамия на фоне самоизоляции сама по себе явилась фактором риска саркопии. Кроме того, при самоизоляции у многих пациентов наблюдалось увеличение калорийности пищевого рациона и развитие ожирения. Реабилитация после перенесенного COVID-19 обязательно включает мероприятия по профилактике и лечению саркопии. Таким образом, изучению взаимосвязи саркопии и ковид-19 посвящен этот обзор литературы.

Ключевые слова: саркопения, COVID-19, Long-COVID, постковидный синдром, хроническое воспаление, секреторный фенотип связанный со старением, SASP, цитокиновый шторм, ожирение, иммуносупрессия

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Sarcopenia and COVID-19 — a complex pathological duet

S. V. Bulgakova, D. P. Kurmaev, E. V. Treneva

Samara State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, (89, Chapaevskaya str., Samara, 443099, Russia)

For citation: Bulgakova S. V., Kurmaev D. P., Treneva E. V. Sarcopenia and COVID-19 — a complex pathological duet. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2024;(8): 196–215. (In Russ.) doi: 10.31146/1682-8658-ecg-228-8-196-215

✉ Corresponding author:

Svetlana V.

Bulgakova

s.v.bulgakova

@samsmu.ru

Dmitry P. Kurmaev, Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Endocrinology and Geriatrics;

ORCID: 0000–0003–4114–5233

Svetlana V. Bulgakova, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Endocrinology and Geriatrics;

ORCID: 0000–0003–0027–1786

Ekaterina V. Treneva, Candidate of Medical Sciences, Assistant of Professor of the Department of Endocrinology and Geriatrics;

ORCID: 0000–0003–0097–7252

Summary

March 11, 2020 The World Health Organization has declared the New Coronavirus Infection 2019 (COVID-19) a pandemic. The risk of complications in the acute period of COVID-19 was obvious almost immediately. However, back in 2020, during the onset and height of the pandemic, health professionals began to think about the possible negative long-term and delayed consequences of COVID-19. Until now, the world is facing the long-term consequences of COVID-19 among survivors, who often have multisystem pathological manifestations. The study of the consequences of COVID-19 continues to be an urgent problem of modern medical science. Currently, increased attention is being paid to sarcopenia, which occurred in patients after COVID-19. On the other hand, sarcopenia is a predictor of adverse outcomes in patients with new coronavirus infection. In 2020, a self-isolation regime (lockdown) was introduced in many countries as an effective anti-epidemic strategy. Unfortunately, the self-isolation regime has led to a decrease in physical activity, especially in elderly and senile people. Therefore, physical inactivity against the background of self-isolation itself was a risk factor for sarcopenia. In addition, during self-isolation, many patients experienced an increase in the caloric content of their diet and the development of obesity. Rehabilitation after COVID-19 necessarily includes measures for the prevention and treatment of sarcopenia. Thus, this literature review is devoted to the study of the relationship between sarcopenia and COVID-19.

Keywords: sarcopenia, COVID-19, Long-COVID, Post-COVID-19 syndrome, chronic inflammation, senescence-associated secretory phenotype, SASP, cytokine storm, obesity, immunosuppression

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Введение

11 марта 2020 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила коронавирусную инфекцию 2019 (COroNaVIrus Disease 2019, COVID-19) пандемией. Инфекция COVID-19 вызвана коронавирусом тяжелого острого респираторного синдрома 2 (Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus 2, SARS-CoV-2), тропным к рецептору ангиотензинпревращающего фермента 2 (ACE2) [1]. Чрезвычайная ситуация в области здравоохранения, связанная с COVID-19, привела к более чем 774 миллионам случаев инфицирования и 7 миллионам смертей по состоянию на 3 марта 2024 года [2].

Риск развития осложнений в острый период COVID-19 был очевиден практически сразу. Однако ещё в 2020 году, в период начала и разгара пандемии, специалисты здравоохранения стали задумываться о возможных негативных долгосрочных и отсроченных последствиях COVID-19. По мнению Woolford S. J. et al. (2020), клиницисты и исследователи в первую очередь сосредоточились на острой фазе COVID-19, и лишь постепенно фокус смещается к долгосрочным последствиям после выздоровления от острой фазы COVID-19 [3].

Согласно Martone A. M. et al. (2022), тяжесть острой фазы COVID-19 зависит не столько от вирусного поражения, сколько от интенсивности иммунного повреждения, опосредованного гипервоспалением и цитокиновым штормом. Прогрессирование COVID-19 связано с непрерывным снижением количества лимфоцитов и значительным повышением уровня нейтрофилов и маркеров воспаления, включая С-реактивный белок, фактор некроза опухоли альфа (TNF-α), интерлейкины (IL), особенно интерлейкин-6 (IL-6) и ферритин. Цитокины и хемокины привлекают многие воспалительные клетки, таких как нейтрофилы и моноциты, что приводит к чрезмерной инфильтрации их в ткани. Этот нарушенный и/или повышенный цитокиновый

и хемокиновый ответ инфицированных клеток играет ключевую роль в патогенезе COVID-19, и он ответственен за массовое преобладание катаболических путей, которые наблюдаются во время острой фазы заболевания и его последствий [4].

До сих пор мир сталкивается с длительными последствиями COVID-19 среди выживших, у которых часто наблюдаются мультисистемные патологические проявления. Пост-острый COVID обычно определяется как сохранение симптомов более чем через 4 недели после заражения и до трех месяцев после заражения, в то время как длительный COVID (Long-COVID) определяется ВОЗ как симптомы, сохраняющиеся более 3 месяцев после первоначального заражения SARS-CoV-2, при этом эти симптомы сохраняются по крайней мере, в течение 2 месяцев и не относятся к альтернативному диагнозу [5]. Долгосрочный прогноз состояния пациентов, перенесших COVID-19, остается до конца не изученным. Поражение легких, сердца, мозга и других систем требует мультидисциплинарного ведения пациентов [6].

Согласно Chippa V. et al. (2024), о длительном течении COVID-19 сообщалось по меньшей мере у 10% пациентов, выздоравливающих после заражения SARS-CoV-2, и, возможно, у 50–70% госпитализированных пациентов. Это состояние проявляется на всех уровнях тяжести заболевания, от бессимптомного до критического, но вероятность его возникновения сильно коррелирует с тяжестью симптомов. С длительным COVID-19 связано более 200 симптомов, наиболее распространенными из которых являются недомогание, одышка, усталость, затуманенность сознания, вегетативная дисфункция, головная боль, стойкая потеря обоняния или вкуса, кашель, депрессия, незначительная температура, учащенное сердцебиение, головокружение, боли в мышцах и суставах [7].

Изучение последствий COVID-19 продолжает оставаться актуальной проблемой современной медицинской науки [8]. Популяционное исследование, проведенное в Германии Peter R. S. et al. (2022) показало, что усталость и нейрокогнитивные нарушения были важными причинами ухудшения здоровья через 6–12 месяцев после COVID-19, даже среди лиц молодого и среднего возраста [9].

В группе риска находятся гериатрические пациенты с полиморбидной патологией, особенно на фоне сахарного диабета 2 типа (СД2) [10]. Известно, что метаболический синдром и метаболические нарушения на фоне гипергликемии, СД2, дислипидемии, ожирения ассоциированы с тяжестью течения COVID-19 [11]. Как показал опыт работы медицинских организаций Израиля, высокому риску осложнений COVID-19 были подвержены гериатрические пациенты, проживающие в домах престарелых [12]. По мнению Stam H. J. et al. (2020), у тяжелых пациентов с COVID-19 может развиваться синдром постинтенсивной терапии (post intensive care syndrome, PICS), который помимо мышечной слабости включает усталость, нарушение мышления, затрудненное глотание, беспокойство, депрессию и нарушения сна [13].

Выздоровление от острого COVID-19 не означает полного восстановления здоровья. Саркопения, сердечно-сосудистые, легочные, психологические и другие симптомы могут отставать от фазы выздоровления. Кроме того, физиологические, психологические и социальные последствия заболевания, могут еще более негативно повлиять на физическую активность и отрицательно повлиять на работоспособность и качество мышц [14]. Однако известны случаи благополучного излечения COVID-19 даже у долгожителей. Например, Демидов А. А. с соавт. опубликовали «Случай излечения от коронавирусной инфекции пациентки в возрасте 101 года». Пациентка в течение четырех лет проживала в доме-интернате для престарелых и инвалидов. Коронавирусная инфекция, вызванная вирусом COVID-19, осложнилась полисегментарной пневмонией. Несмотря на преклонный возраст, наличие более 5 хронических заболеваний, а также синдромов старческой астении, падений и когнитивных нарушений, клинический случай подтверждает возможность выздоровления больных не только пожилого и старческого возраста, но и долгожителей [15].

Саркопения в 2016 году была официально признана заболеванием с присвоением в Международной классификации болезней десятого пересмотра кода M62.84 [16]. Саркопения бывает первичной (обусловленной только старением), а также может быть вторичной по отношению к заболеваниям, неправильному питанию и гиподинамии [16]. Достаточный уровень физической активности является важным условием поддержания здоровья населения всех возрастных групп [17]. В настоящее время саркопении у пациентов с COVID-19 уделяется повышенное внимание в связи с ее неблагоприятными последствиями. Однако связь между саркопенией и исходами COVID-19 до конца не выяснена.

Существует множество факторов, которые могут способствовать потере веса и истощению организма при COVID-19, и они включают потерю аппетита и вкуса, лихорадку и воспаление, иммобилизацию, а также общее недоедание, катаболический дисбаланс, эндокринную дисфункцию и органоспецифические осложнения заболевания COVID-19, такие как сердечная и почечная дисфункция [18]. Развитие острой саркопении, связанной с COVID-19, может отрицательно повлиять на течение болезни у пожилого пациента, тем самым усугубляя и без того тяжелое бремя болезни [14]. Более низкая мышечная масса независимо связана с госпитализацией в отделение интенсивной терапии и госпитальной смертностью [4]. Саркопения является предиктором неблагоприятных исходов у пациентов с COVID-19, включая длительное пребывание в больнице, смертность, госпитализацию в отделение интенсивной терапии, необходимость в инвазивной искусственной вентиляции легких и плохие результаты реабилитации. Хроническое воспаление, иммунная дисфункция, дисфункция дыхательных мышц и нарушение глотания могут лежать в основе связи между саркопенией и неблагоприятными исходами у пациентов с COVID-19 [19]. По данным Piotrowicz K. et al. (2021), на индивидуальный исход COVID-19, а также на степень потери мышечной массы и функций могут влиять несколько факторов: общее состояние пациента до инфицирования, степень воспалительного процесса, анорексия (из-за потери аппетита в результате острого COVID-19, аносмии и агевзии), отсутствие физической активности, сердечно-сосудистый статус, микробиота кишечника [14].

Кроме саркопении, старческая астения (хрупкость) является ещё одним маркером неблагоприятных последствий коронавирусной инфекции. Так, в работе коллектива отечественных учёных (Петров М. В. с соавт., 2022) показано, что на фоне старческой астении, после перенесенного COVID-19 наблюдается ухудшение физического, психосоциального аспектов здоровья, а также снижение качества жизни. Авторы отметили, что эти пациенты характеризуются крайне высокой коморбидностью, гетерогенностью, атипичным течением заболевания, а также большим количеством осложнений [20]. По словам König M. et al. (2023), пандемия COVID-19 существенно увеличит бремя полиморбидности, хрупкости и инвалидности среди пожилых людей (потенциальная «волна хрупкости»). Учитывая сообщения о стойких последствиях после острого заболевания COVID-19, многие ранее здоровые люди могут оказаться в состоянии хрупкости и инвалидности [21].

Мао L. et al. (2020) было показано, что примерно в 36% случаев COVID-19 развиваются нейрокогнитивные и нейропсихиатрические симптомы, которые могут сохраняться в течение длительного времени после разрешения острой инфекции. По сравнению с пациентами с легкой формой COVID-19, пациенты с тяжелой инфекцией были старше, имели больше сопутствующих заболеваний. У пациентов с более тяжелой инфекцией также нарушения функции скелетных мышц (19,3% против 4,8%) [22]. Наиболее распространенные нейрокогнитивные

симптомы после COVID-19 включают, помимо прочего, «мозговой туман», головокружение, головную боль, нарушение сознания, судороги, миалгию и энцефалопатию [22]. Фактически, «brain fog» – «мозговой туман», является одним из наиболее распространенных долговременных симптомов COVID [23]. Большинство людей, испытывающих «brain fog», сообщают о забывчивости, ощущении спутанности сознания, трудностях с концентрацией внимания, принятием решений, работой и повседневной деятельностью, не говоря уже о социальных отношениях и общении или выполнении работы [23, 24]. Снижение когнитивных функций, как при COVID-19, в сочетании с мышечными проприоцептивными нарушениями можно рассматривать как когнитивную хрупкость [25].

Рекомендации общественного здравоохранения и правительственные меры, принятые во время пандемии COVID-19, привели к многочисленным ограничениям в повседневной жизни, включая социальное дистанцирование и самоизоляцию. Хотя эти меры были необходимы для борьбы с распространением COVID-19, влияние этих ограничений

на физическое и когнитивное здоровье было негативным. Имеются убедительные доказательства того, что социальная изоляция, одиночество и, как следствие, проблемы с психическим здоровьем, а также отсутствие физической активности являются основными факторами риска хрупкости, саркопении и даже смертности у пожилых людей [26].

Таким образом, на протяжении пандемии COVID-19 были отмечены негативные последствия влияния саркопении и старческой астении на исходы перенесенной коронавирусной инфекции. С другой стороны, сама по себе инфекция COVID-19 может являться триггером манифестации и отягощения уже имеющихся у пациента саркопении и/или хрупкости, особенно у людей старших возрастных групп.

Цель обзора литературы: рассмотреть взаимосвязь между саркопенией и COVID-19, механизмы влияния саркопении на тяжесть и неблагоприятные исходы COVID-19, а также возникновение, течение и прогноз вторичной саркопении, возникшей как следствие перенесенного острого и/или хронического COVID-19.

COVID-19 как причина развития нарушений скелетной мускулатуры

Воспаление и цитокиновый шторм во время острого COVID-19

Острая воспалительная реакция организма на COVID-19 часто связана с поражением многих органов, включая легкие, а также кишечник, центральную нервную систему, сердечно-сосудистую систему, почки и мышцы. Неконтролируемое и избыточное высвобождение медиаторов воспаления может привести к полиорганной недостаточности и смерти («цитокиновый шторм»). Есть также доказательства того, что COVID-19 может привести к хроническому субклиническому системному воспалению, часто наблюдаемому при старении (inflammaging, инфламмейджинг), что приводит к увеличению и ухудшению возрастных заболеваний, включая хрупкость, даже у молодых людей [27].

Marcos-Pérez D. et al. (2020) выявили тесную связь между биомаркерами воспаления и хрупкостью, подтвердив роль возрастного хронического

воспаления в развитии хрупкости [28]. Abers M. S. et al. (2021) обнаружено, что уровни нескольких провоспалительных цитокинов, в том числе IL-10 и IL-15 были стабильно выше на протяжении всей госпитализации у пациентов с COVID-19, которые умерли, по сравнению с теми, кто выздоровел, что позволяет предположить, что эти биомаркеры могут служить ранним предупреждением о возможном исходе заболевания [29].

Важное значение для развития тяжелой формы COVID-19 имеет поздняя продукция интерферона (IFN) типа I, повышение уровня в крови провоспалительных моноцитов, снижение экспрессии HLA-DR на моноцитах, нарушение презентации вируса и формирования специфических лимфоцитов, гибель Т-лимфоцитов и глубокая иммуносупрессия [30].

Острая саркопения после COVID-19

Острая саркопения развивается в течение менее шести месяцев [16]. Она часто встречается у людей, перенесших COVID-19, а наибольшему риску подвержены пожилые люди и пациенты в наиболее тяжелом состоянии [31]. В развитии саркопении при COVID-19 могут быть задействованы различные патофизиологические механизмы. Есть доказательства прямой вирусной инфильтрации SARS-CoV-2 в скелетные мышцы, вызывая инфильтрацию иммунных клеток, мышечных волокон, атрофию и метаболические изменения.

Soares M. N. et al. (2022) показали, что пациенты с тяжелой формой COVID-19 страдают от слабости скелетных мышц и низкой переносимости физических нагрузок. Гистологические срезы демонстрируют атрофию мышечных волокон, метаболические изменения и инфильтрацию иммунных клеток. Выявлена прямая

инфильтрация вируса SARS-CoV-2 в скелетные мышцы [32]. В работе Di Girolamo F. G. et al. (2022) авторы доказывают, что инфекция SARS-CoV-2 связана с тяжелым воспалением, окислительным стрессом, гипоксией. Все эти факторы способствуют атрофии мышц и усталости. Кроме того, имеются данные о прямой инфильтрации вируса SARS-CoV-2 в скелетные мышцы [33]. По мнению Wang Y. et al. (2023), потенциальными механизмами, лежащими в основе связи между саркопенией и неблагоприятными исходами COVID-19, являются хроническое воспаление, иммунная дисфункция, дисфункция дыхательных мышц и нарушение глотания. Хроническое воспалительное состояние низкой степени тяжести, связанное с саркопенией, может быть связано с повышенным риском цитокинового шторма у пациентов с тяжелой формой COVID-19 [19]. Цитокиновый

шторм – это неконтролируемое системное воспалительное состояние, характеризующееся высокой выработкой провоспалительных цитокинов, включая IL-6, IL-8, TNF- α и интерферонов, в результате чрезмерной реакции иммунной системы. Цитокиновый шторм может быстро привести к острому респираторному дистресс-синдрому, полиорганной недостаточности, и смерти у пациентов с тяжелым течением COVID-19. Блокаторы рецепторов IL-6 (тоцилизумаб или сарилумаб) рекомендуются для лечения пациентов с тяжелым течением COVID-19 [19].

Известно, что поддержание стабильной мышечной массы достигается при балансе процессов распада (катаболизма) и синтеза (анаболизма) белков мышечной ткани. Если по ряду причин катаболизм преобладает, то наблюдается деградация скелетно-мышечных волокон, что может привести к саркопении [16]. Поэтому важное значение в патогенезе саркопении имеет повышенный катаболизм мышечной ткани при тяжелой коронавирусной инфекции. На фоне COVID-19 усиливается окислительный стресс и выработка АФК, что приводит к нарушению функции митохондрий и повреждению миофибрилл. Синтез мышечного белка нарушается, и начинается катаболический процесс. Кроме того, гипоксия, постельный режим/неподвижность, низкая физическая активность, неправильное питание и потребление витаминов, а также другие системные заболевания, такие как СД2, также способствуют развитию саркопении [14].

Рабдомиолиз

Исследования показали, что у пациентов с тяжелым COVID-19 может развиваться рабдомиолиз, который приводит к разрушению мышц с повышением уровня свободного миоглобина и креатинфосфокиназы (КФК) крови.

Так, согласно систематическому обзору Hannah J. R. et al. (2022), во время госпитализации частота рабдомиолиза составляла от 0,2 до 2,2%. Авторами в базах данных «OVID» и «Medline» было отобрано 1920 статей. Из них критериям включения соответствовал 61 случай, охватывающий 86 случаев рабдомиолиза. Средний возраст пациентов с рабдомиолизом составил 50 лет (диапазон от 6 до 89 лет). Симптомы включали миалгию (74%), лихорадку (69%), кашель (59%), одышку (68%). Средний пик КФК составил 15 783 ЕД/л. 28% пациентов потребовалась внутривенная гемофильтрация, а 36% – искусственная вентиляция легких. 62% пациентов выздоровели до выписки, а 30% умерли. Одышка, повышенный уровень СРБ и необходимость внутривенной гемофильтрации повышают риск летального исхода. Таким образом, рабдомиолиз является редким, но важным осложнением COVID-19 [36].

Hashemi B. et al. (2024) было опубликовано проспективное обсервационное исследование пациентов с COVID-19, поступивших в отделение неотложной помощи в период с марта 2020 по март 2021 года. Было обследовано 506 пациентов с подтвержденным COVID-19 (средний возраст 58,36 $\pm$ 17,83 года, 56,32% мужчин). Рабдомиолиз развивался

Welch C. et al. (2020) показали, что наибольшему риску острой саркопении подвергаются пожилые и старые люди, и наиболее тяжело больные COVID-19 пациенты [31]. По данным бразильских ученых (de Andrade-Junior M.C. et al., 2021), очень быстрая потеря массы и силы скелетных мышц (в течение 10 дней), происходит у тяжелобольных в отделении реанимации и интенсивной терапии. Наблюдалось 32 пациента в критическом состоянии (93,8% мужчин; возраст: 64,1 $\pm$ 12,6 лет) с диагнозом тяжелой формы COVID-19. Мышечную атрофию определяли посредством ультразвукового измерения площади поперечного сечения прямой мышцы бедра, толщины переднего отдела четырехглавой мышцы бедра (прямой мышцы бедра и промежуточной широкой мышцы бедра) и экзогенности. Силу периферических мышц оценивали с помощью силы хвата кисти. Все оценки проводились в 1-й и 10-й дни. Наблюдалось значительное уменьшение площади поперечного сечения прямой мышцы бедра ($-30,1\%$, $P < 0,05$), толщины переднего отдела четырехглавой мышцы ($-18,6\%$, $P < 0,05$) и силы хвата кисти ($-22,3\%$, $P < 0,05$) с 1-го по 10-й день [34]. Paneroni M. et al. (2021) считают, что высокая распространенность нарушений силы скелетных мышц и физической работоспособности у госпитализированных пациентов (без предшествующих нарушений опорно-двигательного аппарата), выздоравливающих после COVID-19, свидетельствует о необходимости проведения реабилитационных программ после выписки [35].

у 8,69% пациентов на протяжении всего периода их госпитализации. Мужской пол (ОШ 2,78), гипонатриемия (ОШ 2,46), миалгия (ОШ 3,04), уровень D-димера >1000 (ОШ 2,84) и повышенный уровень аспаратаминотрансферазы (в три раза превышающий норму) (ОШ 3,14) были значимыми предикторами рабдомиолиза [37].

Yu M. et al. (2024) был проведен одноцентровый ретроспективный когортный анализ, и предложен цистатин С в качестве эффективного прогностического маркера выживаемости пациентов на фоне рабдомиолиза при COVID-19. Авторы показали, что цистатин С (ОР 2,124; 95% ДИ 1,223–3,689; $P = 0,008$) был достоверно связан с выживаемостью пациентов [38].

В работе Samardzic T. et al. (2024) изучали связь между COVID-19 и развитием рабдомиолиза с помощью измерения уровня креатинфосфокиназы. В рамках одноцентрового ретроспективного когортного исследования были включены 984 взрослых пациента с подтвержденной инфекцией COVID-19, нуждавшихся в госпитализации. Частота рабдомиолиза была выше у пациентов с ОПП (38,3%) и у тех, кому требовалась госпитализация в отделение интенсивной терапии (53,8%) ($p < 0,001$). В этой когорте наблюдалась незначительная разница в смертности (11 пациентов, 52,4%, $p = 0,996$). Средняя продолжительность лечения у пациентов с рабдомиолизом составила 18,2 дня по сравнению с 9,8 днями у пациентов, у которых рабдомиолиз не развивался ($p < 0,001$) [39].

Preger A. et al. (2023) показали, что тяжелый COVID-19 и гипоксемия повышают риск развития рабдомиолиза [40].

В исследовании Nashwan A. J. et al. (2023), проведенном в Катаре, авторы проанализировали характеристики и исходы пациентов, поступивших в отделение интенсивной терапии с COVID-19, в период с марта по июль 2020 года. У 146 из 1079 пациентов развился рабдомиолиз. В целом, 30,1% пациентов умерли ($n = 44$), а у 40,4% развилось острое повреждение почек (ОПП) ($n = 59$), и только 19 пациентов (13%) излечились от ОПП. ОПП было в значительной степени связано с повышением смертности среди пациентов с рабдомиолизом [41].

Интересный клинический случай развития рабдомиолиза в отдаленном периоде COVID-19 был опубликован в журнале им. Н. В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». Пациент 25 лет, находившийся на лечении в отделении лечения острых эндотоксикозов ГБУЗ «НИИ СП им. Н. В. Склифосовского ДЗМ». В 2020 году заболел COVID-19, осложнившимся развитием рабдомиолиза и ОПП в отдаленном периоде. При обследовании отмечено повышение креатинфосфокиназы (КФК) – 106 000,0 ЕД/л, аланинаминотрансферазы (АЛТ) – 553,0 ЕД/л, аспартатаминотрансферазы (АСТ) – 1582,0 ЕД/л, лактатдегидрогеназы (ЛДГ) – 2809,0 ЕД/л, уровней сывороточного

креатинина 164 мкмоль/л и миоглобина – 201 нг/мл. Вирусологическое исследование: IgM – 0,27 ЕД/мл; IgG – 7,28 ЕД/мл. При трехфазной сцинтиграфии с ^{99m}Tc -пирфотехом выявлены признаки некротических изменений мышц верхней половины спины, мышц груди (преимущественно справа), мышц плеча и верхней половины предплечья с двух сторон. Со стороны почек: снижение перфузии правой почки (относительно левой), умеренное замедление уродинамики на уровне чашечно-лоханочного комплекса с двух сторон. Причиной развития рабдомиолиза у пациента после перенесенного COVID-19 в отдаленном периоде явилась повышенная мышечная нагрузка. Авторы считают, что использование радионуклидного метода диагностики позволяет выявить зоны поражения мягких тканей с одномоментной оценкой функции почек при рабдомиолизе, а также оценить эффективность лечения при динамическом наблюдении [42].

Таким образом, рабдомиолиз увеличивает риск неблагоприятных исходов у пациентов с COVID-19, госпитализированных в отделение интенсивной терапии. Наиболее вероятным фактором летального исхода является острое повреждение почек. Результаты исследований подчеркивают важность раннего выявления и быстрого лечения рабдомиолиза у пациентов с тяжелой формой COVID-19.

Саркопения как долговременное осложнение COVID-19

Ряд авторов отмечают негативное долговременное влияние перенесенного COVID-19 [21, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50].

Davis H. E. et al. (2021) провели онлайн-опрос людей с подозрением на COVID-19 и подтвержденным COVID-19. Данные были собраны с 6 сентября 2020 года по 25 ноября 2020 года. Авторы проанализировали ответы 3762 участников из 56 стран, у которых заболевание длилось более 28 дней и началось до июня 2020 года. Оценивали распространенность симптомов и их влияние на жизнь, работу и восстановление нормального состояния здоровья. Для большинства респондентов (>91%) время выздоровления превысило 35 недель. Наиболее частыми симптомами после 6-го месяца наблюдений были усталость, недомогание после физической нагрузки и когнитивная дисфункция. Пациенты с длительным течением COVID-19 сообщали о длительном мультисистемном поражении и значительной нетрудоспособности. Даже через 7 месяцев многие пациенты все еще не вернулись к прежнему уровню работоспособности и продолжали испытывать значительное бремя симптомов [45].

Исследования показали, что до 90% пациентов, выздоровевших от симптоматического COVID-19, сообщили о сохранении хотя бы одного симптома или продолжающихся проблемах со здоровьем. К ним относятся усталость и одышка, которые мешают повседневной деятельности, а также проблемы со сном, повышенная гипертония, проблемы с памятью, затуманенность сознания (трудности

мышления или концентрации), повреждение почек, проблемы психического здоровья, тромбоэмболия/гиперкоагуляция, аритмии/сердцебиение, кашель, боль в груди, неврологические симптомы, головокружение, боли в суставах и мышцах [46, 47].

По данным из Великобритании, примерно 2,1 миллиона человек, живущих в частных домохозяйствах (3,3% населения), сообщили о длительных симптомах COVID-19 продолжительностью более 4 недель [21].

Фактически, состояния после COVID-19 могут длиться неделями, месяцами или годами. Кроме того, данные о предыдущих коронавирусных инфекциях позволяют предположить, что сниженные физические функции могут сохраняться в течение 2 лет после заражения [47].

В проспективном исследовании Atieh O. et al. (2024), авторы изучили долгосрочные изменения в составе тела у людей (160 взрослых, средний возраст 43,2 года из них 32,5% женщин), перенесших COVID-19. Пациенты в период с 2017 по 2019 год прошли DXA-сканирование всего тела (до пандемии новой коронавирусной инфекции). Участников попросили пройти повторное DXA-сканирование всего тела после пандемии COVID-19. Половина ($n = 80$) участников перенесли COVID-19 в период между двумя DXA-сканированиями (группа COVID-19+), а другая половина никогда не болела COVID-19 (контрольная группа). В обеих группах наблюдалось увеличение массы тела, общего количества жира и висцерального жира, что, вероятно, было связано с изменениями образа

жизни, связанными с пандемией. Однако только у переболевших COVID-19 наблюдалось снижение мышечной массы тела [43].

С другой стороны, интересно оценить время, необходимое для восстановления потерянной мышечной массы, а также силы и функциональных параметров мышц.

Согласно López-Sampalo A. et al. (2023), острая инфекция COVID-19 вызывает изменения в скелетных мышцах, что приводит к острой саркопении, но могут быть и долгосрочные последствия перенесенного COVID-19. Авторы опубликовали результаты проспективного исследования пациентов в возрасте ≥ 65 лет (106 пациентов в возрасте $76,8 \pm 7$ лет), перенесших инфекцию COVID-19 в период с 1 марта по 31 мая 2020 года. Сохраняющиеся симптомы, а также антропометрические, клинические и аналитические характеристики были проанализированы через 3 и 12 месяцев после заражения. Степень саркопении определяли с помощью динамометрии и опросника SARC-F. Через 3 месяца после заражения был выявлен высокий процент пациентов с саркопенией, особенно среди женщин и тех, кто был госпитализирован. Через 12 месяцев после заражения этот процент снизился, что совпало с функциональным и симптоматическим восстановлением и нормализацией показателей воспаления, особенно уровня IL-6 ($4,7 \pm 11,6$ пг/мл против $1,5 \pm 2,4$ пг/мл, $p < 0,05$). Улучшение мышечной силы сопровождалось значительным увеличением массы тела ($71,9 \pm 12,1$ кг против $74,7 \pm 12,7$ кг, $p < 0,001$), но не увеличением мышечной массы ($49,6 \pm 10$ против $49,9 \pm 10$, $p=0,29$). В целом, у пожилых людей, перенесших COVID-19, наблюдалось функциональное, клиническое и мышечное восстановление через 12 месяцев после заражения [44].

Недавние исследования показали, что распространенность хрупкости среди пожилых людей увеличилась в первый и второй годы пандемии по сравнению с ситуацией до пандемии.

Достаточно высокая скелетно-мышечная масса служит благоприятным предиктором для выживания пациентов, перенесших COVID-19, а саркопения увеличивает риск осложнений и летальность

Ещё до пандемии COVID-19 рядом авторов было показано, что саркопения ассоциируется с более высоким риском развития внебольничной пневмонии у пожилых людей.

В работе Altuna-Venegas S. et al. (2019) показано, что саркопения повышает риск смертности от пневмоний. Всего было обследовано 1598 человек, 59,0% из которых были мужчинами; средний возраст составил $78,3 \pm 8,6$ года. Распространенность саркопении составила 15,1% (95% ДИ: 13,3–16,8), а частота внебольничной пневмонии 15,14% (95% ДИ 13,4–16,9). В многофакторном анализе, авторы обнаружили более высокую частоту пневмонии при саркопении по сравнению с отсутствием саркопении: (ОР 3,88; 95% ДИ 2,82–5,33) [52].

Maeda K., Akagi J. (2017) показали, что саркопения ассоциирована с более высоким риском

Так, японское исследование, опубликованное Hirose T. et al. (2023) выявило высокую распространенность хрупкости среди пожилых людей в течение первого и второго лет пандемии COVID-19 [50].

Пожилые люди, помещенные в дома престарелых, имеют высокую распространенность хрупкости и инвалидности, что может сделать их более уязвимыми к негативным последствиям COVID-19.

Greco G. I. et al. в 2021 году в Италии провели исследование среди жителей домов престарелых. В исследование были включены жители домов престарелых, инфицированные COVID-19 ($n = 76$), и пациенты контрольной группы ($n = 76$). Выявлено на 19% большее снижение силы хвата и на 22% большее снижение скорости ходьбы у перенесших COVID-19. Логистическая регрессия показала, что у выживших после COVID-19 риск развития хрупкости был в четыре раза выше по сравнению с контрольной группой. Авторы считают, что COVID-19 может ускорить процесс старения пожилых людей, помещенных в специальные учреждения, с точки зрения физической работоспособности и хрупкости. Примечательно, что за период исследования во всех группах наблюдалось снижение на 10% баллов когнитивного статуса по шкале MMSE, что авторы объяснили негативными последствиями карантина и самоизоляции [48].

Проспективное многоцентровое когортное исследование (Müller I. et al. «Frailty assessment for COVID-19 follow-up: a prospective cohort study», 2022) показало, что индекс клинической хрупкости (по шкале CFS) значительно увеличился между периодом до COVID-19 и последующим наблюдением [49].

Maltese G. et al. (2020) полагают, что неврологические, сердечно-сосудистые и скелетно-мышечные расстройства после COVID-19 могут ухудшать функциональный статус и способствовать проявлению и прогрессированию хрупкости [51].

90-дневной смертности у пациентов с аспирационной пневмонией. В исследование были включены пациенты, поступившие в больницу по поводу острой пневмонии (151 человек; средний возраст 85,9 лет; 49,7% мужчин). Для оценки мышечной массы использовали индекс аппендикулярной скелетной мускулатуры (ASMI; масса аппендикулярной скелетной мускулатуры, деленная на рост в квадрате). Легкое, среднетяжелое, тяжелое и крайне тяжелое течение пневмонии наблюдалось у 1,3%, 70,2%, 25,8% и 2,6% участников соответственно. Многомерный логистический анализ показал, что низкий ASMI был независимым предиктором 90-дневной смертности. Регрессионный анализ Кокса также показал, что первый квартиль ASMI был независимо связан со смертностью (ОР 2,19; 95% ДИ 1,06–4,52) [53].

Саркопения связана с неблагоприятными исходами у пациентов в критическом состоянии, в том числе повышается вероятность применения инвазивной искусственной вентиляции легких и риск госпитальной смертности

Так, Weijs P. J. et al. (2014) было показано, что низкая площадь скелетных мышц, по данным компьютерной томографии, является фактором риска смертности у пациентов с искусственной вентиляцией легких в критическом состоянии. Ретроспективный анализ 240 пациентов с искусственной вентиляцией легких, находящихся в критическом состоянии, включал взрослых пациентов, которым по клиническим показаниям была проведена компьютерная томография (КТ) брюшной полости в период между 1 днем до и 4 днями после поступления в отделение интенсивной терапии. Компьютерная томография была проанализирована на уровне L3 для определения площади скелетных мышц, выраженной в квадратных сантиметрах. Площадь мышц у женщин была достоверно меньше, чем у мужчин ($102 \pm 23 \text{ см}^2$ против $158 \pm 33 \text{ см}^2$; $p < 0,001$). У 63% пациентов как женского, так и мужского пола наблюдалась низкая площадь мышц. Смертность составила 29%, что значительно выше у женщин, чем у мужчин (37% против 23%; $p = 0,028$). Низкая площадь мышц была связана с более высокой смертностью по сравнению с нормальной мышечной площадью у женщин (47,5% против 20%; $p = 0,008$) и у мужчин (32,3% против 7,5%; $p < 0,001$) [54].

В работе Kou H. W. et al. (2019) выявлено, что саркопения может привести к нарушению работы дыхательной мускулатуры, что впоследствии может повлиять на исход прекращения искусственной вентиляции легких. В исследование были включены 96 пациентов, проходивших искусственную вентиляцию легких в отделении интенсивной терапии. Общая площадь поясничных мышц была определена на уровне 3-го поясничного позвонка с помощью КТ. Многомерный логистический регрессионный анализ показал, что саркопения является независимым фактором риска смерти в отделении интенсивной терапии. По мнению авторов, общая площадь поясничных мышц имеет прогностическую ценность при оценке исходов прекращения искусственной вентиляции легких и может использоваться в качестве эффективного дополнительного показателя [55].

В период пандемии новой коронавирусной инфекции рассмотренные выше закономерности про связь саркопии с тяжестью течения заболеваний и риском развития неблагоприятных исходов подтвердилась.

Так, в исследовании Schinas G. et al. (2023), было предложено использовать поперечное сечение мышц на уровне 10-го грудного позвонка, измеренное с помощью компьютерной томографии (КТ) грудной клетки. Авторы ретроспективно проанализировали результаты КТ 84 стационарных пациентов с пневмонией, вызванной COVID-19, в период с апреля 2020 по февраль 2021 года. Кроме того, авторы предложили оценивать не только площадь сечения, но и степень миостеатоза скелетной мускулатуры. Группа пациентов была стратифицирована

в соответствии со статусом выживаемости и оценкой тяжести КТ. Были установлены корреляции между рентгенологическими признаками саркопии, подгруппами тяжести КТ, сывороточными маркерами воспаления и неблагоприятными исходами (интубация и летальный исход). Авторы доказали, что площадь и степень миостеатоза грудных мышц коррелируют с основными маркерами воспаления (лейкоциты, С-реактивный белок, фибриноген и D-димеры), а также предсказывают смертность. Таким образом, Schinas G. et al. рекомендуют КТ-характеристики скелетной мускулатуры для прогнозирования выживаемости при COVID-19 [56].

Целью исследования Surov A. et al. (2023) была оценка влияние низкой массы скелетных мышц у пациентов с COVID-19 на соответствующие исходы, такие как 30-дневная смертность, необходимость интубации и госпитализации в отделение интенсивной терапии. В исследование было включено 1138 пациентов, среди них 547 женщин (48,1%) и 591 мужчина (51,9%) со средним возрастом $54,5 \pm 18,8$ лет (диапазон возраста 18–84 года). В каждом случае проводилась компьютерная томография грудной клетки без внутривенного введения контрастного вещества. Были оценены следующие параметры грудных мышц: площадь мышц как сумма двусторонних площадей больших и малых грудных мышц, плотность мышц, мышечный индекс. В целом, 220 пациентов (19,33%) были госпитализированы в отделение интенсивной терапии. 171 пациенту (15,03%) была проведена искусственная вентиляция легких. В итоге, 154 пациента (13,53%) умерли в течение 30 дней наблюдения. Все исследованные параметры грудной мышцы были ниже у пациентов с неблагоприятным течением COVID-19. При многофакторном анализе все низкие параметры грудных мышц были связаны с 30-дневной смертностью [57].

Похожие результаты были опубликованы Grigioni S. et al. (2023). Авторы изучали, связан ли низкий индекс массы скелетных мышц (SMI), измеренный с помощью КТ грудной клетки, с плохими исходами у госпитализированных пациентов с респираторным COVID-19. В ретроспективное когортное исследование были включены пациенты, поступившие в стационар в период с 1 марта по 9 июня 2020 года с подтвержденным диагнозом респираторного COVID-19 в отделение неотложной помощи. SMI оценивался по поперечному компьютерному изображению на уровне 12-го грудного позвонка. В исследование были включены 244 пациента, средний возраст которых составил 62 года, средний индекс массы тела (ИМТ) – $28,6 \text{ кг/м}^2$, 34% из них страдали ожирением. У 102 пациентов (41,8%) был низкий SMI. При многофакторном анализе низкий индекс SMI был связан с полиморбидностью ($OR = 1,88$) и увеличением продолжительности пребывания в стационаре ($OR = 1,87$) [58].

Сила хвата кисти

Мышечная сила является одним из основных показателей саркопении. Сила хвата кисти (hand grip strength, HGS) рекомендуется в качестве информативного показателя мышечной силы и может быть измерена с помощью ручного динамометра [16].

По данным Del Brutto O. H. et al. (2021), у серопозитивных лиц по SARS-CoV-2 в 2,27 раза чаще (95% ДИ: 1,33–3,87) наблюдались более низкие показатели HGS, по сравнению с серонегативными [59].

Оценка HGS может быть полезна для ранней стратификации риска неблагоприятного прогноза при COVID-19. Pucci G. et al. (2022) оценили способность HGS предсказывать клинические исходы у людей с пневмонией, связанной с COVID-19. 118 пациентам (66% мужчин, 63 ± 12 лет), госпитализированным по поводу пневмонии, связанной с COVID-19, и дыхательной недостаточности, было проведено измерение HGS. Основной конечной точкой был первый случай смерти и/или эндотрахеальная интубация через 14 дней. 22 пациента достигли основной конечной точки. В модели пропорционального риска Кокса HGS обратно пропорционально предсказывала основную конечную точку (OR = 1,99 при каждом снижении на 0,5 кг, $p = 0,03$), независимо от возраста, пола, ИМТ, парциального давления кислорода артериальной крови, артериальной гипертензии, СД2, скорости клубочковой фильтрации и наличия сердечно-сосудистых заболеваний в анамнезе. В целом, показатель HGS, измеренный при поступлении в больницу, независимо предсказывал риск неблагоприятных исходов у людей с пневмонией, связанной с COVID-19 [60].

Kara Ö. et al. (2021) опубликовали работу «Grip strength as a predictor of disease severity in hospitalized COVID-19 patients» с целью изучить роль измерения HGS при поступлении в больницу для прогнозирования тяжести COVID-19. В исследование были включены 312 пациентов (140 мужчин и 172 женщины среднего возраста). Распределение по группам заболеваний легкой, среднетяжелой и тяжелой степени COVID-19 составило 36,9%, 51,0% и 12,2% соответственно. Кашель, лихорадка, одышка, артериальная гипертензия, ожирение, сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) и хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) были наиболее частыми сопутствующими заболеваниями, а уровни С-реактивного белка (СРБ), ферритина, D-димера и нейтрофилов были самыми высокими в группе с тяжелым течением ($p < 0,05$). Абсолютные значения HGS были самыми низкими, а частота низкой HGS была самой высокой в группе с тяжелым течением заболевания (оба показателя $p < 0,01$). Независимыми предикторами тяжелого течения COVID-19 были: возраст (ОШ 1,054), ожирение (ОШ 2,822), ХОБЛ (ОШ 5,699), уровень СРБ (ОШ 1,023) и низкая HGS (ОШ 3,047) (все значения

$p < 0,05$). Авторы доказали, что в дополнение к хорошо известным независимым факторам риска (таким как возраст, ожирение, ХОБЛ и уровень СРБ), низкая HGS независимо увеличивала (примерно в три раза) тяжесть COVID-19 [61].

Tuzun S. et al. (2021) сообщили, что поражение мышц при коронавирусной инфекции – это сочетание миалгии, физической усталости и мышечной слабости. Низкая HGS является предиктором тяжести состояния у госпитализированных пациентов с COVID-19. В исследование были включены 150 госпитализированных с COVID-19 взрослых пациентов. Тяжесть миалгии оценивалась с помощью числовой шкалы оценки (NRS). Для определения степени усталости использовались визуальная аналоговая шкала. HGS измерялась с помощью ручного динамометра. Наиболее распространенным симптомом со стороны опорно-двигательного аппарата была усталость (85,3%), миалгия (68,0%), артралгия (43,3%) и боль в спине (22,0%). Артралгия, которая в основном проявлялась в лучезапястных (16,7%), голеностопных (16,0%) и коленных (15,3%) суставах, была значительно сильнее в группе с тяжелым течением COVID-19. Тяжелая миалгия была распространена среди пациентов, страдающих миалгией, независимо от степени тяжести COVID-19. У женщин с тяжелой инфекцией HGS была ниже, в то время как HGS у мужчин существенно не отличалась между нетяжелыми и тяжелыми случаями COVID-19. Тем не менее, средние значения HGS для обоих полов и в разных возрастных группах были ниже установленных нормативных значений [62].

Исследование, проведенное Gil S. et al. (2021), показало, что высокая HGS (ОШ 1,47; 95% ДИ: 1,07–2,03; $p = 0,019$) была связана с более коротким сроком пребывания в больнице пациентов с COVID-19 средней и тяжелой степени тяжести. Авторы провели проспективное обследование 196 пациентов (50% мужчин) со средним возрастом 59 ± 15 лет и ИМТ $29,5 \pm 6,9$ кг/м². Наиболее распространенными сопутствующими заболеваниями были артериальная гипертензия (67,7%), ожирение (40,9%) и СД2 (36,0%). Средняя продолжительность лечения составила 8,6 дней; 17,0% пациентов нуждались в интенсивной терапии; 3,8% использовали инвазивную искусственную вентиляцию легких; и 6,6% умерли в течение периода госпитализации. Таким образом, у пациентов с COVID-19 важно определять здоровье мышц в прогнозировании исходов этого заболевания [63].

Таким образом, достаточно высокая масса скелетной мускулатуры, а также сила мышц, которую можно легко определить в клинической практике с помощью кистевой динамометрии – являются факторами благоприятного исхода COVID-19. С другой стороны, имеющаяся у пациента саркопения отягощает прогноз при COVID-19.

Гиподинамия как следствие самоизоляции во время начала пандемии

Как известно, гиподинамия и недостаточная физическая активность является самостоятельным фактором риска саркопении [16].

Известно, что гиподинамия сама по себе способствует снижению параметров скелетной мускулатуры. Так, Kortebein et al. (2008) показали, что

десятидневная принудительная неподвижность здоровых пожилых людей со средним возрастом $67,0 \pm 5,0$ лет приведет к уменьшению мышечной массы нижних конечностей на 6,3% и соответствующему снижению силы на 15,6%, снижению скорости подъема по лестнице на 14% и общему максимальному потреблению кислорода на 2% [64].

В 2020 году во многих странах был введен режим самоизоляции (lockdown, локдаун) как эффективная противоэпидемическая стратегия. Во всем мире по меньшей мере четыре миллиарда человек находились в изоляции, работали удаленно, обучали детей на дому и сталкивались с трудностями, связанными с карантином и стрессовыми ситуациями [65]. К сожалению, режим самоизоляции привел к уменьшению физической активности, особенно у людей пожилого и старческого возраста. Низкая физическая активность вместе с уменьшением солнечной инсоляции привела к возрастанию риска саркопении, а также увеличилась частота психоэмоционального стресса, тревожности и депрессивных проявлений [14]. Карантин привел к повсеместному закрытию спортивных сооружений, уменьшению занятий по физкультуре и т.д. [26]. На международном уровне правительства принимали такие меры, как запрет на поездки, изоляция и социальное дистанцирование, что привело к длительному пребыванию людей дома. Это привело к снижению физической активности и изменению рациона питания, что могло ускорить развитие саркопении, а также увеличить накопление жировых отложений. Эти изменения в составе тела увеличили риск многих хронических заболеваний, связанных с образом жизни, включая сердечно-сосудистые заболевания, СД2, остеопороз, когнитивные нарушения и депрессию [66].

Kirwan R. et al. (2020) было продемонстрировано, что гиподинамия в период самоизоляции приводила к уменьшению площади поперечного сечения, объема и массы мышц, способствуя метаболической дисфункции (анаболическая резистентность) и приводя к саркопении [66].

Было показано, что существует сложная взаимосвязь между когнитивными, психологическими и физическими факторами, влияющими на возникновение хрупкости после самоизоляции в период пандемии COVID-19.

Итальянское исследование (Amanzio M. et al., 2021) «Lockdown effects on healthy cognitive aging during the COVID-19 pandemic: a longitudinal study» продемонстрировало сложную взаимосвязь между когнитивными, психологическими и физическими факторами пожилого и старшего населения. До пандемии (T0) было проведено обследование 81 здорового пожилого человека на предмет их нейропсихологических характеристик, включая физическую хрупкость, и общую хрупкость по шкале Fried. Затем люди прошли собеседование и повторное нейропсихологическое обследование во время карантина (T1) и сразу после него (T2). Кроме того, во время другого периода самоизоляции они прошли психологический скрининг (T3) для оценки возможных изменений настроения и усталости. Согласно критериям хрупкости, предложенным Fried, при T0 63% пациентов

были крепкими, 34,5% – прехрупкими и только 2,5% – хрупкими. Примечательно, что наблюдалось снижение HGS и скорости ходьбы (на 29,6 и 6,1% соответственно). Результаты множественных регрессионных моделей выявили вклад когнитивных и психологических факторов в объяснение снижения HGS и скорости походки. На этапе T3 хрупкость от самоизоляции объяснялась более высокими показателями по шкале депрессии Бека. Влияние психомоторной скорости реакций на хрупкость от самоизоляции было опосредовано депрессией [67].

Во время пандемии COVID-19 постельный режим и/или низкая физическая активность могут быть связаны либо с острым заболеванием, либо с повсеместным введением мер изоляции и социального дистанцирования [14].

Отсутствие физической активности во время пандемии COVID-19 могло способствовать развитию саркопении и хрупкости. Несколько исследований показали, что во время пандемии физическая активность значительно снизилась по сравнению с периодом до пандемии.

Согласно Ammar A. et al. (2020), пандемия COVID-19 изменила характер физической активности. Влияние домашнего образа жизни на различные аспекты здоровья и жизнедеятельности во время COVID-19 («Effects of COVID-19 home confinement on eating behaviour and physical activity: results of the ECLB-COVID19 international online survey», ECLB-COVID19) – крупное международное интернет-анкетное исследование, в котором изучалось влияние мер самоизоляции, связанных с первой волной COVID-19. В исследование включено 1047 человек, 9,8% из которых были старше 55 лет. Физическая активность снизилась примерно на 1/3 по сравнению с исходной интенсивностью, а время сидения увеличилось с 5 до 8 часов в сутки [26].

Хрупкость может быть возможным последствием карантина, введенного во время пандемии COVID-19, как у пожилых людей, инфицированных SARS-CoV-2, так и у неинфицированных [68]. Например, как показано Gale C. R. et al. (2018) в английском продольном исследовании старения «English longitudinal study of ageing» (2817 участников в возрасте ≥ 60 лет), пожилые люди, которые испытывали высокий уровень одиночества, подвергались повышенному риску стать физически хрупкими [69].

Пожилые люди, которые живут в одиночестве и социально неактивны, с большей вероятностью становятся хрупкими / нетрудоспособными из-за снижения физической активности во время пандемии.

Так, Yamada M. et al. (2021) провели исследование с целью изучения влияния пандемии COVID-19 на физическую активность и распространенность хрупкости среди пожилых людей в Японии, которые изначально не были хрупкими. В исследование были включены 937 пациентов. Авторы оценили общее время физической активности в четырех временных точках в соответствии с волнами распространения COVID-19 в Японии: январь 2020 года (до пандемии), апрель 2020 года (во время первой

волны), август 2020 года (во время второй волны) и январь 2021 года (во время третьей волны). Затем исследовали заболеваемость в течение годового периода наблюдения (во время пандемии). Было выявлено, что общее время физической активности во время первой, второй и третьей волн пандемии сократилось по сравнению с допандемическим периодом на 33,3%, 28,3% и 40,0% соответственно. В частности, общее время физической активности у пожилых людей, которые жили в одиночестве и были социально неактивны, значительно сократилось: на 42,9% (первая волна), на 50,0% (вторая волна) и на 61,9% (третья волна), чем до пандемии, соответственно. Кроме того, они подвергались значительно более высокому риску потери трудоспособности, чем те, кто не жил один и был социально активен (ОШ 2,04) [70].

Goethals L. et al. (2020) доказали, что последствия малоподвижного образа жизни могут быть менее значительными для детей и молодежи, но гораздо более серьезными для пожилых людей. Хотя пожилым людям необходимо оставаться дома, поскольку у них более высокий риск заболевания COVID-19, им необходимо избегать малоподвижного образа жизни. Физическая активность важна для пожилых людей, особенно для поддержания их уровня независимости, психического здоровья и благополучия [71].

По мнению Piotrowicz K. et al. (2021), на фоне COVID-19 негативное влияние гиподинамии и постельного режима на мышечную ткань может быть ещё более выраженным. Например, иммобилизация во время госпитализации с COVID-19 заметно отличается от иммобилизации из-за других состояний, таких как перелом конечности, сердечная недостаточность IV стадии по NYHA или тяжелая пневмония. При COVID-19 пациент может испытывать сильную слабость, часами проводить кислородную терапию с высокой скоростью потока или находиться в положении лежа, на лечении в отделении интенсивной терапии [14].

Крайне важно уделить особое внимание пожилым людям с уже имеющейся саркопенией, поскольку их характеристики могут ухудшиться при проведении изоляционных мероприятий.

Так, Cezón-Serrano N. et al. (2023) было проведено проспективное когортное исследование, с целью выявления функционального и эмоционального воздействия карантина из-за COVID-19 на пожилых людей с саркопенией, находящихся в стационаре, в течение 15 месяцев наблюдения. Участники прошли скрининг на саркопению, и в исследование были включены те, кто набрал ≥ 4 баллов по опроснику SARC-F. Оценки проводились до карантина (T1), через 12 месяцев (T2) и через 15-месяцев (T3). Функциональные тесты включали в себя тест вставания со стула, кистевую динамометрию, силу двуглавой мышцы плеча и четырехглавой мышцы бедра, измерение аппендикулярной мышечной массы, скорость походки, краткую батарею тестов физической работоспособности. Эмоциональная оценка включала краткий опрос о состоянии здоровья, опрос по гериатрической шкале депрессии и мини-тест на психическое состояние. Авторами было выявлено снижение силы бицепсов, а другие

показатели силы верхних и нижних конечностей показали тенденцию к снижению без изменений в отношении мышечной массы. Физическая работоспособность ухудшилась. Были затронуты когнитивные и эмоциональные компоненты, что привело к снижению качества жизни [72].

В России опубликованы результаты ряда исследований, посвященных влиянию различных аспектов COVID-19 на физическую активность населения.

Так, в 2021 году коллективом российских ученых была опубликована работа «Ассоциация ограничительных мер, обусловленных пандемией COVID-19, с изменением физической активности взрослого населения России». Это было первое исследование, посвященное изучению влияния пандемии COVID-19 на физическую активность взрослого населения России. Был проведен онлайн опрос в период действия строгих ограничений в России с 26.04.2020 г. по 06.06.2020 г. В опросе приняли участие 2540 респондентов в возрасте >18 лет из 62 регионов страны. Объем выборки, включенной в исследование, составил 2432 человека. Опросник включал 30 вопросов. Раздел 1 состоял из 10 вопросов, касающихся социально-демографических данных и выполнения рекомендаций по соблюдению режима самоизоляции. Раздел 2 был посвящен оценке физической активности, сна и малоподвижного образа жизни в период до пандемии COVID-19 и в последние 7 дней в период проведения опроса. Оценка физической активности проводилась в соответствии с рекомендуемым ВОЗ опросным инструментом мониторинга физической активности населения IPAQ-SF (International Physical Activity Questionnaire Short Form). Участников опроса попросили сообщить количество дней в неделю и количество минут в день, потраченных на выполнение занятий различной интенсивности (высокой и умеренной), пешую ходьбу, упражнения на укрепление мышц, гимнастику. Исследование показало, что по стране наблюдалось снижение всех видов физической активности в период пандемии. Доля участников, которые соответствовали рекомендациям Всемирной организации здравоохранения по любому виду физической активности, снизилась с 68 до 49% ($p<0,001$). Доля тех, кто выполнял рекомендацию Всемирной организации здравоохранения по силовым тренировкам в течение ≥ 2 дней в неделю снизилась с 53 до 45% ($p<0,001$) [73].

В 2023 году появилась научная статья «Уровни и виды физической активности в России по данным исследования ЭССЕ-РФ: есть ли след пандемии COVID-19?». В рамках эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ (Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний и их факторов риска в регионах Российской Федерации) ставилась задача изучения динамики уровней физической активности по данным с оценкой возможного влияния пандемии COVID-19. Были использованы данные ЭССЕ-РФ: ЭССЕ-РФ2 в 2017г, ЭССЕ-РФ3 в 2020–2022 гг. Выборка включала 28731 мужчин и женщин 35–74 лет из 15 регионов России. Уровень физической активности оценивался по анкете GPAQ (Global physical activity questionnaire). Было показано, что 27,4% людей имеют недостаточную

физическую активность. В динамике с 2017г по 2020–2022гг уровень физической активности населения снизился. Авторы считают, что выраженное снижение уровня ФА во всех когортах населения РФ может быть связано с дополнительным влиянием пандемии COVID-19. Резкое изменение образа

жизни, длительное нахождение дома, неблагоприятная эпидемиологическая обстановка, вызванная пандемией COVID-19, значительно увеличили количество тревожных и депрессивных расстройств, существенно снижающих интерес к физическим упражнениям [74].

Мальнутриция и неправильное питание

Мальнутриция – один из важных факторов риска саркопении. Снижение калорийности пищевого рациона, содержания белков, незаменимых аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон – все эти факторы увеличивают вероятность потери скелетно-мышечной ткани [75, 76, 77].

Мальнутриции могли способствовать патологические нарушения обоняния (аносмия) и вкуса (агевзия) во время коронавирусной инфекции. Так, по сведениям Agueman A. A. et al. (2020), во время острой стадии заболевания COVID-19 часто наблюдалась anosmia и ageusia. Авторы провели систематический обзор и метаанализ данных о 8438 пациентах с подтвержденной инфекцией COVID-19 из 13 стран. Общая доля пациентов с нарушением обоняния и вкуса составила 41,0% (95% ДИ от 28,5% до 53,9%) и 38,2% (95% ДИ от 24,0% до 53,6%) соответственно. При использовании объективных измерений была выявлена более высокая распространенность обонятельных дисфункций по сравнению с самооценками (ОШ 2,33; $p=0,01$) [78].

По данным Anker M. S. et al. (2021), пациенты с COVID-19 подвержены значительной потере веса и кахексии. Поэтому лечение пациентов с COVID-19 должно включать в себя диетическую поддержку. Специфической нутритивной поддержки для лечения COVID-19 не существует, но она представляет собой острую медицинскую потребность для предотвращения длительной нетрудоспособности COVID-19 [18].

Госпитализация пациента, а также связанное с тяжестью COVID-19 лечение в отделении интенсивной терапии приводит к увеличению риска мальнутриции и саркопении.

Wierdsma N. J. et al. (2021) опубликовали результаты проспективного исследования с участием 407 пациентов, госпитализированных с COVID-19. Оценивалось наличие жалоб, связанных с питанием (снижение аппетита, потеря обоняния, изменение вкуса, проблемы с жеванием и глотанием, тошнота, рвота, чувство сытости, частота и консистенция стула, тяжесть в желудке, необходимость в помощи при приеме пищи из-за слабости и одышки). Измеряли массу тела, ИМТ, риск саркопении по шкале SARC-F до, во время пребывания в больнице и после выписки. Большинство включенных пациентов были мужчинами (69%), средний возраст составил $64,8 \pm 12,4$ года, 60% были госпитализированы в отделение интенсивной терапии, средняя продолжительность лечения составила 15 дней, а уровень госпитальной смертности – 21%. Каждый третий пациент жаловался на изменение вкуса, потерю вкусовых ощущений и/или обоняния. До поступления в больницу у 67% пациентов

наблюдался избыточный вес (ИМТ >25 кг/м²). Серьезная острая потеря веса на фоне COVID-19 (>5 кг) была отмечена у 22% пациентов во время пребывания в больнице; большинство из этих пациентов (85%) были госпитализированы в отделение интенсивной терапии. Высокий риск развития саркопении (SARC-F ≥ 4 баллов) был выявлен у 73% пациентов. Таким образом, каждый пятый пациент, поступивший в больницу с COVID-19, страдал от серьезной острой потери веса, а у 73% был высокий риск саркопении [79].

Di Filippo L. et al. (2021), опубликовали результаты проспективного обсервационного когортного исследования пациентов с COVID-19. Было обследовано 213 пациентов (33% – женщины, средний возраст 59,0 лет, при первоначальном обследовании у 70% был избыточный вес/ожирение, 73% были госпитализированы). У 61 пациента (29% от общего числа и 31% госпитализированных пациентов по сравнению с 21% пациентов, получавших лечение дома, $p=0,14$) потеря массы тела составила $>5\%$ от первоначальной массы тела. У пациентов, которые похудели, наблюдалось более выраженное системное воспаление (уровень С-реактивного белка 62,9 против 48,7 мг/дл; $p=0,02$), нарушение функции почек (23,7% против 8,7% пациентов; $p=0,003$) и большей продолжительностью заболевания (32 против 24 дней; $p=0,047$) по сравнению с теми, кто не худел. При многофакторном логистическом регрессионном анализе продолжительность заболевания независимо предсказывала потерю веса (ОШ 1,05, $p=0,022$) [80].

По мнению Sapra L. et al. (2022), на фоне мальнутриции и коронавирусной инфекции увеличивается риск развития остеопороза. Негативную роль может играть сопутствующий недостаток витамина D и нарушения кишечной микробиоты. По мнению авторов, на фоне воспаления Т-хелперы и макрофаги, и их цитокины, такие как IL-6, IL-17, TNF- α , могут приводить к потере костной массы. Более того, SARS-CoV-2 поражает различные органы организма через рецепторы ACE2, включая костные клетки (остеобласты и остеокласты). Таким образом, существует как на прямое, так и на косвенное влияние SARS-CoV-2 на процесс ремоделирования кости. Авторы подчеркивают важность диетических вмешательств, включающих пробиотики [81].

Регулярный мониторинг питательного статуса необходим у всех гериатрических пациентов с COVID-19. Программы гериатрической реабилитации должны быть специально адаптированы к потребностям пожилых пациентов с COVID-19.

Grund S., Bauer J. M. (2022) считают, что мальнутриция была одним из наиболее распространенных

осложнений гериатрических пациентов выживших после тяжелого COVID-19. Потеря аппетита, а также изменения восприятия вкуса и запаха, могут спровоцировать ухудшение нутритивного статуса. В группе высокого риска мальнутриции находятся пациенты с дыхательной недостаточностью, которая требует госпитализации в отделение интенсивной терапии. Среди пациентов в домах престарелых, мальнутриция может быть связана с ранее существовавшими гериатрическими синдромами, такими как делирий. Саркопения также была очень распространена у выживших после COVID-19 гериатрических пациентов [82].

Однако на фоне самоизоляции у многих пациентов отмечено развитие ожирения. Исследователи отмечали, что возросла частота приемов нездоровой пищи. Интересно, что у ряда пациентов наблюдалось увеличение жировой массы в период самоизоляции.

Так, данные международного исследования «ECLB-COVID19» в Европе, Азии и Северной Африке показали, что во время пандемии нездоровая пища потреблялась чаще. Потребление пищи и особенности приема пищи (тип пищи, бесконтрольное питание, перекусы между приемами пищи, количество основных приемов пищи) были более вредными для здоровья [26].

Zeigler Z. (2021) считает, что наиболее важные факторы риска ожирения на фоне самоизоляции при COVID-19 включают: сидячий образ жизни, снижение физической активности, агевзия, частое перекусывание, повышенное потребление алкоголя, снижение потребления воды, тревожность, снижение качества сна [83].

Исследование, проведенное в Польше Sidor A, Rzymiski P. (2020), показало, что во время самоизоляции в 2020 году, возросло потребление в пищу консервированных продуктов, продуктов на основе муки и риса. В исследовании подчеркивается, что карантин, введенный для сдерживания инфекционного агента, может повлиять на пищевое поведение и диетические привычки, и рекомендуется организовать поддержку питания во время будущих карантин, связанных с эпидемией, особенно для наиболее уязвимых групп, включая лиц с избыточным весом и ожирением. Как показали авторы, три четверти опрошенных ели овощи или фрукты в лучшем случае один раз в день, что меньше рекомендованных 2 порций овощей в день, а 48,7% заявили, что они опасаются пойти в магазин за едой или потрогать только что купленные предметы. Кроме того, люди с ожирением имели тенденцию набирать вес в отличие от тех, кто страдает от недоедания, которые имели тенденцию к дальнейшему снижению веса. Более 43,0% людей сообщили, что едят и перекусывают больше, и эти тенденции чаще наблюдались у людей с избыточным весом и ожирением. Пациенты с избыточным весом, ожирением, чаще набирали вес, в то время как пациенты с недостаточным весом, как правило, еще больше его теряли. Увеличение массы тела было связано с менее частым употреблением овощей, фруктов и бобовых во время карантина, а также с более высоким потреблением мяса, молочных продуктов и продуктов быстрого приготовления.

Увеличение потребления алкоголя было отмечено у 14,6%, причем среди алкоголиков была выявлена более высокая склонность к употреблению алкоголя. Более 45% курильщиков отметили увеличение частоты курения во время карантина [65].

Исследование López-Moreno M. et al. (2020), проведенное в Испании, указывают на возможность того, что психологические компульсивные привычки в еде увеличились. В этом перекрестном исследовании использовались данные, собранные с помощью онлайн-анкетирования, в котором приняли участие в общей сложности 675 человек. 38,8% респондентов набрали массу тела, в то время как 31,1% потеряли его во время карантина. Увеличение массы тела положительно коррелировало с возрастом ($R = 0,14$, $p < 0,05$) и ИМТ ($R = 0,20$, $p < 0,05$). 39,7% участников сообщили о ухудшении качества сна, что коррелировало с ИМТ ($R = -0,18$, $p < 0,05$) и возрастом ($R = -0,21$, $p < 0,05$). У 21,8% и 11% людей были отмечены сильные и очень сильные влияния эмоций на аппетит, соответственно [84].

В 2021 году в Испании Sánchez E. et al. было опубликовано крупное исследование ($n = 1000$). Были проведены телефонные интервью, состоящие из 29 вопросов на тему образа жизни во время карантина. В группу вошли 51,5% женщин и 51% пациентов с избыточным весом или ожирением, средний возраст которых составлял 50 ± 18 лет. 44,5% респондентов сообщили о наборе веса во время карантина; из них 58,0% были женщинами, 69,9% ранее имели избыточный вес, 44,7% проживали с родственниками, которые также набирали вес, и 73,5% испытывали повышенный аппетит. 6,4% участников снизили массу тела за тот же период. Было обнаружено повышенное потребление высококалорийных продуктов по сравнению с респондентами, которые не набирали вес ($p \leq 0,016$). Факторами, независимо связанными с увеличением веса, были женский пол, избыточный вес в прошлом или ожирение, недостаточный контроль питания, повышенный аппетит и увеличение потребления подслащенных напитков, алкогольных напитков и закусок ($p \leq 0,023$) [85].

Интересная работа была проведена в Канаде. Glazer S. A., Vallis M. (2022) сообщили, что пандемия COVID-19 поставила под угрозу медицинское обслуживание людей, страдающих ожирением. Авторами был проведен онлайн-опрос (июнь-октябрь 2020 г.) пациентов, страдающих избыточным весом и ожирением (более $n = 2069$). Менее половины от общего числа респондентов считали, что их медицинские работники доступны для оказания им медицинской помощи, и предпочитали личные встречи телемедицине. Только четверть респондентов были удовлетворены своим лечением от ожирения. 60% респондентов сообщили об увеличении массы тела (в среднем они набрали 5,65 кг), при этом 39,0% набрали более 5% от своей массы тела (10,2% набрали более 10%). Более половины респондентов отметили снижение мотивации к здоровому питанию или физическим упражнениям. Треть респондентов стали чаще и в большем объеме потреблять пищу. Факторами риска увеличения массы тела были наличие ожирения до пандемии, проблемы с получением медицинской помощи во время пандемии [86].

Исследование, опубликованное Nzesi A. et al. (2022) в США, выявило увеличение массы тела (около 3 кг), ИМТ, диастолического артериального давления и уровня общего холестерина, а также изменение пищевых привычек (увеличение потребления жиров и масел и снижение потребления фруктов) по сравнению с контрольной группой до пандемии COVID-19 [87].

König M. et al. (2023) полагают, что неправильное питание является важным фактором развития хрупкости. Меры по изоляции привели не только к снижению физической активности среди пожилых людей; Карантинные меры и ограничения на пребывание дома, возможно, также повлияли на пищевое поведение и привычки, а также на массу тела среди населения в целом. Наблюдался рост частоты курения табака, увеличение потребления пищи, увеличение потребления высококалорийных продуктов и ухудшение гликемического контроля [21].

По мнению Bakaloudi D. R. et al. (2022), увеличение массы тела является тревожным последствием

изоляции во время пандемии COVID-19. Это приводит к потенциальному росту случаев избыточного веса, ожирения и связанных с ними рисков для здоровья, а также других неинфекционных заболеваний. Авторы изучали влияние первого периода карантина (март-май 2020 года) на массу тела и ИМТ как у взрослых, так и у подростков (старше 16 лет). У значительной части пациентов (11,1–72,4%) была отмечена повышенная масса тела, хотя от 7,2 до 51,4% пациентов сообщили о потере веса. Наблюдался значительный рост массы тела (ОШ 1,57) в период после карантина по сравнению с периодом до карантина [88].

Таким образом, на фоне COVID-19 наблюдались как потеря массы тела пациентов, связанная с тяжестью течения инфекции и, с другой стороны, ожирение на фоне самоизоляции и перекармливания. Необходимы дальнейшие исследования для оценки потенциального воздействия на конкретные группы пациентов, уделяя особое внимание риску потери веса, недоедания и саркопении у гериатрических пациентов.

Реабилитация после перенесенного COVID-19

Занятия физическими упражнениями в домашних условиях потенциально могут улучшить мышечную силу и физические функции, а рациональное питание в домашних условиях эффективно увеличивает мышечную массу, физические функции и качество жизни. Оба эти метода могут применяться в домашних условиях во время и после пандемии COVID-19 для облегчения саркопении и улучшения показателей здоровья пожилых людей.

Kirwan R. et al. (2020) предложили ряд стратегий по профилактике саркопении в домашних условиях, включая силовые упражнения, увеличение потребления белка и пищевых добавок, для реабилитации после COVID-19 [66].

Систематический обзор и мета-анализ, посвященный изучению эффективности домашних тренировок у пожилых людей, страдающих саркопенией, проживающих по месту жительства был опубликован Li M. L. et al. (2023). По сравнению с контролем (пациенты с обычным режимом двигательной активности), домашние упражнения значительно улучшили силу разгибания колена (0,56 кг, $p = 0,020$) и сократили время, необходимое для выполнения теста «Встань и иди» (–1,41 с, $p = 0,001$). Рациональное питание в домашних условиях было эффективным в плане увеличения аппендикулярной массы скелетных мышц (0,25 кг, $p = 0,030$), скорости походки (0,06 м/с, $p = 0,0001$) и качества жизни по шкалам опросника SF-36 – как суммарных показателей физического компонента (13,54, $p = 0,040$), так и суммарных показателей психического компонента (8,69, $p = 0,003$) [89].

В ретроспективном исследовании, проведенном в Италии Gobbi M. et al. (2021), масса скелетных мышц оказалась ключевым фактором, определяющим результаты реабилитации у пациентов с постострым COVID-19. 34 пациентам до и после 28-дневной многопрофильной реабилитационной

программы были измерены потеря массы тела, состав тела, HGS, функциональные параметры, насыщение крови кислородом и связанные с этим ощущения одышки в различных положениях. Лечение включало психологическую поддержку, когнитивно-поведенческую терапию, диетотерапию и физиотерапевтические процедуры, включая аэробные и силовые тренировки. Объем тренировок составлял 45 минут на сеанс, 6 сеансов в неделю. При поступлении распространенность саркопении среди наших пациентов составила 58%. У всех 34 пациентов авторы наблюдали тенденцию к улучшению всех показателей, связанных с дыханием, составом тела, мышечной силой и функциональными параметрами [90].

В Сербии Dragičević Cvjetković D, Stevandić D. (2021) было опубликовано проспективное исследование, посвященное влиянию тренировки сердечно-сосудистой системы на функциональные возможности пациентов в период реабилитации после пневмонии, вызванной COVID-19. В исследование были включены 84 пациента обоего пола, средний возраст которых составил $57,92 \pm 11,79$ лет, которые были госпитализированы в стационар в связи с пневмонией средней тяжести, вызванной вирусом COVID-19. Все пациенты проходили кардиотренировки три раза в неделю и трудотерапию в течение 28 дней стационарной реабилитации. Контрольным параметром была шестиминутная ходьба при поступлении в стационар и выписке из стационара после реабилитации. Авторы показали, что целенаправленная тренировка сердечно-сосудистой системы во время реабилитации приводит к улучшению функциональных возможностей пациентов после пневмонии, вызванной COVID-19 средней степени тяжести [91].

В процессе реабилитации пациентов с длительным течением COVID-19 может применяться дифференцированная лечебная физкультура,

при которой физическая активность вводится постепенно (например, в виде легких растяжек продолжительностью всего 5 минут в день) [5]. Несмотря на сокращение участия в групповых занятиях физической культурой в период самоизоляции, пожилые люди заявили о необходимости заниматься физическими упражнениями дома. Необходимо помочь пожилым людям освоить простые и безопасные способы поддержания физической активности в ограниченном пространстве. В этом контексте представляется важной поддержка физической активности пожилых людей дома [71].

Ларина В. Н. с соавт. (2020) показали, что реабилитация пациентов старшего возраста на амбулаторном этапе после перенесенного COVID-19 должна начинаться, по возможности, как можно раньше. Наиболее перспективными для респираторной реабилитации являются первые два месяца после острого периода коронавирусной инфекции. Приоритетными целями оказания медицинской помощи лицам старшего возраста в рамках реабилитации являются предупреждение или замедление функциональных нарушений, беспомощности, инвалидности, поддержание мобильности и сохранение ментального здоровья [92].

Важным представляется проведение медико-социального междисциплинарного онлайн-сопровождения пациентов при реабилитации после перенесенного COVID-19. В г. Витебск (Белоруссия) был внедрен в практику метод медико-социального междисциплинарного онлайн-сопровождения лиц старшего возраста в условиях инфекции COVID-19. За время работы с марта по июль 2020 года было проведено более 200 онлайн-консультаций с людьми старшего возраста, их родственниками и специалистами по социальной работе. С учетом снижения физической активности и социального общения для предупреждения прогрессирования таких основных гериатрических синдромов, как падения, гипомобильность, когнитивные нарушения, проводились индивидуальные или групповые онлайн-занятия в Skype, Viber по адаптивной лечебной физической культуре, где обязательными элементами были дыхательная гимнастика и упражнения на баланс. Полученные результаты наблюдения показали, что занятия с преподавателем, проводимые онлайн, имели положительное значение не только для поддержания физической активности, но и для сохранения социальных коммуникаций, снижая проявление тревожно-депрессивного синдрома [93].

Ткачева О. Н. с соавт. в 2020 году опубликовали согласованные рекомендации экспертов Российской ассоциации геронтологов и гериатров по профилактике, диагностике и лечению COVID-19 у гериатрических пациентов. Важная роль в лечебных и реабилитационных мероприятиях отводится правильному питанию с высоким содержанием белка и витаминов. Рекомендовано, принимая во внимание, что COVID-19 является заболеванием с высокой активностью воспаления 1,2–1,5 г белка на 1 кг массы тела в сутки, в случаях тяжелого течения заболевания у пациента с мальнутрицией – 2,0 г белка на 1 кг массы тела в сутки.

Обязательным является включение физической активности в комплексную программу лечения и реабилитации [94]. Важную роль физической активности и правильной нутритивной поддержки на фоне COVID-19, в том числе для профилактики саркопении, подчеркивают и другие научные публикации [75, 95, 96, 97].

Интерес представляют некоторые исследования, посвященных влиянию физической активности (плаванья) на состав тела пациентов, перенесших COVID-19.

В литературе редко освещается долгосрочное влияние физической активности на состав тела спортсменов-мастеров. Целью исследования Bielec G. et al. (2023) было выявление изменений в составе тела спортсменов-мастеров плавания в течение 4 лет, в том числе во время пандемии COVID-19. Кроме того, авторы хотели выяснить, возникали ли симптомы саркопении у спортсменов-мастеров плавания в течение анализируемого периода. В 2018 году с помощью биоимпедансного анализатора «InBody 270» были проанализированы составы тел 167 мастеров плавания. В 2022 году измерения были повторены. Для выявления изменений в составе тела, связанных с саркопенией, были рассчитаны индексы мышечной массы. У опытных пловцов за анализируемый период не было отмечено существенных изменений параметров состава тела ($p > 0,05$). Риск развития саркопении у обследованных спортсменов не был выявлен, и показатели саркопении заметно не изменились за 4-летний период ($p > 0,05$). Участники, перенесшие инфекцию SARS-CoV-2 в анамнезе, по составу тела не отличались от неинфицированных участников. Прекращение тренировок во время пандемии COVID-19 и заражения SARS-CoV-2 не привело к долгосрочным изменениям в составе тела опытных пловцов. Занятия плаванием в течение всей жизни, по-видимому, замедляют негативные изменения в составе тела, включая симптомы саркопении [98].

Jakše B. et al. (2024), в рамках проекта «PostCovSwim», который является частью более широкого международного исследования, было оценено влияние восьминедельной программы плавания на состояние пациентов после COVID-19 (на состав тела и рацион питания). Состав тела и рацион питания оценивали с помощью одобренного врачом и откалиброванного прибора биоэлектрического импеданса «Tanita 780 SMA» и опросников частоты приема пищи. В начале исследования большинство участников были классифицированы как имеющие избыточный вес на основе ИМТ. Удивительно, но, несмотря на восьминедельную программу, существенных изменений в составе тела не произошло. Кроме того, оценка рациона питания, которая оставалась неизменной на протяжении всего исследования, выявила дисбаланс в питании, характеризующийся нездоровым потреблением продуктов с низким содержанием углеводов и высоким содержанием жиров. Такой режим питания включал чрезмерное потребление ультрапереработанных продуктов питания; снижение потребления углеводов (39% по сравнению с 37%); увеличение общего потребления жиров (46%

по сравнению с 47%); увеличение количества насыщенных жирных кислот (14% по сравнению с 13%); повышение уровня холестерина (412 мг/сут против 425 мг/сут); повышенное содержание свободных сахаров; недостаточное потребление клетчатки (24 г/сут против 20 г/сут), полиненасыщенных жирных кислот (6,6% Е против 7,7% Е), витамин В12 (у женщин: 3,1 мкг/сут), витамин С (86 мг/сут против 66 мг/сут), витамин D (2 мкг/сут против 3,2 мкг/сут), фолиевая кислота (у мужчин: 258 мкг/сут), кальций (777 мг/сут против 743 мг/сут) и селен (у мужчин: 66 мкг/сут). Эти результаты подчеркивают настоятельную необходимость внедрения комплексных

мер в области питания и образа жизни для пациентов, перенесших COVID-19, для оптимизации их выздоровления и общего благополучия [99].

Таким образом, физические нагрузки являются абсолютно необходимым методом реабилитации после перенесенного COVID-19. Физические упражнения способствуют поддержанию здоровья опорно-двигательной системы в условиях самоизоляции. Долговременный благотворный эффект длительных занятий спортом подтвержден отсутствием саркопении у бывших профессиональных пловцов даже на фоне прекращения тренировок во время пандемии COVID-19.

Заключение

В настоящее время продолжается изучение новой коронавирусной инфекции и её последствий для здоровья у реконвалесцентов. Как было рассмотрено в нашем обзоре литературы, одним из последствий как острой, так и хронической инфекции COVID-19 является саркопения. Существует и обратная причинно-следственная взаимосвязь, когда на фоне уже существующей у пациента саркопении наблюдается более тяжелый вариант течения COVID-19, с высоким риском осложнений вплоть до летального исхода. Гериатрические пациенты находятся в группе риска, так как последствия

перенесенного COVID-19 как правило, более драматические. Как саркопения, так и новая коронавирусная инфекция имеют общие патологические механизмы – воспаление, преобладание катаболизма над анаболизмом, мальнутриция, гиподинамия. Таким образом, лечение пациентов с одновременным COVID-19 и саркопенией, а также саркопенией вследствие острого или долговременного COVID-19 должно быть комплексным. Однако данная научная проблема ещё далеко не решена, а методы её решения не исчерпаны. Поэтому перспективными будут новые научные исследования по данной тематике.

Литература | References

1. Lobanova O. A., Trusova D. S., Rudenko E. E. et al. Pathomorphology of a new coronavirus infection COVID-19. *Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2020;35(3):47–52. (In Russ.) doi: 10.29001/2073–8552–2020–35–3–47–52.
Лобанова О. А., Трусова Д. С., Руденко Е. Е. и др. Патоморфология новой коронавирусной инфекции COVID-19. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2020;35(3):47–52. doi: 10.29001/2073–8552–2020–35–3–47–52.
2. WHO. Number of COVID-19 cases reported to WHO. [Apr; 2024]. 2024. <https://data.who.int/dashboards/covid19/cases?n=c>
3. Woolford S. J., D'Angelo S., Curtis E. M. et al. COVID-19 and associations with frailty and multimorbidity: a prospective analysis of UK biobank participants. *Aging Clin Exp Res*. 2020;32(9):1897–1905. doi: 10.1007/s40520–020–01653–6.
4. Martone A. M., Tosato M., Ciciarello F. et al. Sarcopenia as potential biological substrate of long COVID-19 syndrome: prevalence, clinical features, and risk factors. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2022 Jun 14. doi: 10.1002/jcsm.12931.
5. Prusinski C., Yan D., Klasova J. et al. Multidisciplinary Management Strategies for Long COVID: A Narrative Review. *Cureus*. 2024;16(5): e59478. doi: 10.7759/cureus.59478.
6. Ivannikov A. A., Esaulenko A. N., Vasilchenko M. K. et al. COVID-19 and Cardiovascular System. Part II. Post-COVID Syndrome. *Russian Sklifosovsky Journal "Emergency Medical Care"*. 2021;10(2):248–258. (in Russ.) doi: 10.23934/2223–9022–2021–10–2–248–258.
Иванников А. А., Эсауленко А. Н., Васильченко М. К. и др. COVID-19 и сердечно-сосудистая система. Часть II. Постковидный синдром. *Журнал им. Н. В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. 2021;10(2):248–258. doi: 10.23934/2223–9022–2021–10–2–248–258.
7. Chippa V., Aleem A., Anjum F. Postacute Coronavirus (COVID-19) Syndrome. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls 2024. URL <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK570608>.
8. Kim O. T., Drapkina O. M., Rodionova Yu. V. Russian-language publication activity of medical researchers in during the COVID-19 pandemic: “post-COVID-19 syndrome”. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022;21(6):3299. (In Russ.) doi: 10.15829/1728–8800–2022–3299.
Ким О. Т., Драпкина О. М., Родионова Ю. В. Публикационная активность исследователей по медицинским специальностям на русском языке во время пандемии COVID-19: “постковидный синдром”. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022;21(6):3299. doi: 10.15829/1728–8800–2022–3299.
9. Peter R. S., Nieters A., Kräusslich H. G. et al. Post-acute sequelae of covid-19 six to 12 months after infection: population based study. *BMJ*. 2022;379: e071050. doi: 10.1136/bmj-2022–071050.
10. Mustafina S. V., Kashirina A. P. Diabetes mellitus in older patients under conditions of novel coronavirus infection (COVID-19). *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2021;4(4):414–419. (In Russ.) doi: 10.37586/2686–8636–4–2021–414–419.
Мустафина С. В., Каширина А. П. Сахарный диабет у пожилых пациентов в условиях новой коронавирусной инфекции (COVID-19). *Российский журнал гериатрической медицины*. 2021;4(4):414–419. doi: 10.37586/2686–8636–4–2021–414–419.

11. Karaseva A. A., Khudyakova A. D., Ragino Yu. I. Metabolic disorders and the risk of COVID-19. *Siberian Scientific Medical Journal*. 2022;42(1):4–12. (In Russ.) doi: 10.18699/SSMJ20220101.
Карасева А. А., Худякова А. Д., Рагино Ю. И. Нарушения метаболизма и риск заболевания COVID-19. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2022; 42(1):4–12. doi: 10.18699/SSMJ20220101.
12. Konson C., Zaretskaya K. Experience in long-term care organizing in Israel geriatric institutions during the COVID-19 pandemic. *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2021;(1):88–91. (In Russ.) doi: 10.37586/2686–8636–1–2021–88–91.
Консон К., Зарецкая К. Опыт организации длительного ухода в гериатрических учреждениях Израиля в период пандемии COVID-19. *Российский журнал гериатрической медицины*. 2021;(1):88–91. doi: 10.37586/2686–8636–1–2021–88–91.
13. Stam H. J., Stucki G., Bickenbach J. et al. European Academy of Rehabilitation Medicine Covid-19 and post intensive care syndrome: a call for action. *J Rehabil Med*. 2020;52: jrm00044. doi: 10.2340/16501977–2677.
14. Piotrowicz K., Gąsowski J., Michel J. P., Veronese N. Post-COVID-19 acute sarcopenia: physiopathology and management. *Aging Clin Exp Res*. 2021 Oct;33(10):2887–2898. doi: 10.1007/s40520–021–01942–8
15. Demidov A. A., Demidova L. A., D’jakova O. N., Vjazovaja O. V. Coronavirus infection recovery in 101-years-old female patient. *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2021;(3):365–367. (In Russ.) doi: 10.37586/2686–8636–3–2021–357–359.
Демидов А. А., Демидова Л. А., Дьякова О. Н., Вязовая О. В. Случай излечения от коронавирусной инфекции пациентки в возрасте 101 года. *Российский журнал гериатрической медицины*. 2021;(3):365–367. doi: 10.37586/2686–8636–3–2021–357–359.
16. Cruz-Jentoft A. J., Bahat G., Bauer J. et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16–31. doi: 10.1093/ageing/afy169.
17. Andreev D. A., Kamynina N. N. Modern Trends, Examples and Methods for Assessing Physical Activity of City Residents. *City Healthcare*. 2024;5(2):125–139. doi: 10.47619/2713–2617.zm.2024.v.5i2:125–139.
Андреев Д. А., Камынина Н. Н. Современные направления, примеры и методы оценки физической активности населения мегаполисов. *Здоровье мегаполиса*. 2024;5(2):125–139. doi: 10.47619/2713–2617.zm.2024.v.5i2:125–139 []
18. Anker M. S., Landmesser U., von Haehling S. et al. Weight loss, malnutrition, and cachexia in COVID-19: facts and numbers. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2021;12(1):9–13. doi: 10.1002/jcsm.12674.
19. Wang Y., Tan S., Yan Q., Gao Y. Sarcopenia and COVID-19 Outcomes. *Clin Interv Aging*. 2023 Mar 9; 18:359–373. doi: 10.2147/CIA.S398386.
20. Petrov M. V., Belugina T. N., Burmistrova L. F., Gracheva J. N. Comparative characteristics of the quality of life in patients with senile asthenia and history of COVID-19 three and six months after discharge from the hospital. *Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2022;37(1):123–128. (In Russ.) doi: 10.29001/2073–8552–2022–37–1–123–128.
Петров М. В., Белугина Т. Н., Бурмистрова Л. Ф., Грачева Ю. Н. Сравнительная оценка качества жизни пациентов со старческой астенией и перенесенным COVID-19 через 3 и 6 месяцев после выписки из стационара. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2022;37(1):123–128. doi: 10.29001/2073–8552–2022–37–1–123–128.
21. König M., Gollasch M., Komleva Y. Frailty after COVID-19: The wave after? *Aging Med (Milton)*. 2023 Jun 28;6(3):307–316. doi: 10.1002/agm2.12258.
22. Mao L., Jin H., Wang M. et al. Neurologic Manifestations of Hospitalized Patients With Coronavirus Disease 2019 in Wuhan, China. *JAMA Neurol*. 2020;77(6):683–690. doi: 10.1001/jamaneurol.2020.1127.
23. Orfei M. D., Porcari D. E., D’Arcangelo S. et al. A new look on long-COVID effects: the functional brain fog syndrome. *J Clin Med Res*. 2022;11:5529. doi: 10.3390/jcm11195529.
24. Ladds E., Rushforth A., Wieringa S. et al. Persistent symptoms after Covid-19: qualitative study of 114 “long Covid” patients and draft quality principles for services. *BMC Health Serv Res*. 2020;20(1):1144. doi: 10.1186/s12913–020–06001-y.
25. Hassan E. B., Phu S., Warburton E. et al. Frailty in stroke-a narrated review. *Life*. 2021;11:11. doi: 10.3390/life11090891.
26. Ammar A., Brach M., Trabelsi K. et al. Effects of COVID-19 home confinement on eating behaviour and physical activity: results of the ECLB-COVID19 international online survey. *Nutrients*. 2020;12:1583. doi: 10.3390/nu12061583.
27. Bektas A., Schurman S. H., Franceschi C., Ferrucci L. A public health perspective of aging: do hyper-inflammatory syndromes such as COVID-19, SARS, ARDS, cytokine storm syndrome, and post-ICU syndrome accelerate short- and long-term inflammation? *Immun Ageing*. 2020;17:23. doi: 10.1186/s12979–020–00196–8.
28. Marcos-Pérez D., Sánchez-Flores M., Proietti S. et al. Association of inflammatory mediators with frailty status in older adults: results from a systematic review and meta-analysis. *Geroscience*. 2020;42(6):1451–1473. doi: 10.1007/s11357–020–00247–4.
29. Abers M. S., Delmonte O. M., Ricotta E. E. et al. An immune-based biomarker signature is associated with mortality in COVID-19 patients. *JCI Insight*. 2021;6(1): e144455. doi: 10.1172/jci.insight.144455.
30. Inyutkina A. A., Nikulina V. P., Godkov M. A. Features of the Immune Response in COVID-19. *Russian Sklifosovsky Journal “Emergency Medical Care”*. 2023;12(1):122–129. doi: 10.23934/2223–9022–2023–12–1–122–129.
Инюткина А. А., Никулина В. П., Годков М. А. Особенности иммунного ответа при COVID-19. *Журнал им. Н. В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. 2023;12(1):122–129. doi: 10.23934/2223–9022–2023–12–1–122–129.
31. Welch C., Greig C., Masud T. et al. COVID-19 and Acute Sarcopenia. *Aging Dis*. 2020;11(6):1345–1351. doi: 10.14336/AD.2020.1014.
32. Soares M. N., Eggelbusch M., Naddaf E. et al. Skeletal muscle alterations in patients with acute Covid-19 and post-acute sequelae of Covid-19. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2022;13(1):11–22. doi: 10.1002/jcsm.12896.
33. Di Girolamo F. G., Fiotti N., Sisto U. G. et al. Skeletal muscle in hypoxia and inflammation: insights on the COVID-19 pandemic. *Front Nutr*. 2022;9:865402. doi: 10.3389/fnut.2022.865402.
34. de Andrade-Junior M. C., de Salles I. C. D., de Brito C. M. M. et al. Skeletal Muscle Wasting and Function Impairment in Intensive Care Patients With Severe COVID-19. *Front Physiol*. 2021;12:640973. doi: 10.3389/fphys.2021.640973.

35. Paneroni M., Simonelli C., Saleri M. et al. Muscle Strength and Physical Performance in Patients Without Previous Disabilities Recovering From COVID-19 Pneumonia. *Am J Phys Med Rehabil.* 2021;100(2):105–109. doi: 10.1097/PHM.0000000000001641.
36. Hannah J. R., Ali S. S., Nagra D. et al. Skeletal muscles and Covid-19: a systematic review of rhabdomyolysis and myositis in SARS-CoV-2 infection. *Clin Exp Rheumatol.* 2022;40(2):329–338. doi: 10.55563/clinexp Rheumatol/mkfmxt.
37. Hashemi B., Farhangi N., Toloui A. et al. Prevalence and Predictive Factors of Rhabdomyolysis in COVID-19 Patients: A Cross-sectional Study. *Indian J Nephrol.* 2024;34(2):144–148. doi: 10.4103/ijn.ijn_311_22.
38. Yu M., Zhang C., Wan S. et al. New predictive biomarkers for screening COVID-19 patients with rhabdomyolysis in combination with Cystatin C. *Shock.* 2024;61(4):549–556. doi: 10.1097/SHK.0000000000002258.
39. Samardzic T., Muradashvili T., Guirguis S. et al. Relationship Between Rhabdomyolysis and SARS-CoV-2 Disease Severity. *Cureus.* 2024;16(1):e53029. doi: 10.7759/cureus.53029.
40. Preger A., Wei R., Berg B., Golomb B. A. COVID-19-associated rhabdomyolysis: A scoping review. *Int J Infect Dis.* 2023;136:115–126. doi: 10.1016/j.ijid.2023.09.002.
41. Nashwan A. J., Alassaf A., Abujaber A. A. et al. Rhabdomyolysis in Critically Ill Patients With COVID-19: A Retrospective Study. *Cureus.* 2023;15(4):e37333. doi: 10.7759/cureus.37333.
42. Berdnikov G. A., Kudryashova N. Y., Migunova E. V. et al. Development of Rhabdomyolysis in the Long-term Period of Previous New Coronavirus Infection COVID-19 (Clinical Case Report). *Russian Sklifosovsky Journal "Emergency Medical Care".* 2021;10(3):452–459. (in Russ.) doi: 10.23934/2223–9022–2021–10–3–452–459. Бердников Г.А., Кудряшова Н.Е., Мигунова Е.В. и др. Развитие рабдомиолиза в отдаленном периоде перенесенной новой коронавирусной инфекции COVID-19 (клиническое наблюдение). Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». 2021;10(3):452–459. doi: 10.23934/2223–9022–2021–10–3–452–459.
43. Atieh O., Durieux J. C., Baissary J. et al. The Long-Term Effect of COVID-19 Infection on Body Composition. *Nutrients.* 2024;16(9):1364. doi: 10.3390/nut16091364.
44. López-Sampalo A., Cobos-Palacios L., Vilches-Pérez A. et al. COVID-19 in Older Patients: Assessment of Post-COVID-19 Sarcopenia. *Biomedicines.* 2023;11(3):733. doi: 10.3390/biomedicines11030733.
45. Davis H. E., Assaf G. S., McCorkell L. et al. Characterizing long COVID in an international cohort: 7 months of symptoms and their impact. *EClinicalMedicine.* 2021;38:101019. doi: 10.1016/j.eclinm.2021.101019.
46. Cohen K., Ren S., Heath K. et al. Risk of persistent and new clinical sequelae among adults aged 65 years and older during the post-acute phase of SARS-CoV-2 infection: retrospective cohort study. *BMJ.* 2022;376:e068414. doi: 10.1136/bmj-2021–068414.
47. Proal A. D., VanElzakker M. B. Long COVID or post-acute sequelae of COVID-19 (PASC): an overview of biological factors that may contribute to persistent symptoms. *Front Microbiol.* 2021;12:698169. doi: 10.3389/fmicb.2021.698169.
48. Greco G. I., Noale M., Trevisan C. et al. Increase in Frailty in Nursing Home Survivors of Coronavirus Disease 2019: Comparison With Noninfected Residents. *J Am Med Dir Assoc.* 2021;22(5):943–947.e3. doi: 10.1016/j.jamda.2021.02.019.
49. Müller I., Mancinetti M., Renner A. et al. Frailty assessment for COVID-19 follow-up: a prospective cohort study. *BMJ Open Respir Res.* 2022;9(1):e001227. doi: 10.1136/bmjresp-2022–001227.
50. Hirose T., Sawaya Y., Ishizaka M. et al. Frailty under COVID-19 pandemic in Japan: Changes in prevalence of frailty from 2017 to 2021. *J Am Geriatr Soc.* 2023;71(5):1603–1609. doi: 10.1111/jgs.18237.
51. Maltese G., Corsonello A., Di Rosa M. et al. Frailty and COVID-19: a systematic scoping review. *J Clin Med Res.* 2020;9(7):2106. doi: 10.3390/jcm9072106.
52. Altuna-Venegas S., Aliaga-Vega R., Maguiña J. L. et al. Risk of community-acquired pneumonia in older adults with sarcopenia of a hospital from Callao, Peru 2010–2015. *Arch Gerontol Geriatr.* 2019;82:100–105. doi: 10.1016/j.archger.2019.01.008.
53. Maeda K., Akagi J. Muscle Mass Loss Is a Potential Predictor of 90-Day Mortality in Older Adults with Aspiration Pneumonia. *J Am Geriatr Soc.* 2017;65(1):e18–e22. doi: 10.1111/jgs.14543.
54. Weijs P. J., Looijaard W. G., Dekker I. M. et al. Low skeletal muscle area is a risk factor for mortality in mechanically ventilated critically ill patients. *Crit Care.* 2014;18(2):R12. doi: 10.1186/cc13189.
55. Kou H. W., Yeh C. H., Tsai H. I. et al. Sarcopenia is an effective predictor of difficult-to-wean and mortality among critically ill surgical patients. *PLoS One.* 2019;14(8):e0220699. doi: 10.1371/journal.pone.0220699.
56. Schinas G., Dimakopoulou V., Dionysopoulos K. et al. Radiologic Features of T10 Paravertebral Muscle Sarcopenia: Prognostic Factors in COVID-19. *J Clin Med Res.* 2023;15(7):368–376. doi: 10.14740/jocmr4963.
57. Surov A., Kardas H., Besutti G. et al. Prognostic Role of the Pectoralis Musculature in Patients with COVID-19. A Multicenter Study. *Acad Radiol.* 2023;30(1):77–82. doi: 10.1016/j.acra.2022.05.003.
58. Grigioni S., Lvovschi V. E., Tamion F. et al. Low thoracic skeletal muscle index is associated with negative outcomes in 244 patients with respiratory COVID-19. *Clin Nutr.* 2023;42(2):102–107. doi: 10.1016/j.clnu.2022.11.011.
59. Del Brutto O. H., Mera R. M., Pérez P. et al. Hand grip strength before and after SARS-CoV-2 infection in community-dwelling older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2021;69(10):2722–2731. doi: 10.1111/jgs.17335.
60. Pucci G., D'Abbondanza M., Curcio R. et al. Handgrip strength is associated with adverse outcomes in patients hospitalized for COVID-19-associated pneumonia. *Intern Emerg Med.* 2022;17(7):1997–2004. doi: 10.1007/s11739-022-03060-3.
61. Kara Ö., Kara M., Akın M. E., Özçakar L. Grip strength as a predictor of disease severity in hospitalized COVID-19 patients. *Heart Lung.* 2021;50(6):743–747. doi: 10.1016/j.hrtlng.2021.06.005.
62. Tuzun S., Keles A., Okutan D. et al. Assessment of musculoskeletal pain, fatigue and grip strength in hospitalized patients with COVID-19. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2021;57(4):653–662. doi: 10.23736/S1973–9087.20.06563–6.
63. Gil S., Jacob Filho W., Shinjo SK. et al. Muscle strength and muscle mass as predictors of hospital length of stay in patients with moderate to severe COVID-19: a prospective observational study. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2021;12(6):1871–1878. doi: 10.1002/jcsm.12789.
64. Kortebein P., Symons T. B., Ferrando A. et al. Functional impact of 10 days of bed rest in healthy older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2008;63:1076–1081. doi: 10.1093/gerona/63.10.1076.

65. Sidor A., Rzymiski P. Dietary Choices and Habits during COVID-19 Lockdown: Experience from Poland. *Nutrients*. 2020;12(6):1657. doi: 10.3390/nu12061657.
66. Kirwan R., McCullough D., Butler T. et al. Sarcopenia during COVID-19 lockdown restrictions: long-term health effects of short-term muscle loss. *Geroscience*. 2020;42(6):1547–1578. doi: 10.1007/s11357-020-00272-3.
67. Amanzio M., Canessa N., Bartoli M. et al. Lockdown Effects on Healthy Cognitive Aging During the COVID-19 Pandemic: A Longitudinal Study. *Front Psychol*. 2021;12:685180. doi: 10.3389/fpsyg.2021.685180.
68. Sealy M. J., van der Lucht F., van Munster B. C. et al. Frailty among older people during the first wave of the COVID-19 pandemic in The Netherlands. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19:3669. doi: 10.3390/ijerph19063669.
69. Gale C. R., Westbury L., Cooper C. Social isolation and loneliness as risk factors for the progression of frailty: the English longitudinal study of ageing. *Age Ageing*. 2018;47(3):392–397. doi: 10.1093/ageing/afx188.
70. Yamada M., Kimura Y., Ishiyama D. et al. The Influence of the COVID-19 Pandemic on Physical Activity and New Incidence of Frailty among Initially Non-Frail Older Adults in Japan: A Follow-Up Online Survey. *J Nutr Health Aging*. 2021;25(6):751–756. doi: 10.1007/s12603-021-1634-2.
71. Goethals L., Barth N., Guyot J. et al. Impact of Home Quarantine on Physical Activity Among Older Adults Living at Home During the COVID-19 Pandemic: Qualitative Interview Study. *JMIR Aging*. 2020;3(1):e19007. doi: 10.2196/19007.
72. Cezón-Serrano N., Arnal-Gómez A., Arjona-Tinaut L., Cebrià I Iranzo M. À. Functional and emotional impact of COVID-19 lockdown on older adults with sarcopenia living in a nursing home: A 15-month follow-up. *Nurs Health Sci*. 2023;25(4):597–608. doi: 10.1111/nhs.13050.
73. Mukaneeva D. K., Kontsevaya A. V., Antsiferova A. A. et al. Association of COVID-19 lockdown measures with changes in physical activity of the adult population of Russia. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2021;20(7):2938. (in Russ.) doi: 10.15829/1728-8800-2021-2938.
Муканеева Д. К., Концевая А. В., Анциферова А. А. и др. Ассоциация ограничительных мер, обусловленных пандемией COVID-19, с изменением физической активности взрослого населения России. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2021;20(7):2938. doi: 10.15829/1728-8800-2021-2938.
74. Kotova M. B., Maksimov S. A., Shalnova S. A. et al. Levels and types of physical activity in Russia according to the ESSE-RF study: is there a trace of the COVID-19 pandemic? *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023;22(8S):3787. (In Russ.) doi: 10.15829/1728-8800-2023-3787.
Котова М. Б., Максимов С. А., Шальнова С. А. и др. Уровни и виды физической активности в России по данным исследования ЭССЕ-РФ: есть ли след пандемии COVID-19? Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2023;22(8S):3787. doi: 10.15829/1728-8800-2023-3787.
75. Kurmaev D. P., Bulgakova S. V., Treneva E. V. et al. Nutritional support in a comprehensive program of prevention and treatment of sarcopenia. *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2023;1(1):29–38. (In Russ.) doi: 10.37586/2686-8636-1-2023-29-38.
Курмаев Д. П., Булгакова С. В., Тренева Е. В. и др. Нутритивная поддержка в комплексной программе профилактики и лечения саркопении. Российский журнал гериатрической медицины. 2023;1(1):29–38. doi: 10.37586/2686-8636-1-2023-29-38.
76. Kurmaev D. P., Bulgakova S. V., Treneva E. V. et al. Possibilities of using branched-chain amino acids for the treatment and prevention of sarcopenia in elderly and old patients (literature review). *Acta Biomedica Scientifica*. 2023;8(3):106–114. (in Russ.) doi: 10.29413/ABS.2023-8.3.11.
Курмаев Д. П., Булгакова С. В., Тренева Е. В. и др. Возможности применения аминокислот с разветвлёнными боковыми цепями (BCAA) для лечения и профилактики саркопении у пациентов пожилого и старческого возраста (обзор литературы). Acta Biomedica Scientifica. 2023;8(3):106–114. doi: 10.29413/ABS.2023-8.3.11.
77. Kurmaev D. P., Bulgakova S. V., Treneva E. V. et al. Malnutrition, dysfunction of the gastrointestinal tract and sarcopenia – features of combined pathology. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2024;2(2):111–119. (In Russ.) doi: 10.31146/1682-8658-ecg-222-2-111-119.
Курмаев Д. П., Булгакова С. В., Тренева Е. В. и др. Мальнутриция, нарушение функции желудочно-кишечного тракта и саркопении – особенности сочетанной патологии. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2024;2(2):111–119. doi: 10.31146/1682-8658-ecg-222-2-111-119.
78. Agyeman A. A., Chin K. L., Landersdorfer C. B. et al. Smell and Taste Dysfunction in Patients With COVID-19: A Systematic Review and Meta-analysis. *Mayo Clin Proc*. 2020;95(8):1621–1631. doi: 10.1016/j.mayocp.2020.05.030.
79. Wierdsma N. J., Kruizenga H. M., Konings L. A. et al. Poor nutritional status, risk of sarcopenia and nutrition related complaints are prevalent in COVID-19 patients during and after hospital admission. *Clin Nutr ESPEN*. 2021;43:369–376. doi: 10.1016/j.clnesp.2021.03.021.
80. Di Filippo L., De Lorenzo R., D'Amico M. et al. COVID-19 is associated with clinically significant weight loss and risk of malnutrition, independent of hospitalisation: A post-hoc analysis of a prospective cohort study. *Clin Nutr*. 2021;40(4):2420–2426. doi: 10.1016/j.clnu.2020.10.043.
81. Sapra L., Saini C., Garg B. et al. Long-term implications of COVID-19 on bone health: pathophysiology and therapeutics. *Inflamm Res*. 2022;71(9):1025–1040. doi: 10.1007/s00011-022-01616-9.
82. Grund S., Bauer J. M. Malnutrition and Sarcopenia in COVID-19 Survivors. *Clin Geriatr Med*. 2022;38(3):559–564. doi: 10.1016/j.cger.2022.04.001.
83. Zeigler Z. COVID-19 Self-quarantine and Weight Gain Risk Factors in Adults. *Curr Obes Rep*. 2021;10(3):423–433. doi: 10.1007/s13679-021-00449-7.
84. López-Moreno M., López M. T. I., Miguel M., Garcés-Rimón M. Physical and Psychological Effects Related to Food Habits and Lifestyle Changes Derived from Covid-19 Home Confinement in the Spanish Population. *Nutrients*. 2020;12(11):3445. doi: 10.3390/nu12113445.
85. Sánchez E., Lecube A., Bellido D. et al. Leading Factors for Weight Gain during COVID-19 Lockdown in a Spanish Population: A Cross-Sectional Study. *Nutrients*. 2021;13(3):894. doi: 10.3390/nu13030894.
86. Glazer S. A., Vallis M. Weight gain, weight management and medical care for individuals living with overweight and obesity during the COVID-19 pandemic (EPOCH Study). *Obes Sci Pract*. 2022;8(5):556–568. doi: 10.1002/osp4.591.

87. Nzesi A., Roychowdhury L., De Jesus M. L. et al. Body weight, dietary intake, and health risk factors pre-COVID and during the COVID-19 pandemic. *Appetite*. 2022;178:106182. doi: 10.1016/j.appet.2022.106182.
88. Bakaloudi D. R., Barazzoni R., Bischoff S. C. et al. Impact of the first COVID-19 lockdown on body weight: A combined systematic review and a meta-analysis. *Clin Nutr*. 2022;41(12):3046–3054. doi: 10.1016/j.clnu.2021.04.015.
89. Li M. L., Kor P. P., Sui Y. F., Liu J. Y. Health maintenance through home-based interventions for community-dwelling older people with sarcopenia during and after the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis. *Exp Gerontol*. 2023;174:112128. doi: 10.1016/j.exger.2023.112128.
90. Gobbi M., Bezzoli E., Ismelli F. et al. Skeletal Muscle Mass, Sarcopenia and Rehabilitation Outcomes in Post-Acute COVID-19 Patients. *J Clin Med*. 2021;10(23): 5623. doi: 10.3390/jcm10235623.
91. Dragičević Cvjetković D., Stevandić D. Effect of cardiovascular training on functional capacity in post-acute rehabilitation of COVID-19 patients. *Scripta Medica*. 2021;52(3):211–4. doi: 10.5937/scriptamed52-33573.
92. Larina V. N., Karpenko D. G., Soloviyev S. S., Shergova E. N. Rehabilitation of the elderly patients after pneumonia caused by SARS-CoV-2: the continuity of inpatient and outpatient stages. *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2020;(4):327–332. (In Russ.) doi: 10.37586/2686-8636-4-2020-327-332.
- Ларина В. Н., Карпенко Д. Г., Соловьев С. С., Шергова Е. Н. Подходы к реабилитации пациентов старшего возраста после перенесенной пневмонии, вызванной SARS-CoV-2: преемственность стационарного и амбулаторного этапов. *Российский журнал гериатрической медицины*. 2020;(4):327–332. doi: 10.37586/2686-8636-4-2020-327-332.
93. Alenskaya T. L. Experience in organizing medical and social interdisciplinary online support for seniors during COVID-19 infection. *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2021;(4):435–443. (In Russ.) doi: 10.37586/2686-8636-4-2021-435-443.
- Оленская Т. Л. Опыт организации медико-социального междисциплинарного онлайн-сопровождения лиц старшего возраста в период инфекции COVID-19. *Российский журнал гериатрической медицины*. 2021;(4):435–443. doi: 10.37586/2686-8636-4-2021-435-443.
94. Tkacheva O. N., Kotovskaya Yu. V., Aleksanian L. A. et al. Consensus statement of the Russian association of gerontologists and geriatricians «Novel coronavirus SARS-CoV-2 infection in older adults: specific issues of prevention, diagnostics and management» (key points). *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2020;(4):281–293. (In Russ.) doi: 10.37586/2686-8636-4-2020-281-293.
- Ткачева О. Н., Котовская Ю. В., Алексанян Л. А. и др. Согласованная позиция экспертов Российской ассоциации геронтологов и гериатров «Новая коронавирусная инфекция SARS-CoV-2 у пациентов пожилого и старческого возраста: особенности профилактики, диагностики и лечения» (основные положения). *Российский журнал гериатрической медицины*. 2020;(4):281–293. doi: 10.37586/2686-8636-4-2020-281-293.
95. Solgalova S. A., Kechedzhieva S. G. Nutrition of elderly persons during a new coronavirus infection. *Meditsinskiy sovet = Medical Council*. 2022;(15):144–151. (In Russ.) doi: 10.21518/2079-701X-2022-16-15-144-151.
- Солгалова С. А., Кечеджиева С. Г. Питание пожилых людей в период новой коронавирусной инфекции. *Медицинский Совет*. 2022;(15):144–151. doi: 10.21518/2079-701X-2022-16-15-144-151.
96. Kurmaev D. P., Bulgakova S. V., Treneva E. V., Chetverikova I. S. Frailty, sarcopenia and COVID-19 in geriatric patients (Literature review). *Advances in Gerontology*. 2022;35(5):726–736. (In Russ.) doi: 10.34922/AE.2022.35.5.009.
- Курмаев Д. П., Булгакова С. В., Тренева Е. В., Четверикова И. С. Старческая астения, саркопения и COVID-19 у гериатрических пациентов (обзор литературы). *Успехи геронтологии*. 2022;35(5):726–736. doi: 10.34922/AE.2022.35.5.009.
97. Kurmaev D. P., Bulgakova S. V., Treneva E. V. et al. COVID-19, NeuroCOVID-19 and cognitive impairment in elderly and old patients (Literature review). *Advances in Gerontology*. 2023;36(1):98–108. (In Russ.) doi: 10.34922/AE.2023.36.1.013.
- Курмаев Д. П., Булгакова С. В., Тренева Е. В. и др. COVID-19, нейрокوفيد и когнитивные нарушения у пациентов пожилого и старческого возраста (обзор литературы). *Успехи геронтологии*. 2023;36(1):98–108. doi: 10.34922/AE.2023.36.1.013.
98. Bielec G., Goździewska A., Langhammer B., Boryslawski K. Body Composition of Master Swimmers before and after the COVID-19 Pandemic: A Longitudinal Study. *J Clin Med*. 2023;12(22):6992. doi: 10.3390/jcm12226992.
99. Jakše B., Gilić B., Đurović M., Šajber D. The Effects of an Eight-Week Swimming Program on Body Composition and Assessment of Dietary Intake in Post-COVID-19 Patients. *J Nutr Metab*. 2024;2024:3037784. doi: 10.1155/2024/3037784.