

Шаговый 6-минутный тест у пациентов, госпитализированных с COVID-19

Т.В. Канаева[✉], <https://orcid.org/0000-0002-9451-9318>, tatyanakanaeva7795@gmail.com

Н.А. Кароли, <https://orcid.org/0000-0002-7464-826X>, nina.karoli.73@gmail.com

Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского; 410012, Россия, Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112

Резюме

Введение. Шестиминутный шаговый тест (6МШТ) играет ключевую роль в оценке функциональной переносимости нагрузки и прогноза при широком спектре хронических респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний. При острых бронхолегочных заболеваниях, в частности COVID-19, данные о возможностях использования 6МШТ практически отсутствуют.

Цель. Сопоставить результаты 6МШТ с клинико-лабораторными показателями пациентов, госпитализированных с COVID-19.

Материалы и методы. В проспективное нерандомизированное сравнительное исследование были последовательно включены 117 пациентов, госпитализированных с подтвержденным диагнозом COVID-19. Все пациенты при поступлении в стационар выполнили 6МШТ в соответствии с международными рекомендациями.

Результаты. В процессе 6МШТ пациенты прошли в среднем 390 м (340,0; 420,0). У 96,6% больных отмечалось выраженное ограничение физической активности. Десатурация зарегистрирована у 25 (21,4%) пациентов. При проведении корреляционного анализа установлено, что результат теста с физической нагрузкой (количество пройденных метров) связан с исходной и конечной SpO_2 , наличием десатурации, выраженностью одышки по Боргу, возрастом пациентов, тяжестью течения COVID-19, лабораторными признаками активности воспалительного процесса при поступлении. Выявлены взаимосвязи между результатами 6МШТ (количество пройденных метров и % снижения SpO_2) и длительностью госпитализации, максимальным объемом поражения легких по данным КТ, максимальной выраженностью лабораторных признаков воспаления (СРБ, ферритин), потребностью в кислородотерапии, объемом противовоспалительной терапии (дозы системных глюкокортикоидов, проведение пульс-терапии метилпреднизолоном).

Заключение. У пациентов с COVID-19 развивается снижение физической работоспособности, которое носит многофакторный характер. Среди них можно обсуждать дыхательную недостаточность, обусловленную поражением легочной ткани, мышечную слабость, поражение нервной системы (тревога, депрессия), а также системное воспаление, характеризующее тяжесть инфекции и связанного с ней иммунного ответа. Результаты 6МШТ могут иметь определенное прогностическое значение в отношении тяжести течения заболевания, выраженности системного воспаления, потребности в оксигенотерапии, проведении пульс-терапии глюкокортикоидами.

Ключевые слова: COVID-19, 6-минутный шаговый тест (6МШТ), одышка, десатурация, SpO_2

Для цитирования: Канаева ТВ, Кароли НА. Шаговый 6-минутный тест у пациентов, госпитализированных с COVID-19. *Медицинский совет.* 2024;18(9):160–167. <https://doi.org/10.21518/ms2024-209>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

6-minute walk test in patients hospitalized with COVID-19

Tatyana V. Kanaeva[✉], <https://orcid.org/0000-0002-9451-9318>, tatyanakanaeva7795@gmail.com

Nina A. Karoli, <https://orcid.org/0000-0002-7464-826X>, nina.karoli.73@gmail.com

Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky; 112, Bolshaya Kazachya St., Saratov, 410012, Russia

Abstract

Introduction. The 6 Minute Walk Test (6MWT) plays a key role in assessing functional exercise tolerance and prognosis for a wide range of chronic respiratory and cardiovascular diseases. In acute bronchopulmonary diseases, in particular COVID-19, there is practically no data on the possibilities of using 6MWT.

Aim. To compare the results of a 6-minute walk test with clinical and laboratory parameters of patients hospitalized with new coronavirus infection.

Materials and methods. The prospective, non-randomized comparative study sequentially enrolled 117 patients hospitalized with a confirmed diagnosis of COVID-19. Upon admission to the hospital, all patients performed 6MWT in accordance with international recommendations.

Results. During the 6-minute trial, patients walked an average of 390 m (340.0; 420.0). In 96.6% of patients, there was a marked limitation of physical activity. Desaturation during the 6-minute test was registered in 25 (21.4%) patients. When conducting a correlation analysis, it was found that the result of the test with physical activity (the number of meters traveled) is associated with both initial and final SpO_2 , the presence of desaturation and the severity of dyspnea according to Borg, with the age of patients, the severity of the course of new coronavirus infection, laboratory signs of the activity of the inflammatory process.

upon admission. Relationships between the results of 6MWT (the number of meters covered and the % decrease in SpO_2) and the duration of hospitalization, the maximum volume of lung damage according to CT data, the maximum severity of laboratory signs of inflammation (CRP, ferritin) during hospitalization, the need for oxygen therapy, the volume of anti-inflammatory therapy (doses of systemic glucocorticoids, pulse therapy with methylprednisolone). Patients with desaturation during exercise had a more severe course of the disease with a large amount of lung tissue damage, as well as higher laboratory indicators of the activity of the inflammatory process. It was also found that patients who desaturate during the exercise test more often required oxygen therapy during hospitalization, more often pulse therapy with methylprednisolone was performed.

Conclusion. Patients with COVID-19 develop a decrease in physical performance, which is multifactorial. These include respiratory failure due to lung tissue damage, muscle weakness, nervous system damage (anxiety, depression), and systemic inflammation, which characterizes the severity of the infection and the associated immune response. The results of 6MWT may have a certain prognostic value in terms of the severity of the course of the disease, the severity of systemic inflammation, the need for oxygen therapy, and pulse therapy with glucocorticoids.

Keywords: COVID-19, 6-minute walk test (6MWT), dyspnea, desaturation, SpO_2

For citation: Kanaeva TV, Karoli NA. 6-minute walk test in patients hospitalized with COVID-19. *Meditinskiy Sovet*. 2024;18(9):160–167. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2024-209>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Снижение толерантности к физической нагрузке является важным симптомом большинства хронических заболеваний дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Наиболее распространенным методом оценки переносимости физической нагрузки в клинической практике является 6-минутный шаговый тест (6МШТ), который считается достоверным и надежным показателем физической способности людей. Хорошо известно, что 6МШТ играет ключевую роль в оценке функциональной переносимости нагрузки, оценке прогноза, определении результатов клинических испытаний и оценке ответа на лечение при широком спектре хронических респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний. Показано, что 6МШТ сильнее коррелирует с показателями пиковой работоспособности и физической активности, чем с дыхательной функцией или качеством жизни [1]. При выполнении 6МШТ прогностическое значение имеет показатель дистанции, при этом расстояние менее 350 м свидетельствует о повышении риска летального исхода при хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ), легочной артериальной гипертензии (ЛАГ), интерстициальных заболеваниях легких (ИЗЛ) [1–3]. Тест 6-минутной ходьбы исходно не предназначен для документирования десатурации кислорода во время нагрузки, но часто используется для этой цели. Диагностическое и прогностическое значение выявления десатурации O_2 при физической нагрузке до сих пор точно неизвестно. Десатурация во время 6МШТ дает информацию о тяжести и прогнозе у пациентов с ХОБЛ, ИЗЛ, ЛАГ и системной склеродермией с поражением легких [1]. Десатурация во время 6МШТ связана с более тяжелым заболеванием, более высоким уровнем одышки, меньшей мышечной силой, нарушением повседневной физической активности и десатурации во время повседневной активности при ряде хронических респираторных заболеваний [1]. Эти данные подтверждают клиническое значение количественной оценки десатурации во время 6МШТ.

При острых бронхолегочных заболеваниях, в частности пневмониях и новой коронавирусной инфекции

(НКИ), данные о возможностях использования функциональных нагрузочных тестов практически отсутствуют. Опубликовано не так много клинических исследований, в которых оценивались результаты 6МШТ у больных с перенесенной НКИ различных сроков давности [4–6]. Во «Временных методических рекомендациях по диагностике и лечению НКИ» указано, что при проведении диспансеризации пациентам, перенесшим НКИ с поражением легких, необходимо выполнить «измерение насыщения крови кислородом (сатурация) в покое и при нагрузке (возможно проведение теста с 6-минутной ходьбой с определением сатурации до и после теста)» [7]. Также 6МШТ используют для оценки эффективности реабилитационных программ у пациентов с перенесенной НКИ [8–11].

Цель – сопоставить результаты 6-минутного шагового теста с клинико-лабораторными показателями пациентов, госпитализированных с НКИ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В проспективное поперечное нерандомизированное открытое сравнительное исследование последовательно были включены пациенты, госпитализированные в COVID-госпиталь с подтвержденным диагнозом НКИ.

Критерии включения:

- Госпитализированные пациенты с подтвержденным COVID-19.
- Поражение легких при поступлении 1–4-й степени.
- Согласие больного на участие в исследовании.
- Возраст 40–70 лет.
- Потребность в постоянной кислородотерапии на момент выполнения теста.

Критерии исключения:

- Наличие сопутствующих заболеваний: острый коронарный синдром и острое нарушение мозгового кровообращения за последние 3 мес. до госпитализации, сердечная недостаточность III и IV ФК по NYHA в анамнезе, заболевания периферических сосудов, других хронических заболеваний в фазе обострения, онкологической патологии.

- Заболевания бронхов и легких другой этиологии.
- Наличие заболеваний, ограничивающих возможность выполнения теста с физической нагрузкой (например, неврологическое заболевание или заболевание опорно-двигательного аппарата, вызывающее нарушение походки, выраженные когнитивные нарушения).

Всем пациентам при поступлении в стационар были выполнены компьютерная томография органов грудной клетки (КТ ОГК), лабораторные анализы (общий анализ крови, Д-димер, СРБ, ферритин, ИЛ-6, ЛДГ). Затем пациенты (в первые 3 дня от поступления) выполняли 6МШТ в соответствии с международными рекомендациями [1]. Пациентам было предложено пройти как можно большее расстояние по 30-метровому коридору лечебного учреждения. Должное расстояние определяли по приведенным ниже формулам, которые учитывают возраст в годах, массу тела в килограммах, рост в сантиметрах, индекс массы тела (ИМТ). Значение 6МШТ для мужчин: $6МШТ = 7,57 \times \text{рост} - 5,02 \times \text{возраст} - 1,76 \times \text{масса} - 309$. Значение 6МШТ для женщин: $6МШТ = 2,11 \times \text{рост} - 2,29 \times \text{масса} - 5,78 \times \text{возраст} + 667$ [1].

Для оценки выраженности одышки использовалась оригинальная шкала Борга (6–20) непосредственно перед и после каждого теста. Контроль SpO_2 производился непрерывно на протяжении всего теста. С целью исключения погрешности измерения значений SpO_2 до и после проведения тестов для оценки уровня сатурации использовался один и тот же пульсоксиметр. После выполнения теста рассчитывался показатель снижения сатурации (ΔSpO_2) – разница между значениями SpO_2 до и после нагрузочного теста, а также наличие десатурации – снижение значения SpO_2 более 4% или менее 90%.

Исследование проведено с соблюдением принципов Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Рекомендации для врачей, занимающихся биомедицинскими исследованиями с участием людей» (1964 г., с последующими дополнениями, включая версию 2000 г.) и отраженных в ГОСТ 42-511-99 «Правила проведения качественных клинических испытаний в Российской Федерации» и действующих нормативных требованиях. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

В скрининг было включено 147 пациентов, добровольное согласие на дальнейшее участие дали 117 пациентов. Основные клинические характеристики пациентов представлены в *табл. 1*, лабораторные – в *табл. 2*.

Как видно из представленных данных, среди госпитализированных было несколько больше женщин. Большинство пациентов были госпитализированы на 7–9-е сут. (7,0 [5,0; 10,0] сут.) от начала заболевания. Преобладали пациенты с тяжелым течением заболевания (устанавливалось на основании классификации COVID-19 по степени тяжести, предложенной во «Временных методических рекомендациях Министерства здравоохранения РФ» [7]), хотя при поступлении объем поражения легочной ткани по данным КТ ОГК у половины больных был минимальным (КТ-1). Практически все пациенты в стационаре получали системные глюкокортикоиды (99,1%), 28,2% больных – биологическую терапию (тоцилизумаб, олокизумаб,

● **Таблица 1.** Основные клинические характеристики пациентов на момент госпитализации

● **Table 1.** The main clinical characteristics of patients at the time of hospitalization

Параметр	Пациенты (n = 117)
Возраст, лет	57,0 (46,0; 63,0)
Мужчины, n (%)	50 (42,7)
Женщины, n (%)	67 (57,3)
Индекс массы тела, кг/м ²	25,1 (22,9; 29,4)
Длительность госпитализации, дни	10,0 (8,0; 14,0)
Длительность заболевания на момент госпитализации, дни	7,0 (5,0; 10,0)
Тяжесть течения COVID-19	
• Средне-тяжелое, n (%)	35 (29,9)
• Тяжелое, n (%)	82 (70,1)
Стадия КТ на момент госпитализации	
• 1-я, n (%)	68 (58,1)
• 2-я, n (%)	31 (26,5)
• 3-я, n (%)	16 (13,6)
• 4-я, n (%)	2 (1,8)
SpO_2 , %	96,0 (94,0; 97,0)
ЧСС, в мин	85,0 (75,0; 95,5)
ЧДД, в мин	17,0 (16,0; 20,0)
Оксигенотерапия, n (%)	45 (38,5)

Примечание. КТ – компьютерная томография, РФ – рентгенография, ЧСС – частота сердечных сокращений, ЧДД – частота дыхательных движений.

● **Таблица 2.** Основные лабораторные показатели пациентов на момент госпитализации

● **Table 2.** The main laboratory indicators of patients at the time of hospitalization

Параметр	Пациенты (n = 117)
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	6,9 (4,8; 9,0)
Лимфоциты, %	19 (13,0; 27,0)
Тромбоциты, $\times 10^9/\text{л}$	199 (151,0; 262,0)
СРБ, мг/л	43 (17; 98)
Ферритин, нг/мл	287 (150,0; 608,0)
Интерлейкин-6, пг/мл	4,1 (0,6; 28,6)
ЛДГ, Ед/л	175 (170,0; 190,0)
Д-димер, мкг/мл	0,6 (0,4; 1,0)
Витамин Д, нг/мл	35 (31,0; 38,0)

Примечание. СРБ – С-реактивный белок, ЛДГ – лактатдегидрогеназа.

левилимаб). У 45 (38,5%) пациентов в лечении использовались высокие дозы метилпреднизолона внутривенно (пульс-терапия по 500 мг 3–5 раз).

Статистическая обработка

Статистическая обработка полученных результатов производилась с использованием программы Statistica 8 (StatSoft Inc., США). Проверка распределения признака на соответствие с нормальным законом проводилась

● **Таблица 3.** Данные 6МШТ
● **Table 3.** Data 6MWT

Параметр	6МШТ (n = 117)
SpO ₂ исходно, %	96 (95,0; 98,0)
SpO ₂ в конце теста, %	94 (91,0; 96,0)
Δ SpO ₂ , %	2 (1,5; 4,0)
Одышка по шкале Борга исходно, баллы	8 (6,0; 12,0)
Одышка по шкале Борга в конце теста, баллы	9 (6,0; 15,0)
Δ одышки по шкале Борга, баллы	1 (0; 2,0)
Количество больных с десатурацией, n (%)	25 (21,4)
Расстояние, м	390 (340,0; 420,0)
Расстояние, % от должного	61,54 ± 10,44

с помощью критериев Шапиро – Уилка и Колмогорова – Смирнова. Для непрерывных показателей использовались среднее (М) и стандартное квадратичное (SD) отклонение. Для описания признаков с распределением, отличным от нормального, указывали медиану, верхний и нижний квартили (Me [Q1; Q3]). Различия между группами анализировали непараметрическими методами с использованием U-критерия Манна – Уитни и Краскела – Уоллиса. Для определения корреляционных взаимосвязей между показателями использовали расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена (rs). Статистически значимыми признавались различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При проведении 6МШТ были получены результаты, представленные в *табл. 3*.

В процессе 6-минутной пробы пациенты прошли в среднем 390 м (340,0; 420,0). В связи с нарастанием выраженности одышки до 20 баллов по шкале Борга и невозможностью дальнейшего продолжения теста проведение 6МШТ было оставлено в 7 случаях. Лишь 4 пациента прошли расстояние более 80% от должного, у остальных больных (96,6%) отмечалось выраженное ограничение физической активности (у 18 человек пройденное расстояние было менее 50% от должного, а у 33 больных (28,2%) дистанция составила менее 350 м). Десатурация при проведении 6-минутного теста зарегистрирована у 25 (21,4%) пациентов.

При проведении корреляционного анализа установлено, что результат теста с физической нагрузкой (количество пройденных метров) связан как с исходной, так и конечной SpO₂, наличием десатурации и выраженностью одышки по Боргу (*табл. 4*).

Также установлено, что результаты 6МШТ (количество пройденных метров и % снижения SpO₂) связаны с возрастом пациентов, тяжестью течения НКИ, исходным объемом поражения легких по данным КТ, лабораторными признаками активности воспалительного процесса при поступлении (*табл. 5*). Обращает на себя внимание наличие взаимосвязи результатов 6МШТ и такого симптома у пациента, как слабость. Также можно предполагать прогностическую

● **Таблица 4.** Корреляционные взаимосвязи между параметрами 6МШТ
● **Table 4.** Correlation relationships between the parameters of 6MWT

Параметр	6МШТ, м
SpO ₂ исходно, %	0,48, $p < 0,001$
SpO ₂ в конце теста, %	0,71, $p < 0,001$
Δ SpO ₂ , %	-0,79, $p < 0,001$
Одышка по шкале Борга исходно, баллы	-0,84, $p < 0,001$
Одышка по шкале Борга в конце теста, баллы	-0,80, $p < 0,001$
Δ одышки по шкале Борга, баллы	-0,53, $p < 0,001$
Наличие десатурации	-0,62, $p < 0,001$

● **Таблица 5.** Корреляционные взаимосвязи между результатами 6МШТ (пройденные метры и % снижения SpO₂) и клинико-лабораторными показателями

● **Table 5.** Correlations between the results of 6M PCs (meters passed and % reduction of SpO₂) and clinical and laboratory indicators

Параметр	6МШТ, м	ΔSpO ₂ , %
Возраст, годы	-0,45, $p < 0,001$	0,35, $p < 0,001$
ИМТ, кг/м ²	-0,33, $p < 0,001$	0,29, $p < 0,01$
Длительность госпитализации, дни	-0,62, $p < 0,001$	0,62, $p < 0,001$
Длительность лихорадочного периода до госпитализации, дни	-0,46, $p < 0,001$	0,44, $p < 0,001$
Наличие одышки при поступлении, усл. ед.	-0,67, $p < 0,001$	0,72, $p < 0,001$
Наличие слабости при поступлении, усл. ед.	-0,63, $p < 0,001$	0,61, $p < 0,001$
Частота дыханий при поступлении, в мин	-0,70, $p < 0,001$	0,76, $p < 0,001$
Стадия КТ, при поступлении	-0,54, $p < 0,001$	0,66, $p < 0,001$
Максимальная КТ стадия в динамике	-0,70, $p < 0,001$	0,78, $p < 0,001$
Тяжесть НКИ, усл. ед.	-0,67, $p < 0,001$	0,71, $p < 0,001$
СОЭ при поступлении, мм/ч	-0,44, $p < 0,001$	0,31, $p < 0,001$
Потребность в оксигенотерапии, усл. ед.	-0,59, $p < 0,001$	0,71, $p < 0,001$
СРБ при поступлении, мг/л	-0,53, $p < 0,001$	0,56, $p < 0,001$
Максимальный СРБ в динамике, мг/л	-0,60, $p < 0,001$	0,60, $p < 0,001$
Ферритин при поступлении, нг/мл	-0,39, $p < 0,001$	0,38, $p < 0,001$
Максимальный ферритин в динамике, нг/мл	-0,46, $p < 0,001$	0,46, $p < 0,001$
Д-димер при поступлении, мкг/мл	-0,42, $p < 0,001$	0,39, $p < 0,001$
Интерлейкин-6 при поступлении, пг/мл	-0,57, $p < 0,001$	0,49, $p < 0,001$
ЛДГ при поступлении, Ед/л	-0,65, $p < 0,001$	0,67, $p < 0,001$
КФК при поступлении, Ед/л	-0,64, $p < 0,001$	0,55, $p < 0,001$
Опросник HADS (тревога), баллы	-0,68, $p < 0,001$	0,68, $p < 0,001$
Опросник HADS (депрессия), баллы	-0,57, $p < 0,001$	0,59, $p < 0,001$
Суммарная доза системных ГК, мг	-0,64, $p < 0,001$	0,61, $p < 0,001$
Проведение пульс-терапии ГК, усл. ед.	-0,40, $p < 0,001$	0,37, $p < 0,001$

Примечание. ИМТ – индекс массы тела, КТ – компьютерная томография, НКИ – новая коронавирусная инфекция, СОЭ – скорость оседания эритроцитов, СРБ – С-реактивный белок, ЛДГ – лактатдегидрогеназа, КФК – креатинфосфокиназа, ГК – глюкокортикоиды.

роль 6МШТ, о чем свидетельствуют взаимосвязи между его результатами (количество пройденных метров и % снижения SpO_2) и длительностью госпитализации, максимальным объемом поражения легких по данным КТ, максимальной выраженностью лабораторных признаков воспаления (СРБ, ферритин) в процессе госпитализации, потребностью в кислородотерапии. Интерес представляют также выявленные взаимосвязи между результатами 6МШТ (пройденное расстояние, ΔSpO_2) и объемом противовоспалительной терапии (дозы системных глюкокортикоидов, проведение пульс-терапии метилпреднизолоном).

Одышка, слабость, потребность в оксигенотерапии, проведение пульс-терапии оценивались по наличию (0 баллов – нет, 1 – есть). Тяжесть НКИ: 1 – легкая, 2 – средняя, 3 – тяжелая.

Когда обсуждают результаты теста с физической нагрузкой, чаще обращаются к количеству пройденных метров (6МШТ). Однако, как показывают приведенные выше данные, снижение ΔSpO_2 в процессе теста также обладает определенной диагностической и, возможно, прогностической значимостью.

Пациенты были разделены на 2 группы – группа 1 с десатурацией ($n = 25$) и группа 2 без десатурации ($n = 92$) (табл. 6, 7). Пациенты 1-й группы исходно проходили меньшее расстояние, чем лица без десатурации; у них была более выражена одышка и были ниже значения SpO_2 исходно и в конце теста. Также, как видно из приведенных данных, пациенты с десатурацией при физической нагрузке имели более тяжелое течение заболевания с большим объемом поражения легочной ткани, а также более высокие лабораторные показатели активности воспалительного процесса. Обращают на себя внимание более высокие баллы по шкалам тревоги и депрессии HADS у лиц с десатурацией, что, возможно, также отражает тяжесть НКИ с ее возможным влиянием на центральную нервную систему. Также установлено, что пациентам, десатурирующим при проведении теста с нагрузкой, чаще в процессе госпитализации потребовалась оксигенотерапия ($rs = 0,66$, $p < 0,001$), чаще проводилась пульс-терапия метилпреднизолоном. Не выявлено взаимосвязей развития десатурации с возрастом, полом, ИМТ пациентов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Функциональная переносимость физических нагрузок является важным показателем для оценки и мониторинга пациентов с сердечно-легочными заболеваниями. Для измерения способности к физической нагрузке используются различные методы, в том числе тест 6-минутной ходьбы, подъем по лестнице, тест челночной ходьбы и кардиопульмональный нагрузочный тест. 6МШТ широко используется в клинических условиях из-за его хорошей переносимости пациентами, простоты применения и выполнения без необходимости специального оборудования, хорошей корреляцией с исходами [12]. Он предоставляет информацию о функциональных возможностях, ответе на терапию и прогнозе по всему диапазону хронических сердечно-легочных заболеваний. 6МШТ характеризуется

● **Таблица 6.** Данные 6МШТ у пациентов с наличием / отсутствием десатурации

● **Table 6.** Data of 6MWT in patients with presence / absence of desaturation

Параметр	Группа 1 ($n = 25$)	Группа 2 ($n = 92$)
SpO_2 исходно, %	$94,52 \pm 1,85$	$96,73 \pm 1,38^*$
SpO_2 в конце теста, %	$87,88 \pm 2,98$	$94,68 \pm 1,94^*$
Одышка по шкале Борга исходно, баллы	15,0 (13,0; 16,0)	7,0 (6,0; 9,0)*
Одышка по шкале Борга в конце теста, баллы	16,0 (16,0; 20,0)	7,5 (6,0; 11,0)*
Δ одышки по шкале Борга, баллы	2 (1,0; 3,0)	0 (0; 2,0)*
Расстояние, м	290,0 (250,0; 340,0)	407,5 (380,0; 423,8)*
Расстояние, % от должного	$52,29 \pm 11,03$	$64,05 \pm 8,78^*$

Примечание. * $p < 0,001$.

тремя основными измерениями: 6-минутная дистанция ходьбы, десатурация кислорода, вызванная физической нагрузкой и самоощущение одышки по шкале Борга. Кроме того, у пациентов, у которых развилась десатурация кислорода во время 6МШТ, более высокая смертность, чем у больных, у которых этого не произошло (67 против 38%, $p < 0,001$) [12]. 6МШТ оценивает глобальные и интегрированные реакции систем, участвующих в упражнениях, в том числе элементы сердечно-легочной выносливости, что в основном связано с нейрососудистой пластичностью, нейрогенезом и повышенной регуляцией нейротрофинов, которые способствуют лучшему здоровью мозга. В то же время намного меньше имеется сведений об информативности таких тестов при острых процессах.

Тяжесть состояния пациентов с НКИ оценивается преимущественно по выраженности воспалительного симптома (проявления цитокинового шторма), наличию и объему поражения легочной ткани, а также по наличию дыхательной недостаточности. При этом, конечно, основное внимание привлекают пациенты с признаками гипоксемии. В то же время состояние больных, не имеющих гипоксемии исходно, может ухудшиться в процессе наблюдения. Кроме того, было показано, что даже при минимальной симптоматике люди могут иметь значимые нарушения после выздоровления от острого COVID-19, и это подчеркивает важность превентивных стратегий для смягчения последствий распространения НКИ [13]. Для выявления «скрытой» гипоксемии можно использовать тесты с физической нагрузкой. В настоящее время 6МШТ включен в перечень рекомендуемых исследований пациентов с перенесенной НКИ. Снижение физической активности было описано в разные периоды после перенесенной инфекции COVID-19. Так, в исследовании E.V. Mancuso et al. в 2021 г. десатурация при 6МШТ выявлялась у 32,3% пациентов с НКИ через 45 дней после выписки из стационара. Дистанция 6МШТ составила $437,1 \pm 111,7$ м ($83,8 \pm 20,1\%$ от должного). В это исследование, в отличие от нашего, включались все больные, госпитализированные в стационар, включая ОПИТ [14]. В группе

● **Таблица 7.** Клинико-лабораторные характеристики у пациентов с наличием / отсутствием десатурации в процессе 6МШТ
 ● **Table 7.** Clinical and laboratory characteristics in patients with the presence / absence of desaturation in the process of 6MWT

Параметр	Группа 1 (n = 25)	Группа 2 (n = 92)
Длительность госпитализации, дни	15 (13,0; 20,5)	9 (8,0; 12,0)***
Длительность лихорадочного периода до госпитализации, дни	8 (7,0; 9,5)	7 (5,0; 8,5)**
Наличие одышки, n (%)	25 (100)	32 (34,8)***
Наличие сердцебиения, n (%)	14 (56)	25 (27,2)**
Наличие слабости, n (%)	25 (100)	52 (56,5)***
ЧДД, в мин	21 (20,0; 22,0)	16 (16,0; 18,0)***
ЧСС, в мин	95 (82,5; 102,0)	83 (74,0; 95,0)*
SpO ₂ при поступлении, %	92 (88,0; 93,0)	96,0 (97,0; 97,75)***
Минимальная SpO ₂ в стационаре, %	90 (87,0; 92,0)	96,0 (95,0; 97,75)***
КТ стадия при поступлении	3 (2,0; 3,0)	1 (1,0; 2,0)***
Максимальная КТ стадия в динамике	3 (3,0; 4,0)	1 (1,0; 2,0)***
Тяжесть НКИ, n (%): • среднетяжелая • тяжелая	2 (8) 23 (92)	80 (87,0)*** 12 (13,0)***
Потребность в оксигенотерапии, n (%)	25 (100)	20 (21,7)***
СОЭ при поступлении, мм/ч	32,8 ± 9,53	25,75 ± 10,75**
СРБ при поступлении, мг/л	98,0 (63,8; 143,0)	29,0 (13,0; 69,75)***
Максимальный СРБ в динамике, мг/л	110,0 (69,3; 144,0)	31,6 (16,25; 82,25)***
ЛДГ при поступлении, ед/л	195,0 (185,0; 207,5)	170,0 (170,0; 180,0)***
КФК при поступлении, ед/л	71,0 (62,5; 80,5)	60,0 (56,0; 66,0)***
Ферритин при поступлении, нг/мл	433,0 (274,0; 816,5)	250,0 (140,0; 583,8)*
Максимальный ферритин в динамике, нг/мл	613,0 (353,0; 918,5)	332,0 (179,3; 644,0)**
Д-димер при поступлении, мкг/мл	0,76 (0,48; 1,83)	0,54 (0,3; 0,9)**
ИЛ-6 при поступлении, пг/мл	46,3 (13,95; 74,65)	1,85 (0,33; 15,70)***
Опросник HADS (тревога), баллы	6,0 (4,5; 7,5)	3,0 (2,25; 4,0)***
Опросник HADS (депрессия), баллы	6,0 (5,0; 9,0)	4,0 (2,0; 4,75)***
Суммарная доза системных ГК, мг	2520 (1785; 2705)	760 (626,5; 1960,0)***
Проведение пульс-терапии ГК, n (%)	18 (72)	27 (29,3)***
Терапия биологическими агентами, n (%)	11 (44)	22 (23,9)*

Примечание. ЧДД – частота дыхательных движений, ЧСС – частота сердечных сокращений, КТ – компьютерная томография, НКИ – новая коронавирусная инфекция, СОЭ – скорость оседания эритроцитов, СРБ – С-реактивный белок, ЛДГ – лактатдегидрогеназа, КФК – креатинфосфокиназа, ИЛ-6 – интерлейкин-6, ГК – глюкокортикоиды, * p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001.

было 225 пациентов, выполнивших 6МШТ через 2 мес. от начала заболевания: больные со среднетяжелым или тяжелым заболеванием прошли более короткую дистанцию по сравнению с пациентами с легкой формой заболевания [4]. Среди 186 пациентов, которым 6МШТ был проведен через 30–90 дней после появления симптомов COVID-19, лица с персистирующей одышкой прошли меньшее расстояние (в % от должного) и имели более выраженную десатурацию, чем те, у которых не было одышки [15]. Аналогичные данные были получены и в других работах [16–19]. Таким образом, как и в нашем исследовании, в этих работах было показано, что результат 6МШТ независимо ассоциирован

с выраженностью одышки, гипоксией и тяжестью течения COVID-19. Авторы этих и других работ предполагают, что одышка у больных с НКИ (в том числе и в постковидный период) может иметь различные патогенетические механизмы, посредством которых они влияют на функциональную способность пациентов [4, 13, 15, 18].

Косвенное подтверждение того, что результаты тестов с физической нагрузкой определяются не только поражением легких и выраженностью дыхательной недостаточности (и являются ее отражением), мы получили и в нашей работе. Об этом могут свидетельствовать выявленные взаимосвязи результатов тестов (пройденное расстояние,

развитие десатурации) с наличием такого клинического симптома, как слабость (усталость), а также с выраженностью тревоги и депрессии по опроснику HADS. Наши данные согласуются с работами других авторов, отмечавших взаимосвязь показателей 6МШТ с усталостью у больных с перенесенной НКИ [14, 15, 20], а также с ХОБЛ [1]. Уровень субъективной утомляемости был связан с функцией легких, силой скелетных мышц и качеством жизни у больных ХОБЛ [1]. А в работе D.V. Gunnarsson et al. 2023 г. выявлены взаимосвязи между результатами тестов с физической нагрузкой и когнитивными нарушениями у пациентов с перенесенной НКИ [17]. Интересно, что ассоциации между результатом 6МШТ и наличием депрессии были отмечены у больных ХОБЛ [21]. В то же время в исследовании A.W. Wong et al. 2021 г. не выявлено взаимосвязи между результатами 6МШТ и выраженностью усталости по шкале Borg [4].

Наша работа отличается тем, что данные 6МШТ собирались у пациентов в период госпитализации, в первые дни поступления в стационар. Имеется не так много работ, в которых 6МШТ проводился пациентам с НКИ на стационарном этапе. Так, в работе D. Eksombatchai et al. 2021 г. обследовались больные с разной тяжестью НКИ при выписке из стационара [22]. Пациенты в этой работе проходили значительно большее расстояние ($529,9 \pm 57,4$ м), чем в нашем исследовании ($390 [340,0; 420,0]$ м), кроме того, в отличие от нашей работы, авторами не выявлено взаимосвязи результатов теста с тяжестью НКИ. Еще в одном исследовании обследование проводилось в стационаре на момент установления диагноза [16]. Авторы отметили, что пациенты с более тяжелым поражением легких имеют худшие показатели 6МШТ (как пройденное расстояние, так и минимальный SpO_2). В этой работе также отмечено, что минимальный SpO_2 в 6МШТ является более чувствительным показателем, чем пройденное расстояние. В нашей работе не проводилось исследование функции внешнего дыхания в связи с опасностью инфицирования, однако по данным литературы, у госпитализированных пациентов с НКИ выявлены взаимосвязи между результатом 6МШТ (расстоянием) и диффузионной способностью легких (DLCO), форсированной жизненной емкостью легких [23], а также с десатурацией при 6МШТ и DLCO [18]. Интересно, что в нашей работе не получено взаимосвязи развития десатурации с возрастом пациентов, в отличие от исследований у пациентов с ХОБЛ [12].

Выявленные нами взаимосвязи с объемом поражения легочной ткани, маркерами системного воспаления (СРБ, ИЛ-6, ферритина) позволяют предполагать значимость используемых тестов с нагрузкой в объективизации состояния пациентов. А корреляционная связь именно

с максимальными концентрациями маркеров цитокинового шторма, потребностью в оксигенотерапии, максимальным объемом поражения легких в процессе госпитализации предполагает возможное использование результатов 6МШТ в качестве прогностических маркеров, например, прогрессирования поражения легких, перевода в отделение реанимации, летальности. Аналогичные взаимосвязи по результату 6МШТ и лабораторными признаками активности (СРБ, лейкоциты) были получены в работе B. Raman et al. в 2021 г. в группе 58 пациентов через 2–3 мес. после перенесенной острой НКИ [24]. В исследовании Durstenfeld et al. 2023 г. выявлена взаимосвязь между маркерами воспаления (СРБ, ИЛ-6, TNF- α) на ранних этапах НКИ и снижением переносимости физических нагрузок по результатам кардиопульмонального теста спустя 17,6 мес. [25]. Интересно, что в исследовании L. Townsend et al. 2021 г., в отличие от нашей работы, не выявлено взаимосвязи между результатами 6МШТ (включая развитие десатурации) и клиническими характеристиками, специфичными для НКИ [20]. Это исследование проводилось в среднем через 75 дней после острой инфекции COVID-19.

Также интерес представляют и полученные нами данные о взаимосвязи результатов 6МШТ (пройденное расстояние, развитие десатурации) и лечебной тактики (потребность в оксигенотерапии, проведение пульс-терапии) в процессе госпитализации. Такие взаимосвязи описаны впервые. С одной стороны, проводимая терапия – это отражение тяжести заболевания (о наличии взаимосвязей с тяжестью НКИ мы писали выше), с другой – это дополнительные данные о прогностической роли 6МШТ у пациентов с НКИ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, наши результаты и данные литературы свидетельствуют, что у пациентов с НКИ развивается снижение физической работоспособности, которое носит, скорее всего, многофакторный характер. Среди них можно обсуждать дыхательную недостаточность, обусловленную поражением легочной ткани, мышечную слабость, изменение кардиореспираторной функции, поражение нервной системы (тревога, депрессия), а также системное воспаление, характеризующее тяжесть инфекции и связанный с ней иммунный ответ [17]. Результаты 6МШТ могут иметь определенное прогностическое значение в отношении тяжести течения заболевания, выраженности системного воспаления, потребности в оксигенотерапии, проведении пульс-терапии системными глюкокортикоидами. 

Поступила / Received 17.10.2023

Поступила после рецензирования / Revised 25.03.2024

Принята в печать / Accepted 28.03.2024

Список литературы / References

1. Singh SJ, Puhan MA, Andrianopoulos V, Hernandez NA, Mitchell KE, Hill CJ et al. An official systematic review of the European Respiratory Society/ American Thoracic Society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J*. 2014;44(6):1447–1478. <https://doi.org/10.1183/09031936.00150414>.
2. Brown AW, Nathan SD. The Value and Application of the 6-Minute-Walk Test in Idiopathic Pulmonary Fibrosis. *Ann Am Thorac Soc*. 2018;15(1):3–10. <https://doi.org/10.1513/annalsats.201703-244fr>.
3. Чикина СЮ, Атаман КС, Трушенко НВ, Авдеев СН. Сравнение информативности 6-минутного шагового теста и теста «Сесть и встать» у больных фиброзирующими интерстициальными заболеваниями легких. *Пульмонология*. 2022;32(2):208–215. <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2022-32-2-208-215>. Chikina SYu, Ataman KS, Trushenko NV, Avdeev SN. A comparison of informative between 6-minute walking test and sit-to-stand test in patients with fibrosing interstitial lung diseases. *Pulmonologiya*. 2022;32(2):208–215. (In Russ.) <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2022-32-2-208-215>.

4. Wong AW, López-Romero S, Figueroa-Hurtado E, Vazquez-Lopez S, Milne KM, Ryerson CJ et al. Predictors of reduced 6-minute walk distance after COVID-19: a cohort study in Mexico. *Pulmonology*. 2021;27(6):563–565. <https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2021.03.004>.
5. Liu M, Chen J, Fan W, Mu J, Zhang J, Wang L et al. Effects of modified sit-to-stand training on balance control in hemiplegic stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2016;30(7):627–636. <https://doi.org/10.1177/0269215515600505>.
6. O'Mahoney LL, Routen A, Gillies C, Ekezie W, Welford A, Zhang A et al. The prevalence and long-term health effects of Long Covid among hospitalised and non-hospitalised populations: A systematic review and meta-analysis. *EClinicalMedicine*. 2022;55:101762. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2022.101762>.
7. Авдеев СН, Адамьян ЛВ, Алексеева ЕИ, Багненко СФ, Баранов АА, Баранова НН и др. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19): временные методические рекомендации. Версия 16 (18.08.2022). М.; 2022. 249 с. Режим доступа: https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attach/000/060/193/original/BMP_COVID-19_V16.pdf.
8. Liu K, Zhang W, Yang Y, Zhang J, Li Y, Chen Y. Respiratory rehabilitation in elderly patients with COVID-19: A randomized controlled study. *Complement Ther Clin Pract*. 2020;39:101166. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2020.101166>.
9. Li J, Xia W, Zhan C, Liu S, Yin Z, Wang J et al. A telerehabilitation programme in post-discharge COVID-19 patients (TERECO): a randomised controlled trial. *Thorax*. 2022;77(7):697–706. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2021-217382>.
10. Ahmed I, Mustafaoglu R, Yeldan I, Yasaci Z, Erhan B. Effect of Pulmonary Rehabilitation Approaches on Dyspnea, Exercise Capacity, Fatigue, Lung Functions, and Quality of Life in Patients With COVID-19: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2022;103(10):2051–2062. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2022.06.007>.
11. Gonzalez-Gerez JJ, Saavedra-Hernandez M, Anarte-Lazo E, Bernal-Utrera C, Perez-Ale M, Rodriguez-Blanco C. Short-Term Effects of a Respiratory Telerehabilitation Program in Confined COVID-19 Patients in the Acute Phase: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(14):7511. <https://doi.org/10.3390/ijerph18147511>.
12. Gupta R, Ruppel GL, Espiritu JRD. Exercise-Induced Oxygen Desaturation during the 6-Minute Walk Test. *Med Sci (Basel)*. 2020;8(1):8. <https://doi.org/10.3390/medsci8010008>.
13. Dotan Y, Weiner E, Zucker-Toledano M, Solomonov A, Fuchs E, Dawood H et al. Functional Capacity in Patients Who Recovered from Mild COVID-19 with Exertional Dyspnea. *J Pers Med*. 2022;12(6):874. <https://doi.org/10.3390/jpm12060874>.
14. Mancuso EV, Marinho CC, Machado-Coelho GLL, Batista AP, Oliveira JF, Andrade BH et al. Lung function of patients hospitalized with COVID-19 at 45 days after hospital discharge: first report of a prospective multicenter study in Brazil. *J Bras Pneumol*. 2021;47(6):e20210162. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20210162>.
15. Cortés-Telles A, López-Romero S, Figueroa-Hurtado E, Pou-Aguilar YN, Wong AW, Milne KM et al. Pulmonary function and functional capacity in COVID-19 survivors with persistent dyspnoea. *Respir Physiol Neurobiol*. 2021;288:103644. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2021.103644>.
16. Anastasio F, Barbuto S, Scarnecchia E, Cosma P, Fugagnoli A, Rossi G et al. Medium-term impact of COVID-19 on pulmonary function, functional capacity and quality of life. *Eur Respir J*. 2021;58(3):2004015. <https://doi.org/10.1183/13993003.2004015-2020>.
17. Gunnarsson DV, Miskowiak KW, Pedersen JK, Hansen H, Podlekareva D, Johnsen S, Dall CH. Physical Function and Association with Cognitive Function in Patients in a Post-COVID-19 Clinic-A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(10):5866. <https://doi.org/10.3390/ijerph20105866>.
18. Ora J, Zerillo B, De Marco P, Manzetti GM, De Guido I, Calzetta L, Rogliani P. Effects of SARS-CoV-2 Infection on Pulmonary Function Tests and Exercise Tolerance. *J Clin Med*. 2022;11(17):4936. <https://doi.org/10.3390/jcm11174936>.
19. Ogun H, Gül M, Akkoyunlu Y, Hayat E, Gökbülüt N, Sümbül B et al. One-year follow-up evaluation of radiological and respiratory findings and functional capacity in COVID-19 survivors without comorbidities. *Medicine (Baltimore)*. 2023;102(22):e33960. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000033960>.
20. Townsend L, Dowds J, O'Brien K, Sheill G, Dyer AH, O'Kelly B et al. Persistent Poor Health after COVID-19 Is Not Associated with Respiratory Complications or Initial Disease Severity. *Ann Am Thorac Soc*. 2021;18(6):997–1003. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202009-1175OC>.
21. Al-Shair K, Kolsum U, Singh D, Vestbo J. The Effect of Fatigue and Fatigue Intensity on Exercise Tolerance in Moderate COPD. *Lung*. 2016;194(6):889–895. <https://doi.org/10.1007/s00408-016-9931-y>.
22. Eksombatchai D, Wongsinint T, Phongnarudech T, Thammavaranuport K, Amornputtisathaporn N, Sungkanuparph S. Pulmonary function and six-minute-walk test in patients after recovery from COVID-19: A prospective cohort study. *PLoS ONE*. 2021;16(9):e0257040. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257040>.
23. Ora J, Rogliani P, Ferron F, Vignuoli M, Valentino L, Pontoni G et al. Effects of SARS-CoV-2 on Pulmonary Function and Muscle Strength Testing in Military Subjects According to the Period of Infection: Cross-Sectional Study. *Diagnostics (Basel)*. 2023;13(10):1679. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13101679>.
24. Raman B, Cassar MP, Tunnicliffe EM, Filippini N, Griffanti L, Alfaro-Almagro F et al. Medium-term effects of SARS-CoV-2 infection on multiple vital organs, exercise capacity, cognition, quality of life and mental health, post-hospital discharge. *EClinicalMedicine*. 2021;31:100683. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100683>.
25. Durstenfeld MS, Peluso MJ, Kaveti P, Hill C, Li D, Sander E et al. Reduced exercise capacity, chronotropic incompetence, and early systemic inflammation in cardiopulmonary phenotype Long COVID. Preprint. *medRxiv*. 2023;2022.05.17.22275235. <https://doi.org/10.1101/2022.05.17.22275235>.

Вклад авторов:

Концепция и дизайн статьи – Т.В. Канаева, Н.А. Кароли
 Написание текста – Т.В. Канаева, Н.А. Кароли
 Сбор и обработка материала – Т.В. Канаева, Н.А. Кароли
 Редактирование – Н.А. Кароли

Contribution of authors:

Study concept and design – Tatyana V. Kanaeva, Nina A. Karoli
 Text development – Tatyana V. Kanaeva, Nina A. Karoli
 Collection and processing of material – Tatyana V. Kanaeva, Nina A. Karoli
 Editing – Nina A. Karoli

Информация об авторах:

Канаева Татьяна Владимировна, ассистент кафедры госпитальной терапии лечебного факультета, Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского; 410012, Россия, Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112; tatyanakanaeva7795@gmail.com
Кароли Нина Анатольевна, д.м.н., профессор кафедры госпитальной терапии лечебного факультета, Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского; 410012, Россия, Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112; nina.karoli.73@gmail.com

Information about the authors:

Tatyana V. Kanaeva, Assistant of Department of Hospital Therapy of the Faculty of Medicine, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky; 112, Bolshaya Kazachya St., Saratov, 410012, Russia; tatyanakanaeva7795@gmail.com
Nina A. Karoli, Dr. Sci. (Med.), Professor of Department of Hospital Therapy of the Faculty of Medicine, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky; 112, Bolshaya Kazachya St., Saratov, 410012, Russia; nina.karoli.73@gmail.com