



## Длительность заболевания COVID-19 в разном возрасте и при разной профессиональной физиологической нагрузке работников промышленности и здравоохранения

Г.А. Сорокин, Н.Д. Чистяков, М.Н. Кирьянова

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,  
ул. 2-я Советская, д. 4, г. Санкт-Петербург, 191036, Российская Федерация

### Резюме

**Введение.** Исследование возрастной уязвимости человека к воздействию вирусных инфекций является одним из ключевых моментов изучения возрастной динамики здоровья человека и его долголетия.

**Цель исследования:** проанализировать связь продолжительности заболевания COVID-19 с возрастом работника и его профессиональной физиологической нагрузкой.

**Материалы и методы.** Анализировалась продолжительность заболевания COVID-19 у 2831 работника промышленных предприятий и здравоохранения за 2021–2023 годы. В качестве физиологического эквивалента общей профессиональной физиологической нагрузки использовался показатель продолжительности (часов) состояния усталости за рабочую неделю. Для статистической обработки данных использовалась программа SPSS 11.5.

**Результаты.** Установлено, что средняя длительность заболеваний COVID-19 женщин и мужчин, работающих на предприятиях промышленности, –  $22,27 \pm 1,52$  и  $18,08 \pm 0,67$  дня и в организациях здравоохранения –  $22,37 \pm 0,92$  и  $21,15 \pm 1,43$  дня соответственно. Зависимость длительности заболеваний COVID-19 от возраста выявлена только у работников в возрасте 20–49 лет, годовой прирост продолжительности заболевания COVID-19 составил 0,25 дня у женщин и 0,20 дня у мужчин. У работников, болевших COVID-19 более 22 дней, продолжительность нахождения в состоянии усталости повышена. При наличии сопутствующих заболеваний (артериальная гипертензия, ожирение и диабет) продолжительность заболевания COVID-19 увеличивается на 1,3–6,4 дня.

**Выводы.** Выявлено повышение длительности заболеваний COVID-19 с возрастом у работников от 20 до 49 лет. У лиц, болевших COVID-19 более 22 дней, повышена физиологическая стоимость профессиональной нагрузки в виде более продолжительного нахождения в состоянии усталости, что следует рассматривать как важнейшую характеристику постковидного синдрома.

**Ключевые слова:** продолжительность заболевания COVID-19, возрастной фактор, продолжительность усталости, физиологическая стоимость работы.

**Для цитирования:** Сорокин Г.А., Чистяков Н.Д., Кирьянова М.Н. Длительность заболевания COVID-19 в разном возрасте и при разной профессиональной физиологической нагрузке работников промышленности и здравоохранения // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 5. С. 76–82. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-5-76-82

## COVID-19 Duration in Industrial and Healthcare Workers of Different Age and with Varied Physiological Workload

Gennady A. Sorokin, Nikolay D. Chistyakov, Marina N. Kir'yanova

North-West Public Health Research Center, 4, 2<sup>nd</sup> Sovetskaya Street, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation

### Summary

**Introduction:** Establishing age-specific human vulnerability to viral infections is one of the key issues in studying the age dynamics of human health and longevity.

**Objective:** To analyze relationships between the age and occupational physiological load of workers and the duration of COVID-19 infection.

**Materials and methods:** We have analyzed duration of the coronavirus disease 2019 in 2,831 cases registered among industrial and healthcare workers in 2021 to 2023 using SPSS 11.5. The duration (hours) of fatigue per working week was considered as a physiological cost of work.

**Results:** The mean duration of the disease in female and male industrial workers was  $22.27 \pm 1.52$  days and  $18.08 \pm 0.67$ , respectively. In healthcare, it was  $22.37 \pm 0.92$  days in women and  $21.15 \pm 1.43$  days in men. The link between age and COVID-19 duration was found only in workers aged 20 to 49 years; the annual increment in duration was 0.25 days in women and 0.20 days in men. The disease lasting for more than 22 days was associated with the increased duration of the state of fatigue. Concomitant diseases, such as arterial hypertension, obesity and diabetes, prolonged the course of COVID-19 infection by 1.3 to 6.4 days.

**Conclusion:** The findings showed increased COVID-19 duration in workers aged 20 to 49 years. Those who had been sick for more than 22 days had a higher physiological cost of occupational stress manifested by a longer state of fatigue, which should be considered as the most important symptom of post-COVID syndrome.

**Keywords:** COVID-19 duration, age, fatigue, physiological cost of work.

**Cite as:** Sorokin GA, Chistyakov ND, Kir'yanova MN. COVID-19 duration in industrial and healthcare workers of different age and with varied physiological workload. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(5):76–82. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-5-76-82

**Введение.** Актуальность рассматриваемой темы характеризует наличие в мире сотен научных учреждений, занимающихся исследованиями возрастной динамики здоровья человека и его долголетия<sup>1</sup> [1–5]. Центральной проблемой изучения возрастной динамики работоспособности и здоровья человека является определение его уязвимости к факторам среды обитания<sup>2</sup>: шуму [6], загрязнителям воздуха [7], неблагоприятному климату [8], электромагнитному излучению [9], токсическим веществам [10], а также к вирусным инфекциям. «Природный эксперимент» – всемирная эпидемия COVID-19 показала первостепенное значение этого фактора для здоровья всего населения и одновременно увеличила возможности углубленного исследования возрастной уязвимости человека к вирусным инфекциям [11]. Среди индивидуальных характеристик человека возраст является наиболее существенным и всеобщим параметром, который необходимо учитывать в первую очередь при изучении экологической уязвимости человека. Для обеспечения сохранения здоровья работников старших возрастов необходимо установление и использование закономерностей их уязвимости к факторам среды обитания. Возрастной популяционный риск исследуемого нарушения здоровья количественно характеризуется тремя взаимосвязанными показателями – повышением частоты изучаемого заболевания, увеличением его продолжительности и степени выраженности по мере увеличения возраста человека. В публикации [12], используя показатель «время удвоения» (doubling time, DT, лет), приводят данные о возрастной динамике риска смерти при различных заболеваниях. Для COVID-19 DT составляет 7 лет (для болезни Альцгеймера DT ≈ 3 года; для астмы DT ≈ 12 лет). Ранее в нашей публикации [11], посвященной возрастному аспекту частоты заболеваний COVID-19, установлено, что при средней и тяжелой степени заболевания возрастной тренд риска COVID-19 у врачей и медсестер составляет 0,23 % в год, а для работников промышленных предприятий – 0,14 % в год.

Группа ученых из ряда университетов и медицинских институтов установила, что ухудшение когнитивных функций через один год после тяжелого COVID-19 эквивалентно старению мозга за 20 лет [13].

Вопрос о росте продолжительности случаев COVID-19 с увеличением возраста и профессиональной нагрузки работников не изучен, что и было целью настоящей работы.

Материал публикации собран в ходе выполнения НИР «Прогнозирование возрастной динамики индивидуальных и популяционных рисков под воздействием производственных факторов» науч-

но-исследовательской программы Роспотребнадзора на 2021–2025 гг.

**Материалы и методы.** Анализировались данные медицинского осмотра работников предприятий промышленности (197 женщин и 1309 мужчин) и организаций здравоохранения (1115 женщин и 210 мужчин), проведенного согласно приказу Минздрава РФ от 28.01.2021 № 29н<sup>3</sup>. Использовались данные о наличии у работников заболеваний артериальной гипертензией, ожирением и диабетом, которые, как установлено [14], влияют на уязвимость человека к заболеванию COVID-19. Исследование одобрено на заседании ЛЭК ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» № 2021/30.4 от 16.03.2021. От участников исследования получено добровольное информированное согласие на участие в исследовании и обработку персональных данных.

У обследованных работников, болевших в 2021–2023 гг. COVID-19, характеристики заболевания COVID-19 и его длительность были установлены в специализированных медицинских учреждениях согласно утвержденным методическим рекомендациям<sup>4</sup>. Степень выраженности и продолжительность заболевания регистрировалась в выданной работнику справке.

В качестве физиологического эквивалента общей профессиональной физиологической нагрузки (ПФН) использовался показатель продолжительности (часов) состояния усталости за рабочую неделю (ЧУнед., час. [15]) – данные получены на основании анализа результатов стандартизированного медико-экологического опроса. Величина ЧУнед. рассчитывалась:

$$\text{ЧУ}_{\text{нед}} (\text{час.}) = \text{ПРН} (\text{час.}) \times K_{\text{cy}} \times K_{\text{чy}}, \quad (1)$$

где ПРН (час.) – фактическая продолжительность рабочей недели.

$K_{\text{cy}}$  (час.) – коэффициент, учитывающий степень усталости: 0,53 – небольшая усталость; 1 – умеренная усталость, 1,63 – большая усталость.

$K_{\text{чy}}$  – коэффициент, учитывающий частоту усталости:  $K_{\text{чy}} = 1$  при ежедневной усталости; 0,6 – частой усталости (2–3 раза в неделю); 0,3 – усталость иногда (несколько раз в месяц); 0,15 – редко.

Рассчитывались средние значения показателей и их статистическая ошибка ( $M \pm m$ ). Для оценки результатов использовался порог уровня значимости  $p < 0,05$ . Рассчитывались показатели линейной регрессии. В качестве независимой переменной использовался возраст, зависимая – ДЗК. Определялись коэффициенты регрессии, 95 % доверительные интервалы, изменение  $R^2$  и согласие модели. Статистическая значимость увеличения ДЗК у работников при наличии сопутствующих

<sup>1</sup> Институты в старении. Available at: <https://openlongevity.org/institutes>. (дата обращения: 12.02.2024).

<sup>2</sup> Гигиеническое нормирование факторов производственной среды и трудового процесса / Под ред. Н.Ф. Измерова и А.А. Каспарова. М.: Медицина, 1986. 239 с.

<sup>3</sup> Приказ Минздрава России от 28.01.2021 № 29н «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры».

<sup>4</sup> Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 17 (14.12.2022)».

заболеваний оценивалась по критерию знаков. Для статистической обработки данных использовалась программа SPSS 11.5.

**Результаты.** Из 2831 работника, прошедшего медосмотр, 1775 человек не болели COVID-19, 841 имел легкую форму заболевания, 176 и 39 человек имели соответственно умеренную и тяжелую форму заболевания. В 87 % случаев длительность заболевания COVID-19 (ДЗК) составила менее 31 дня; 6,9 и 3,6 % случаев имели длительность ДЗК 31–50 и 51–70 дней; в 1,1 % случаев ДЗК > 70 дней. Распределение длительности заболевания COVID-19 (ДЗК) имело вид: 18,3 % – длительность 4–12 дней; 26,8 % – 14 дней (две недели); 18,5 % – 15–21 день; 18,2 % – 22–37 дней; 8,2 % – более 37 дней.

Физиологическая профессиональная нагрузка, характеризующая продолжительностью состояния усталости в течение недели (ЧУ<sub>нед.</sub>), находилась у всех обследованных работников в диапазоне 12–17 часов в неделю. У работников, не болевших COVID-19, ЧУ<sub>нед.</sub> достоверно меньше, чем у болевших.

В табл. 1 представлены данные индивидуальной профессиональной физиологической нагрузки работников, не болевших и болевших COVID-19. Средний возраст в обследованных группах работников составил 43–44 года.

В табл. 2 помещены данные о длительности заболеваний COVID-19 (ДЗК) женщин и мужчин, работающих на предприятиях промышленности и здравоохранения.

Зависимость длительности заболевания COVID-19 от возраста характеризуется двумя особенностями. В диапазоне 20–49 лет с увеличением возраста ДЗК возрастает. Это возрастание аппроксимируется линейными регрессиями 2 и 3:

$$\text{женщины ДЗК (дни)} = 0,25 \times (B-20) + 15,81, \quad (2)$$

$$\text{мужчины ДЗК (дни)} = 0,20 \times (B-20) + 13,54, \quad (3)$$

где B (лет) возраст работников.

Статистически достоверная зависимость ДЗК от возраста работников (формулы 2 и 3) выявлена у работников только для диапазона возраста 20–49 лет. Согласно формулам 2 и 3 годовой прирост ДЗК составляет 0,25 дня у женщин и 0,20 дня у мужчин.

Статистические ошибки коэффициентов в регрессиях 1 и 2 составили 0,06 и 0,09. При увеличении возраста на 10 лет длительность заболевания COVID-19 возрастает у женщин на 1,1 дня, а у мужчин – на 1,5 дня. В диапазоне 50–70 лет длительность заболевания COVID-19, являясь высокой, варьирует в диапазоне 20–22 дня, но статистически достоверной положительной связи ДЗК с возрастом не установлено.

В целом для всего диапазона возраста 20–70 лет зависимость ДЗК аппроксимируется регрессией:

$$\text{ДЗК (дни)} = 0,054 \times (B-20) + 5,10 \quad (4)$$

Статистическая ошибка коэффициента в регрессии 3 составила 0,011.

В табл. 3 представлены данные о длительности заболеваний при различной тяжести COVID-19 среди работников, занятых в сфере промышленности и здравоохранения.

При легкой форме COVID-19 длительность заболевания работников промышленности и здравоохранения практически совпадает: 17,98 и 17,70 дня. При умеренной тяжести COVID-19 длительность заболевания работников здравоохранения несколько выше – 29,95 против 25,55 дня у промышленных работников, но эти различия статически не достоверны.

Длительность заболеваний тяжелой формой COVID-19 у работников здравоохранения на 13,9 дня больше, чем у работников промышленности, однако эти различия также статистически не достоверны.

Данные табл. 4 и 5 показывают связь длительности заболеваний COVID-19 с профессиональной физиологической нагрузкой, оцениваемой по длительности нахождения работника в состоянии усталости в течение недели (ЧУ<sub>нед.</sub>, час).

**Таблица 1. Профессиональная физиологическая нагрузка у работников, не болевших и болевших COVID-19**

**Table 1. Occupational physiological load in workers who were/were not sick with COVID-19**

Тяжесть COVID-19 / COVID-19 severity	Количество обследованных работников / Number of workers surveyed	Физиологическая нагрузка, ЧУ <sub>нед.</sub> / Physiological load, hours of fatigue per week, $M \pm m$
Не болел / None	1775	12,21 ± 0,32
Легкая форма / Mild	841	14,13 ± 0,49
Среднетяжелая форма / Moderate	176	17,06 ± 1,40
Тяжелая форма / Severe	39	16,07 ± 1,40

**Таблица 2. Длительность заболеваний COVID-19 у женщин и мужчин, работающих на предприятиях промышленности и здравоохранения**

**Table 2. Sex-specific COVID-19 duration in industrial and healthcare workers**

Сфера деятельности / Field of activity	Пол / Sex	N	Возраст, лет / Age, years, $M \pm m$	ДЗК (дни) / COVID-19 duration (days), $M \pm m$
Промышленность / Industry	Женщины / Female	72	50,75 ± 1,50	22,27 ± 1,52
	Мужчины / Male	260	44,41 ± 0,74	18,08 ± 0,67
Здравоохранение / Healthcare	Женщины / Female	345	50,73 ± 0,70	22,37 ± 0,92
	Мужчины / Male	83	47,91 ± 1,35	21,15 ± 1,43

Примечание: N – количество работников, болевших COVID-19.

Note: N is the number of workers who were sick with COVID-19.

**Таблица 3. Продолжительность заболеваний COVID-19 различной тяжести у работников промышленности и здравоохранения**  
**Table 3. Severity-specific COVID-19 duration in industrial and healthcare workers**

Сфера занятости / Field of activity	Тяжесть заболевания COVID-19 / COVID-19 severity					
	Легкая форма / Mild		Средней тяжести / Moderate		Тяжелая форма / Severe	
	N*	ДЗК (дни) / COVID-19 duration, days, M ± m	N*	ДЗК (дни) / COVID-19 duration, days, M ± m	N*	ДЗК (дни) / COVID-19 duration, days, M ± m
Промышленность / Industry	303	17,61 ± 0,57	29	25,55 ± 3,02	10	39,67 ± 6,14
Здравоохранение / Healthcare	351	17,98 ± 0,59	100	29,95 ± 1,72	24	53,57 ± 7,87
Всего / Total	654	17,70 ± 0,39	129	28,91 ± 1,50	34	49,40 ± 5,87

Примечание: N – количество работников, болевших COVID-19.  
Note: N is the number of workers who were sick with COVID-19.

Видно, что у работников с профессиональной нагрузкой ЧУ<sub>нед.</sub> от 2,37 до 14,25 часа в неделю ДЗК составляла 18,10–20,77 дня; статистически достоверных различий ДЗК не отмечалось. Однако у заболевших COVID-19 работников с высокой (ЧУ<sub>нед.</sub> 35,81) профессиональной нагрузкой ДЗК была до-

стоверно увеличена (табл. 4). При профессиональной нагрузке, превышающей физиологически допустимый уровень (ЧУ<sub>нед.</sub> ≥ 20 часов [15]), длительность заболевания COVID-19 увеличена на 15 % по сравнению с ДЗК работников с меньшей профессиональной нагрузкой (ЧУ<sub>нед.</sub> < 20 часов, табл. 5).

**Таблица 4. Продолжительность заболеваний COVID-19 при различной профессиональной физиологической нагрузке (ЧУ<sub>нед.</sub>)**  
**Table 4. COVID-19 duration in workers with various occupational physiological loads (hours of fatigue per week)**

N	ЧУ <sub>нед.</sub> / Fatigue, hrs per week	ДЗК (дни) / COVID-19 duration, days, M ± m
180	2,37	18,10 ± 0,77
208	5,51	19,36 ± 0,95
171	9,31	20,77 ± 0,05
229	14,25	19,62 ± 0,92
252	35,81	23,12 ± 1,12

Примечание: N – количество работников, болевших COVID-19.  
Note: N is the number of workers who were sick with COVID-19.

В табл. 6 представлены результаты анализа влияния на ДЗК наличия у работников сопутствующих заболеваний (артериальная гипертензия, ожирение, диабет), которые в соответствии с концепцией P. Zimmermann и N. Curtis [14] увеличивают тяжесть COVID-19.

Статистическую достоверность увеличения ДЗК у работников при наличии артериальной гипертензии, ожирения и диабета можно оценить по критерию знаков [16]. Так, увеличение ДЗК при наличии у работника диабета наблюдается в 6 случаях из 6, что согласно критерию знаков указывает на 95 % достоверность этого явления. У работников с артериальной гипертензией, а также при ожирении увеличение ДЗК наблюдается в 6 случаях из 7, что свидетельствует о недостатке статистической достоверности явления (менее 95 %). Однако при

**Таблица 5. Продолжительность заболеваний COVID-19 при длительности состояния усталости (ЧУ<sub>нед.</sub>) менее и более 20 часов в неделю**

**Table 5. COVID-19 duration in cases of fatigue lasting less/more than 20 hours per week**

ЧУ <sub>нед.</sub> (час.) / Fatigue, hrs per week	N	Возраст, лет / Age, years, M ± m	ДЗК (дни) / COVID-19 duration, days, M ± m
< 20	762	45,86 ± 0,50	19,52 ± 0,48
≥ 20	278	43,74 ± 0,82	22,57 ± 1,03*

Примечание: N – количество работников, болевших COVID-19; \* – статистически значимое (p < 0,05) повышение ДЗК при ЧУ<sub>нед.</sub> ≥ 20 часов в неделю.

Notes: N is the number of workers who were sick with COVID-19; \* a statistically significant increase in disease duration in cases of fatigue lasting ≥ 20 hours per week (p < 0.05).

**Таблица 6. Продолжительность заболевания COVID-19 при артериальной гипертензии, ожирении и диабете**  
**Table 6. COVID-19 duration in patients with hypertension, obesity and diabetes**

Возраст, лет / Age, years	Сопутствующие хронические заболевания / Concomitant chronic diseases					
	Артериальная гипертензия / Hypertension		Ожирение / Obesity		Диабет / Diabetes	
	–	+	–	+	–	+
Продолжительность заболевания COVID-19 (дни, M ± m) / COVID-19 duration (days, M ± m)						
20–29	7,11 ± 0,77	8,33 ± 2,68	7,16 ± 0,80	9,13 ± 2,43	7,34 ± 0,77	12,00 ± 12,00
30–39	6,65 ± 0,45	9,00 ± 1,59	7,44 ± 0,49	7,38 ± 1,55	7,45 ± 0,47	9,00 ± 6,61
40–49	8,81 ± 0,66	9,81 ± 1,31	8,95 ± 0,68	10,38 ± 1,54	9,24 ± 0,63	9,75 ± 4,24
50–59	9,89 ± 0,85	9,52 ± 0,82	9,57 ± 0,72	10,36 ± 1,15	9,59 ± 0,61	13,92 ± 3,77
60–69	9,10 ± 1,21	10,23 ± 1,04	9,39 ± 0,88	10,67 ± 1,15	9,62 ± 0,82	11,23 ± 3,80
70–79	8,35 ± 2,18	9,62 ± 2,47	8,14 ± 1,26	10,80 ± 7,43	–	–

совместном рассмотрении случаев артериальной гипертензии и ожирения увеличение ДЗК наблюдается в 12 случаях из 14, что свидетельствует о статистической значимости этого явления.

Обобщая данные всех возрастных групп, можно заключить, что при наличии у работника артериальной гипертензии ДЗК =  $9,7 \pm 0,5$  дня, у работников без гипертензии ДЗК =  $8,0 \pm 0,3$  дня (значимость различий 95 %,  $p < 0,05$ ). При диабете ДЗК составляет  $11,1 \pm 1,8$  дня, без диабета –  $8,8 \pm 0,2$  (менее 95 %). При ожирении ДЗК =  $10,2 \pm 0,7$  дня, без ожирения –  $8,5 \pm 0,3$  (значимость различий 95 %,  $p < 0,05$ ). При наличии одного из указанных сопутствующих заболеваний ДЗК увеличивается на 1,3 дня, двух заболеваний – на 2,1 дня; трех – на 6,4 дня.

Как следует из табл. 7, в пяти возрастных группах работников, болевших COVID-19, возрастает длительность нахождения работников в состоянии усталости по сравнению с работниками, не болевшими COVID-19. В целом по всем возрастным группам работников, не болевших COVID-19, длительность состояния усталости составила  $12,2 \pm 0,3$  часа в неделю, а у работников, болевших COVID-19,  $14,7 \pm 0,5$  часа в неделю. Из приведенных данных следует, что достоверность увеличения продолжительности усталости у болевших COVID-19 в возрасте 20–39 лет и старше 70 лет составляет более 95 %.

**Обсуждение.** Физиологическую интерпретацию полученных данных о связи длительности заболевания COVID-19 с возрастом человека целесообразно проводить в свете концепции P. Zimmermann и N. Curtis о предполагаемых механизмах, способствующих возрастным различиям в тяжести COVID-19 [14]. У работающих людей факторы, которые подвергают их более высокому риску COVID-19 с увеличением возраста, связаны с увеличением опасности наличия коморбидных заболеваний – артериальной гипертензии, ожирения и диабета. Эти заболевания, с одной стороны, нарушают рецепторы ACE2 (angiotensin-converting enzyme 2), через которые в организм проникают вирусы инфекций, с другой стороны, повреждается эндотелий (возникает гиперкоагуляционное состояние). В обзоре [14] приводится анализ наиболее исследованных возрастных различий механизмов врожденного и приобретенного иммунитета к заболеванию COVID-19. У работников с диагнозами «гипертензия» и «ожирение» средние по всем возрастным группам ДЗК в 1,14 и 1,16 раза

больше, чем среди работников, не имеющих этих заболеваний (табл. 6). У работников с диабетом длительность заболевания превышает ДЗК в среднем в 1,3 раза по всем возрастным группам.

Статистически достоверная зависимость ДЗК от возраста работников выявлена у работников только для диапазона возраста 20–49 лет, годовой прирост ДЗК составляет 0,25 дня у женщин и 0,20 дня у мужчин. Эти значения ДЗК близки к ранее установленным значениям среднего годового увеличения длительности заболеваний работников – 0,18 дня за 1 год [16]. В возрасте работников свыше 50 лет установленные средние значения длительности заболеваний COVID-19 являются высокими – 20–23 дня, однако у этих работников статистически достоверной закономерности увеличения ДЗК не выявлено. Увеличение возрастной уязвимости человека к действию вирусной инфекции связано с ослаблением иммунной системы («старение иммунной системы» [17]).

Ранее нами было установлено, что физиологическая «допустимая доза усталости» составляет 20–25 часов в неделю [18]. После заболевания COVID-19 возрастание продолжительности нахождения работников в состоянии усталости более 20 часов в неделю (табл. 4 и 5) указывает на предельное физиологическое напряжение работников в условиях постковидного падения их работоспособности. Последнее является одним из ключевых признаков постковидного синдрома [19–22]. В публикации [23] отмечается, что утомление и умственные расстройства являются наиболее общими и ослабляющими человека постковидными симптомами COVID-19.

Как следует из данных таблиц 2 и 3, частота заболеваемости COVID-19 мужчин и женщин, занятых в различных сферах деятельности – промышленности и здравоохранении, статистически достоверно не различается, хотя у работников здравоохранения наблюдались более частые случаи COVID-19 средней тяжести и тяжелой формы (табл. 3).

### Выводы

1. Статистически достоверная зависимость длительности заболеваний COVID-19 от возраста выявлена только у работников в возрасте 20–49 лет, у которых годовой прирост длительности заболеваний COVID-19 составляет 0,25 дня у женщин и 0,20 дня у мужчин.

**Таблица 7. Длительность нахождения в состоянии усталости работников, болевших и не болевших COVID-19**  
**Table 7. Duration of being in a state of fatigue in workers who were/were not sick with COVID-19**

Возраст, лет / Age, years	Не болевшие COVID-19 / Workers who were not sick with COVID-19		Болевшие COVID-19 / COVID-19 patients	
	N	ЧУ <sub>нед</sub> (час.) / Fatigue, hrs per week	N	ЧУ <sub>нед</sub> (час.) / Fatigue, hrs per week
20–29	148	$10,4 \pm 0,8$	88	$18,6 \pm 0,2^*$
30–39	451	$11,0 \pm 0,5$	230	$15,1 \pm 0,9^*$
40–49	392	$15,4 \pm 0,9$	223	$14,4 \pm 0,9$
50–59	382	$13,5 \pm 0,7$	239	$15,6 \pm 1,0$
60–69	268	$9,9 \pm 0,6$	154	$11,3 \pm 0,8$
70–79	61	$7,8 \pm 1,2$	44	$12,3 \pm 1,8^*$

Примечание: N – количество обследованных работников; \* – значимые различия ЧУнед в возрастной группе работников ( $p < 0,05$ ).

Notes: N, the number of workers surveyed; \*significant differences in the hours of fatigue per week observed within the age group ( $p < 0.05$ ).

2. У работников статистически достоверно увеличена продолжительность случая заболевания COVID-19, когда у них повышена продолжительность состояния усталости, более 20 часов в неделю.

3. После заболевания COVID-19 возрастает продолжительность нахождения работников в состоянии усталости, что указывает на повышение физиологического напряжения работников в условиях постковидного падения их работоспособности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельницкая А.А., Мачехина Л.В., Ткачева О.Н. и др. RUSS-AGE: протокол исследования для создания российских калькуляторов биологического возраста // Российский журнал гериатрической медицины. 2023. Т. 16. № 4. С. 239–247. doi: 10.37586/2686-8636-4-2023-239-247
2. Barja G, Pamplona R. Introduction to special issue on 'physiological and evolutionary mechanisms of aging'. *Exp Gerontology*. 2023;184:112324. doi: 10.1016/j.exger.2023.112324
3. Steptoe A, Zaninotto P. Lower socioeconomic status and the acceleration of aging: An outcome-wide analysis. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2020;117(26):14911–14917. doi: 10.1073/pnas.1915741117
4. Lua CZB, Gao Y, Li J, et al. Influencing factors of healthy aging risk assessed using biomarkers: A life course perspective. *China CDC Wkly*. 2024;6(11):219–224. doi: 10.46234/ccdcw2024.044
5. Cao X, Ma C, Zheng Z, et al. Contribution of life course circumstances to the acceleration of phenotypic and functional aging: A retrospective study. *EclinicalMedicine*. 2022;51:101548. doi: 10.1016/j.eclinm.2022.101548
6. Van Kamp I, Davies H. Noise and health in vulnerable groups: A review. *Noise Health*. 2013;15(64):153–159. doi: 10.4103/1463-1741.112361
7. Kan H, London SJ, Chen G, et al. Season, sex, age, and education as modifiers of the effects of outdoor air pollution on daily mortality in Shanghai, China: The Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA) Study. *Environ Health Perspect*. 2008;116(9):1183–1188. doi: 10.1289/ehp.10851
8. Paavola J. Health impacts of climate change and health and social inequalities in the UK. *Environ Health*. 2017;16(Suppl 1):113. doi: 10.1186/s12940-017-0328-z
9. Rubik B, Brown RR. Evidence for a connection between coronavirus disease-19 and exposure to radiofrequency radiation from wireless communications including 5G. *J Clin Transl Res*. 2021;7(5):666–681.
10. Трахтенберг И.М., Поляков А.А. Очерки физиологии и гигиены труда пожилого человека. Киев: Издательский дом «Авиценна», 2007. 272 с.
11. Сорокин Г.А., Чистяков Н.Д., Чернышева М.П., Кирьянова М.Н. Возрастная динамика риска COVID-19 разной степени выраженности у работников здравоохранения и промышленных предприятий // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 5. С. 78–84. doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-5-78-84
12. Sasson I. Age and COVID-19 mortality: A comparison of Gompertz doubling time across countries and causes of death. *Demogr Res*. 2021;44:379–396. doi: 10.4054/DemRes.2021.44.16
13. Hampshire A, Trender W, Chamberlain S, et al. Cognitive deficits in people who have recovered from COVID-19. *EclinicalMedicine*. 2021;39:101044. doi: 10.1016/j.eclinm.2021.101044
14. Zimmermann P, Curtis N. Why does the severity of COVID-19 differ with age? Understanding the mechanisms

underlying the age gradient in outcome following SARS-CoV-2 infection. *Pediatr Infect Dis J*. 2022;41(2):e36–e45. doi: 10.1097/INF.0000000000003413

15. Сорокин Г.А. Работа, утомление и профессиональный риск. СПб.: Изд. Политехнического университета, 2016. 456 с.
16. Сорокин Г.А. Динамика ЗВУТ как показатель профессионального риска // Гигиена и санитария. 2007. № 4. С. 43–46.
17. Парахонский А.П. Старение иммунной системы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2011. № 6. С. 73–74.
18. Сорокин Г.А. Хронофизиологическое исследование профессионально обусловленной усталости // Физиология человека. 2008. № 6. С. 70–77.
19. Асфандиярова Н.С. Постковидный синдром // Клиническая медицина 2021. № 99. С. 7–8. doi: 10.30629/0023-2149-2021-99-7-8-429-435
20. Montani D, Savale L, Noel N, et al. Post-acute COVID-19 syndrome. *Eur Respir Rev*. 2022;31(163):210185. doi: 10.1183/16000617.0185-2021
21. Davis HE, McCorkell L, Vogel JM, Topol EJ. Long COVID: Major findings, mechanisms and recommendations. *Nat Rev Microbiol*. 2023;21(3):133–146. doi: 10.1038/s41579-022-00846-2
22. Aiyegbusi OL, Hughes SE, Turner G, et al. Symptoms, complications and management of long COVID: A review. *J R Soc Med*. 2021;114(9):428–442. doi: 10.1177/01410768211032850
23. Ceban F, Ling S, Lui LMW, et al. Fatigue and cognitive impairment in Post-COVID-19 Syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Brain Behav Immun*. 2022;101:93–135. doi: 10.1016/j.bbi.2021.12.020

### REFERENCES

1. Melnitskaia AA, Matchekhina LV, Tkacheva ON, et al. RUSS-AGE: Developed research protocol for the creation of Russian biological age calculators. *Rossiyskiy Zhurnal Geriatricheskoy Meditsiny*. 2023;4(16):239–247. (In Russ.) doi: 10.37586/2686-8636-4-2023-239-247
2. Barja G, Pamplona R. Introduction to special issue on 'physiological and evolutionary mechanisms of aging'. *Exp Gerontology*. 2023;184:112324. doi: 10.1016/j.exger.2023.112324
3. Steptoe A, Zaninotto P. Lower socioeconomic status and the acceleration of aging: An outcome-wide analysis. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2020;117(26):14911–14917. doi: 10.1073/pnas.1915741117
4. Lua CZB, Gao Y, Li J, et al. Influencing factors of healthy aging risk assessed using biomarkers: A life course perspective. *China CDC Wkly*. 2024;6(11):219–224. doi: 10.46234/ccdcw2024.044
5. Cao X, Ma C, Zheng Z, et al. Contribution of life course circumstances to the acceleration of phenotypic and functional aging: A retrospective study. *EclinicalMedicine*. 2022;51:101548. doi: 10.1016/j.eclinm.2022.101548
6. Van Kamp I, Davies H. Noise and health in vulnerable groups: A review. *Noise Health*. 2013;15(64):153–159. doi: 10.4103/1463-1741.112361
7. Kan H, London SJ, Chen G, et al. Season, sex, age, and education as modifiers of the effects of outdoor air pollution on daily mortality in Shanghai, China: The Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA) Study. *Environ Health Perspect*. 2008;116(9):1183–1188. doi: 10.1289/ehp.10851
8. Paavola J. Health impacts of climate change and health and social inequalities in the UK. *Environ Health*. 2017;16(Suppl 1):113. doi: 10.1186/s12940-017-0328-z
9. Rubik B, Brown RR. Evidence for a connection between coronavirus disease-19 and exposure to radiofrequency

- radiation from wireless communications including 5G. *J Clin Transl Res.* 2021;7(5):666-681.
10. Trakhtenberg IM, Polyakov AA. [*Essays on Physiology and Occupational Health of the Elderly.*] Kiev: "Avicenna" Publ.; 2007. (In Russ.)
  11. Sorokin GA, Chistyakov ND, Chernysheva MP, Kir'yanova MN. Age-specific dynamics of risks of COVID-19 of different severity among healthcare and industrial workers. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2023;31(5):78-84. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-5-78-84
  12. Sasson I. Age and COVID-19 mortality: A comparison of Gompertz doubling time across countries and causes of death. *Demogr Res.* 2021;44:379-396. doi: 10.4054/DemRes.2021.44.16
  13. Hampshire A, Trender W, Chamberlain S, et al. Cognitive deficits in people who have recovered from COVID-19. *EClinicalMedicine.* 2021;39:101044. doi: 10.1016/j.eclinm.2021.101044
  14. Zimmermann P, Curtis N. Why does the severity of COVID-19 differ with age? Understanding the mechanisms underlying the age gradient in outcome following SARS-CoV-2 infection. *Pediatr Infect Dis J.* 2022;41(2):e36-e45. doi: 10.1097/INF.0000000000003413
  15. Sorokin GA. [*Work, Fatigue and Occupational Risk.*] St. Petersburg: Polytechnic University Publ.; 2016. (In Russ.)
  16. Sorokin GA. [Dynamics of sickness absence as an indicator of occupational risk.] *Hygiene and Sanitation.* 2007;(4):43-46. (In Russ.)
  17. Parakhonsky AP. [Aging of the immune system.] *Mezhdunarodnyy Zhurnal Prikladnykh i Fundamental'nykh Issledovaniy.* 2011;(6-1):73-74. (In Russ.)
  18. Sorokin GA. [Chronophysiological study of occupational fatigue.] *Fiziologiya Cheloveka.* 2008;34(6):70-77. (In Russ.)
  19. Asfandiyarova NS. Post-COVID-19 syndrome. *Klinicheskaya Meditsina.* 2021;99(7-8):429-435. (In Russ.) doi: 10.30629/0023-2149-2021-99-7-8-429-435
  20. Montani D, Savale L, Noel N, et al. Post-acute COVID-19 syndrome. *Eur Respir Rev.* 2022;31(163):210185. doi: 10.1183/16000617.0185-2021
  21. Davis HE, McCorkell L, Vogel JM, Topol EJ. Long COVID: Major findings, mechanisms and recommendations. *Nat Rev Microbiol.* 2023;21(3):133-146. doi: 10.1038/s41579-022-00846-2
  22. Aiyegbusi OL, Hughes SE, Turner G, et al. Symptoms, complications and management of long COVID: A review. *J R Soc Med.* 2021;114(9):428-442. doi: 10.1177/01410768211032850
  23. Ceban F, Ling S, Lui LMW, et al. Fatigue and cognitive impairment in Post-COVID-19 Syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Brain Behav Immun.* 2022;101:93-135. doi: 10.1016/j.bbi.2021.12.020

**Сведения об авторах:**

**Сорокин** Геннадий Александрович – д.б.н., ведущий научный сотрудник отдела гигиены; e-mail: sorgen50@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1297-5476>.

**Чистяков** Николай Дмитриевич – к.м.н., врач-дерматовенеролог медицинского центра; e-mail: ndvision@yandex.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1881-3432>.

✉ **Кирьянова** Марина Николаевна – к.м.н., старший научный сотрудник отдела гигиены; e-mail: mrm@ro.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9037-0301>.

**Информация о вкладе авторов:** разработка дизайна исследования, методология, управление проектом, курирование данных: *Сорокин Г.А.*; получение данных для анализа: *Чистяков Н.Д., Кирьянова М.Н.*; анализ полученных данных: *Чистяков Н.Д.*; редактирование материала: *Кирьянова М.Н.*; обзор публикаций по теме статьи: *Кирьянова М.Н.*; написание текста рукописи: *Сорокин Г.А.*

**Соблюдение этических стандартов:** исследование одобрено на заседании ЛЭК ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» № 2021/30.4 от 16.03.2021. От участников исследования получено добровольное информированное согласие на обработку персональных данных.

**Финансирование:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 28.03.24 / Принята к публикации: 08.05.24 / Опубликовано: 31.05.24

**Author information:**

Gennady A. **Sorokin**, Dr. Sci. (Biol.), Leading Researcher, Department of Hygiene; e-mail: sorgen50@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1297-5476>.

Nikolay D. **Chistyakov**, Cand. Sci. (Med.), Dermatovenereologist, Clinical Research Department; e-mail: ndvision@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1881-3432>.

✉ Marina N. **Kir'yanova**, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of Hygiene; e-mail: mrm@ro.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9037-0301>.

**Author contributions:** study design, methodology, project management, data curation: *Sorokin G.A.*; data collection: *Chistyakov N.D., Kir'yanova M.N.*; analysis and interpretation of results: *Chistyakov N.D.*; critical revision: *Kir'yanova M.N.*; bibliography compilation and referencing: *Kir'yanova M.N.*; draft manuscript preparation: *Sorokin G.A.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

**Compliance with ethical standards:** Study approval was provided by the Ethics Committee of the North-West Public Health Research Center (protocol No. 2021/30.4 of March 16, 2021). Voluntary informed consent to personal data processing was obtained from the study participants.

**Funding:** The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

**Conflict of interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

Received: March 28, 2024 / Accepted: May 8, 2024 / Published: May 31, 2024