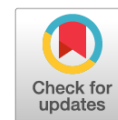


DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar84027>

Научная статья

Оценка средств индивидуальной защиты медицинского персонала, применяемых в период пандемии новой коронавирусной инфекции



В.Е. Батов, С.М. Кузнецов

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. Использование средств индивидуальной защиты при контакте с пациентами с новой коронавирусной инфекцией является основной мерой по обеспечению безопасности медицинских работников. Известно, что применение средств защиты из материалов с низкой гигроскопичностью, воздухо- и паропроницаемостью в условиях повышенных температур окружающего воздуха и физической нагрузки может вызывать перегрев организма. Объективно в условиях пандемии медицинский персонал отмечал ухудшение функционального состояния, вплоть до потери сознания, при длительном применении защитных костюмов. Средства защиты затрудняли выполнение привычных манипуляций и приводили к снижению качества выполняемых работ.

Цель. Оценка влияния средств индивидуальной защиты на функциональное состояние медицинского персонала.

Материалы и методы. Проведен опрос 156 медицинских работников военно-медицинских организаций с использованием оригинальной анкеты. Оценено удобство применения средств защиты, и одновременно выявлены негативные стороны их использования. В лабораторных условиях проведено исследование теплового состояния 6 добровольцев при эксплуатации комплектов средств индивидуальной защиты многоразового и одноразового применения.

Результаты и обсуждение. Большинство респондентов отметили негативное влияние на функциональное состояние организма при использовании средств индивидуальной защиты. По анкетным данным, повреждение кожи встречалось в 88 % случаев; запотевание защитных очков — в 81; ограничение зрения — в 70; несоответствие размеров костюмов — в 61; субъективное ощущение жары при работе — в 61; головные боли — в 45 % случаев. Оценка теплового состояния многоразового и одноразового костюмов при температуре 25 °С и легкой физической работе определила теплосодержание организма добровольцев на уровне допустимых нормативных величин.

Заключение. Применение средств индивидуальной защиты оказывает негативное влияние на функциональное состояние организма медицинских работников, что требует осознанного подхода к выбору защитных средств и обеспечению оптимального режима труда и отдыха. Учитывая возможность использования средств индивидуальной защиты в различных условиях, в том числе и при повышенных температурах окружающего воздуха (свыше +30 °С) и (или) интенсивных физических нагрузках, существует необходимость дальнейшего изучения их влияния с целью разработки профилактических мероприятий.

Ключевые слова: медицинский персонал; новая коронавирусная инфекция; профессиональный риск; работоспособность; средства индивидуальной защиты; тепловое состояние; функциональное состояние организма.

Как цитировать:

Батов В.Е., Кузнецов С.М. Оценка средств индивидуальной защиты медицинского персонала, применяемых в период пандемии новой коронавирусной инфекции // Известия Российской Военно-медицинской академии. 2022. Т. 41. № 1. С. 77–82. DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar84027>

DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar84027>
Research Article

Assessment of personal protective equipment for medical personnel during a new coronavirus pandemic

Vyacheslav E. Batov, Sergey M. Kuznetsov

Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

BACKGROUND: The use of personal protective equipment in contact with patients with new coronavirus infection is the basic measure to ensure the safety of medical personnel. It is known that the use of protective equipment made of materials with low hygroscopicity, air and vapor permeability, under high ambient temperatures and physical activity, can cause overheating of the body. Objectively, during the pandemic, medical personnel reported a deterioration in the functional state up to and even fainting, caused by prolonged use of protective suits. Protective equipment made it difficult to perform routine tasks and led to a reduction in the quality of work performed.

PURPOSE OF THE STUDY: Assessment of the effect of personal protective equipment on the functional status of medical personnel.

MATERIALS AND METHODS: A survey of 156 medical workers of military medical organizations was carried out using the original questionnaire. The ease of use of protective equipment was assessed, and at the same time the negative aspects of its use were identified. A study of the thermal condition of 6 volunteers during the use of reusable and disposable personal protective equipment sets was carried out under laboratory conditions.

RESULTS AND DISCUSSION: The majority of respondents reported a negative impact on the functional state of the body when using personal protective equipment. According to questionnaire data, skin damage occurred in 88% of cases; fogging of safety glasses in 81%; visual impairment in 70%; inadequate suit size in 61%; subjective feeling of heat at work in 61%; headaches in 45% of cases. An assessment of the thermal condition of the reusable and disposable suits at a temperature of 25°C and light physical work indicated that the body heat levels of the volunteers were within acceptable normative values.

CONCLUSIONS: The use of personal protective equipment has a negative effect on the functional state of the medical workers body, which requires a rational approach to the selection of protective the provision of an optimal regime of work and rest Considering the possibility of using personal protective equipment under different conditions, including increased ambient temperatures (over +30°C) and/or intense physical exertion, there is a need for further study of their effects in order to develop preventive measures.

Keywords: medical personnel; new coronavirus infection; professional risk; efficiency; personal protective equipment; thermal state; functional state of the body.

To cite this article:

Batov VE, Kuznetsov SM. Assessment of personal protective equipment for medical personnel during a new coronavirus pandemic. *Russian Military Medical Academy Reports*. 2022;41(1):77–82. DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar84027>

Received: 04.11.2021

Accepted: 16.03.2022

Published: 29.03.2022

АКТУАЛЬНОСТЬ

Пандемия новой коронавирусной инфекции способствовала внедрению своевременных мер по защите медицинского персонала от риска заражения ею. Использование средств индивидуальной защиты (СИЗ) при контакте с пациентами с новой коронавирусной инфекцией обеспечило безопасность медицинских работников [1, 2]. В начале пандемии специалистами Всемирной организации здравоохранения и Роспотребнадзора были разработаны рекомендации по рациональному использованию СИЗ в зависимости от характера работ и категории профессионального риска. Максимальная биологическая защита использовалась в условиях работы с больными новой коронавирусной инфекцией при проведении процедур обрызгивания аэрозоля. В этих случаях требовалось применение противочумных костюмов I типа или их аналогов [3, 4].

Важной характеристикой применяемых СИЗ является степень защиты от проникновения биологических агентов. Но повышение барьерных свойств применяемых материалов приводит к ухудшению теплового обмена организма и негативному влиянию на функциональное состояние и работоспособность медиков [5].

В период пандемии возросли продолжительность смен и количество персонала, работающего в СИЗ, что стало дополнительной нагрузкой на организм специалистов. Современная линейка используемых СИЗ довольно разнообразна и представлена широким перечнем изделий одноразового и многоразового применения. Изготовление защитных костюмов осуществляется из разных типов материалов. Известны свойства материалов, такие как гигроскопичность, воздухо- и паропроницаемость, которые оказывают непосредственное влияние на тепловой обмен и эргономику [6].

Широкое распространение в настоящее время получили костюмы из нетканых материалов (спанбонд, трехслойная ткань спанбонд-мельтблаун-спанбонд, полиэфирные ткани с соответствующими пропитками, полипропиленовые материалы с гидрофобными и гидрофильными мембранами). Для нетканых материалов в основном характерна микропористая структура, при которой обеспечивается защитный водо- и кровееоталкивающий эффекты с возможностью отвода влаги и теплого воздуха из-под одежного пространства.

Однако практика применения СИЗ в условиях пандемии свидетельствует о том, что медицинский персонал отмечал ухудшение функционального состояния, вплоть до потери сознания, при длительном применении защитных костюмов. Средства защиты затрудняли выполнение привычных манипуляций и приводили к снижению качества выполняемых работ [7, 8]. Данная информация послужила основой для проведения исследований СИЗ, применяемых для защиты от биологических агентов.

Цель — оценка влияния СИЗ на функциональное состояние медицинского персонала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен опрос 156 медицинских работников военно-медицинских организаций с использованием оригинальной анкеты. Она включала вопросы по режиму труда и отдыха, характеристикам условий труда, субъективной оценки работоспособности и функционального состояния, эргономики.

На базе лаборатории Государственного научно-исследовательского испытательного института военной медицины Минобороны РФ проведены одобренные его локальным этическим комитетом исследования теплового состояния 6 добровольцев при работе в одноразовом и многоразовом костюмах. Параметры микроклимата в помещениях в период наблюдения:

- температура воздуха — $25,0 \pm 0,2$ °C;
- относительная влажность воздуха (RH) — $35,2 \pm 1,6$ %;
- скорость движения воздуха (Vв) — 0,1–0,4 м/с.

Теплообмен организма добровольцев оценивали согласно методическим указаниям «Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания» МУК 4.3.1895-04.

При исследованиях регистрировались показатели:

- ректальная температура;
- температура кожи на 11 избранных для исследования участках тела;
- плотность теплового потока на 11 избранных для исследования участках тела;
- общие и локальные теплоощущения;
- масса тела добровольца без одежды;
- масса каждого элемента экипировки;
- температура, относительная влажность и скорость движения воздуха в рабочей зоне.

Регистрация показателей температуры осуществлялась комплектом мониторинга термофизиологических показателей человека (КМТП-01, ООО «Спецмедтехника», г. Санкт-Петербург) для измерения параметров температуры и теплового потока в диапазоне температур от 0 до + 50 °C (погрешность измерения $\pm 0,05$ °C) [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение по категориям 156 медицинских работников, включенных в анкетирование и оказывавших помощь больным новой коронавирусной инфекцией в 2020 г. в условиях «красной зоны»: врачебный персонал — 12,2 % (n — 19); средний медицинский персонал — 61,5 % (n — 96); младший медицинский персонал — 26,3 % (n — 41). Стаж работы с больными новой коронавирусной инфекцией составлял 3–8 мес.

Жалобы при применении СИЗ, выявленные в ходе опроса, представлены на рисунке.

Анкетирование выявило, что применение СИЗ сопряжено с неблагоприятным воздействием на медицинских работников. Установлено негативное влияние СИЗ на систему органов дыхания (его затруднение), органов зрения (запотевание очков, ограничение полей зрения), поверхность кожи (в виде наминов, раздражений, повреждений).

Большая часть респондентов (61 %) указывали на несоответствие размеров выдаваемых СИЗ. Рекомендации по выбору средств защиты в соответствии с размером не выполнялись или выполнялись не в полной мере. Причиной этому служили недостаточное обеспечение средствами защиты и отсутствие необходимого размерного ряда. При малых размерах средств защиты возникали случаи, когда нарушалась герметичность защитной одежды и при выполнении движений оголялись участки кожи верхних и нижних конечностей. В таких случаях возникала необходимость применения дополнительных средств фиксации (в основном клейкая лента), на что указали 40 % респондентов. Помимо этого, в рекомендациях медицинские работники ссылались на необходимость оборудования защитных костюмов средствами подгонки (59 %), особенно при большем размере, что чаще наблюдалось у специалистов женского пола.

В рамках анкетирования определена средняя продолжительность использования СИЗ за смену при нахождении в «красной зоне», которая составила 4–12 ч. В методических рекомендациях Роспотребнадзора* допустимое непрерывное время нахождения в СИЗ не должно превышать 4 ч. Данный факт указывает на повышенную нагрузку на организм, которая способствовала ухудшению функционального состояния и снижению работоспособности. При этом по ранее проведенным исследованиям

* МР 3.1.0229-21. 3.1. «Рекомендации по организации противоэпидемических мероприятий в медицинских организациях, осуществляющих оказание медицинской помощи пациентам с новой коронавирусной инфекцией (COVID-19) (подозрением на заболевание) в стационарных условиях. Методические рекомендации».

имеются сведения, что при работе в костюме «Тайвек 600» при температуре 25 ± 2 °С и физической нагрузке средней степени тяжести через 3 ч достигаются допустимые уровни теплового воздействия [10].

Согласно субъективным ощущениям большинство респондентов (61 %) отмечали, что в СИЗ им было жарко и, как следствие, мучало повышенное потоотделение.

Для объективной оценки теплового состояния организма добровольцев исследовались показатели температуры кожи и ядра при легкой физической нагрузке и использовании СИЗ. Оценивались многоразовый и одноразовый костюмы в условиях лаборатории при температуре воздуха 25 °С и восьмичасовом рабочем дне.

В исследованиях выявлено, что у всех добровольцев к концу опытов отмечалось незначительное (в среднем на 0,2 °С) повышение ректальной температуры. Средняя температура тела увеличилась в среднем на 1,1 °С, что свидетельствовало о незначительном напряжении механизмов терморегуляции в организме добровольцев и сбалансированном теплообмене с окружающей средой. При этом общая субъективная оценка своего теплового состояния характеризовалась участниками как «тепло». Но данная самооценка была характерна для первых 3–4 ч исследований у ряда добровольцев, а также имела место только в момент и сразу после физической нагрузки.

Помимо динамики температуры поверхности избранных для исследования участков тела следует отметить показатели, характеризующие эффективность отведения пота с поверхности кожи в верхние слои одежды, а также эффективность его испарения. Установлено, что интенсивность выделения пота у добровольцев в костюмах в среднем составила $111,5 \pm 13,7$ г/ч. Элементы средств защиты задерживали в среднем $40,8 \pm 7,9$ г. пота, что свидетельствовало о высокой эффективности его испарения — 95,5 %. В итоге за счет испарения выделившегося пота теплотери составили в среднем 34,4 Вт/м².

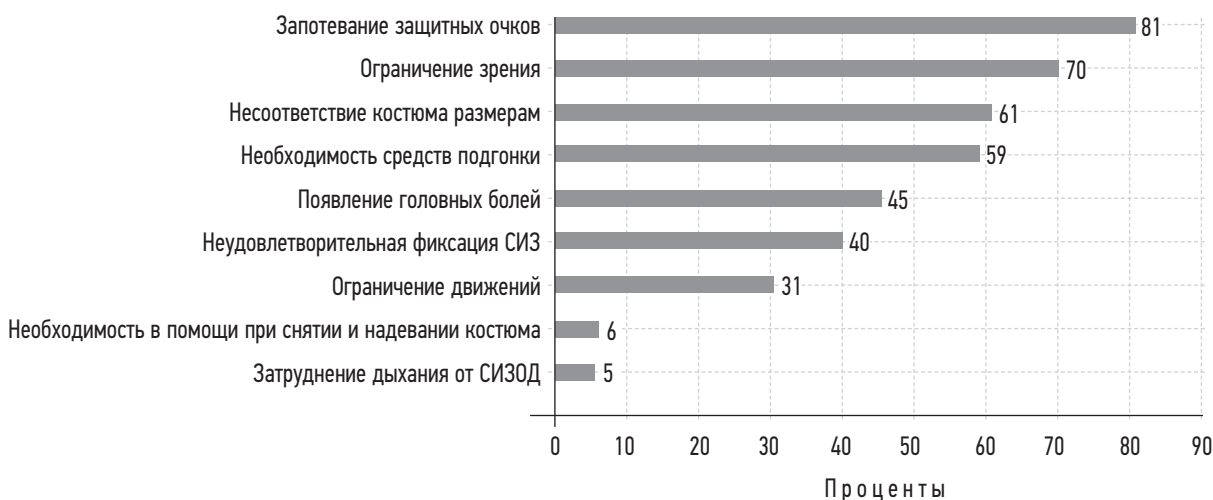


Рисунок. Жалобы респондентов при использовании СИЗ. СИЗОД — средство индивидуальной защиты органов дыхания

Теплообмен и величины комплекса термофизиологических показателей определили избыточное теплосодержание организма добровольцев на уровне 5,6 Вт/м², что в соответствии с нормативными величинами соответствовало оптимальным значениям ($\pm 16,0$ Вт/м²).

ВЫВОДЫ

Согласно проведенному опросу, применение СИЗ вызывает негативное воздействие на функциональное состояние организма медицинского персонала, влияние которого распространялось практически на все органы и системы. Данный факт указывает на необходимость дифференцированного подхода к выбору СИЗ с обеспечением оптимального режима труда и отдыха.

В ходе исследований многоразового и одноразового костюмов в условиях лаборатории при температуре воздуха 25 °С и восьмичасовом рабочем дне не выявлено перегревания организма добровольцев. Полученные данные свидетельствуют об адекватном теплообмене при их применении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисов Э.И., Прокопенко Л.В., Пфаф В.Ф. Пандемия COVID-19: проблемы медицины труда работников здравоохранения // Медицина труда и промышленная экология. 2021. Т. 61, № 1. С. 49–61. DOI: 10.31089/1026-9428-2021-61-1-49-61
2. Ивченко Е.В., Котив Б.Н., Овчинников Д.В., Буценко С.А. Результаты работы научно-исследовательского института проблем новой коронавирусной инфекции Военно-медицинской академии за 2020–2021 гг. // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2021. Т. 23, № 4. С. 93–104. DOI: 10.17816/brmma83094
3. Горблянский Ю.Ю., Конторович Е.П., Понамарева О.П., Волынская Е.И. Профессиональные аспекты новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // Медицина труда и промышленная экология. 2021. Т. 61, № 2. С. 103–114. DOI: 10.31089/1026-9428-2021-61-2-103-114
4. Гарипова Р.В., Стрижаков Л.А., Умбетова К.Т., Сафина К.Р. Профессиональные заболевания медицинских работников от воздействия инфекционных агентов: современное состояние проблемы // Медицина труда и промышленная экология. 2021. Т. 61, № 1. С. 13–17. DOI: 10.31089/1026-9428-2021-61-1-13-17
5. Cota A., Quinn T., Kim J.-H., et al. Physiological evaluation of personal protective ensembles recommended for use in West Africa // Disaster Med. Public Health Prep. 2017. Vol. 11, No. 5. P. 580–586. DOI: 10.1017/dmp.2017.13

REFERENCES

1. Denisov EI, Prokopenko LV, Pfaf VF Issues of occupational health of healthcare workers and pandemic COVID-19. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2021;61(1):49–61. (In Russ.) DOI: 10.31089/1026-9428-2021-61-1-49-61
2. Ivchenko EV, Kotiv BN, Ovchinnikov DV, Butsenko SA. Results of the work of the Military Medical Academy research institute of novel coronavirus

Учитывая применение СИЗ в пандемию и возможность их использования в полевых условиях, при чрезвычайных ситуациях, а также в условиях повышенных температур окружающей среды с интенсивными физическими нагрузками, целесообразно проведение дальнейших физиолого-гигиенических исследований в условиях повышенных температур окружающего воздуха (свыше +30 °С) и/или интенсивных физических нагрузках.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Финансирование данной работы не проводилось.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ГНИИИВМ МО РФ.

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

6. Бурмистрова О.В., Лосик Т.К., Шупорин Е.С. Физиолого-гигиеническое обоснование разработки методики оценки спецодежды для защиты работающих в нагревающей среде по показателям теплового состояния // Медицина труда и промышленная экология. 2019. Т. 59, № 12. С. 1013–1019. DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-12-1013-1019
7. Lee J., Venugopal V., Latha P.K., et al. Heat stress and thermal perception amongst healthcare workers during the COVID-19 Pandemic in India and Singapore // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2020. Vol. 17, No. 21. P. 1–12. DOI: 10.3390/ijerph17218100
8. Maynard S.L., Kao R., Craig D. Impact of personal protective equipment on clinical output and perceived exertion // J. R. Army Med. Corps. 2016. Vol. 162, No. 3. P. 180–183. DOI: 10.1136/jramc-2015-000541
9. Тюрин М.В., Сохранов М.В., Ивченко Е.В., и др. Совершенствование оказания медицинской помощи при боевых действиях: мониторинг физиологического состояния военнослужащего // Военно-медицинский журнал. 2014. Т. 335, № 1. С. 45–47.
10. Конюхов А.В., Герегей А.М., Лемешко В.И. Особенности теплового состояния медицинских работников при использовании средств индивидуальной защиты от биологических факторов // Медицина труда и промышленная экология. 2020. Т. 60, № 11. С. 801–803. DOI: 10.31089/1026-9428-2020-60-11-801-803

- rus infection problems through 2020–2021. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2021;23(4):93–104. (In Russ.) DOI: 10.17816/brmma83094
3. Gorblyansky YuY, Kontorovich EP, Ponomareva OP, Volynskaya EI. Professional aspects of the new coronavirus infection (COVID-19). *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2021;61(2):103–114. (In Russ.) DOI: 10.31089/1026-9428-2021-61-2-103-114

4. Garipova RV, Strizhakov LA, Umbetova KT, Safina KR. Occupational diseases of health care workers from exposure to infectious agents: the current state of the problem. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2021;61(1):13–17. (In Russ.) DOI: 10.31089/1026-9428-2021-61-1-13-17
5. Coca A, Quinn T, Kim J-H, et al. Physiological evaluation of personal protective ensembles recommended for use in West Africa. *Disaster Med Public Health Prep*. 2017;11(5):580–586. DOI: 10.1017/dmp.2017.13
6. Burmistrova OV, Losik TK, Shuporin ES. Physiological and hygienic substantiation of development of a technique of an estimation of overalls for protection working in the heating environment on indicators of a thermal condition. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2019;(12):1013–1019. (In Russ.) DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-12-1013-1019
7. Lee J, Venugopal V, Latha PK, et al. Heat stress and thermal perception amongst healthcare workers during the COVID-19 Pandemic in India and Singapore. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(21):1–12. DOI: 10.3390/ijerph17218100
8. Maynard SL, Kao R, Craig D. Impact of personal protective equipment on clinical output and perceived exertion. *J R Army Med Corps*. 2016;162(3):180–183. DOI: 10.1136/jramc-2015-000541
9. Tyurin MV, Sokhranov MV, Ivchenko EV, et al. Improvement of the health care delivery system in war-time: monitoring of servicemen's health status. *Military Medical Journal*. 2014;335(1):45–47. (In Russ.)
10. Konyukhov AV, Geregei AM, Lemesko VI. Features of the thermal state of medical workers when using personal protective equipment against biological factors. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2020;60(11):801–803. (In Russ.) DOI: 10.31089/1026-9428-2020-60-11-801-803

ОБ АВТОРАХ

*Вячеслав Евгеньевич Батов;

адрес: Россия, 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7626-1950>; eLibrary SPIN: 6544-9704; Author ID: 1083156; e-mail: batov_s@inbox.ru

Сергей Максимович Кузнецов, канд. мед. наук, доцент; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5104-5389>; eLibrary SPIN: 7329-0560; Author ID: 873642; e-mail: kusnez-s-maks@mail.ru

AUTHORS' INFO

*Vyacheslav E. Batov;

address: 6, Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, 194044, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7626-1950>; eLibrary SPIN: 6544-9704; Author ID: 1083156; e-mail: batov_s@inbox.ru

Sergey M. Kuznetsov, M.D., Ph.D. (Medicine), Associate Professor; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5104-5389>; eLibrary SPIN: 7329-0560; Author ID: 873642; e-mail: kusnez-s-maks@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author