

DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-11-801-803>

УДК 612.521.1

© Коллектив авторов, 2020

Конюхов А.В., Гереев А.М., Лемешко В.И.

Особенности теплового состояния медицинских работников при использовании средств индивидуальной защиты от биологических факторов

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», пр-т Будённого, 31, Москва, Россия, 105275

Введение. Средства индивидуальной защиты (СИЗ) от биологических факторов в настоящее время особенно востребованы, в первую очередь, при работе с больными новой коронавирусной инфекцией (COVID-19). Многие материалы, используемые при изготовлении таких СИЗ, имеют низкую воздухо- и паропроницаемость, что в итоге может способствовать перегреванию организма даже в комфортной температурной среде.

Цель исследования — физиолого-гигиеническая оценка теплового состояния организма медицинских работников, одетых в СИЗ от биологических факторов, в течение трудового дня.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе инфекционного стационара клиники ФГБНУ «НИИ МТ» в течение эпидемии COVID-19 на практичеки здоровых добровольцах: санитарях, медицинских сёстрах и врачах, которые в ходе исследования выполняли свои служебные обязанности в «заразной» зоне¹.

Результаты. На добровольцах были установлены датчики, измеряющие температуру кожи и тела, частоту сердечных сокращений и влажность пододёжного пространства. Показатели, полученные в ходе эксперимента, оценивались в соответствии с действующей нормативной документацией.

Выводы. Полученные в результате исследования данные показали рост большинства критериальных показателей теплового состояния организма медицинских работников, что позволило оценить напряженность теплового состояния медицинского персонала в течение 5 часов непрерывной работы в СИЗ. На основании физиолого-гигиенической оценки теплового состояния организма медицинских работников, одетых в СИЗ от биологических факторов, выполняющих работу с уровнем энергозатрат $179 \pm 73 \text{ Вт/м}^2$, показано напряжение терморегуляторных реакций в течении трудового дня, к третьему часу работы, соответствующее допустимому уровню для продолжительности работы не более трех часов за рабочую смену, согласно МУК 4.3.1895-04.

Ключевые слова: СИЗ от биологических факторов; тепловое состояние человека; медицинские работники; COVID-19

Для цитирования: Конюхов А.В., Гереев А.М., Лемешко В.И. Особенности теплового состояния медицинских работников при использовании средств индивидуальной защиты от биологических факторов. *Мед. труда и пром. экол.* 2020; 60(11): 801–803. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-11-801-803>

Для корреспонденции: Конюхов Алексей Владимирович, врач-эпидемиолог, аспирант, мл. науч. сотр. ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова». E-mail: ppe-lab@iriioh.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 04.09.2020 / Дата принятия к печати: 19.10.2020 / Дата публикации: 03.12.2020

Alexey V. Konyukhov, Andrey M. Geregei, Vladislav I. Lemeshko

Features of the thermal state of medical workers when using personal protective equipment against biological factors

Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budyonnogo Ave., Moscow, Russia, 105275

Introduction. Biological personal protective equipment (PPE) is currently in particular demand, primarily when working with patients with a new coronavirus infection (COVID-19). Many materials used in the manufacture of such PPE have low air and vapor permeability, which ultimately can contribute to overheating of the body even in a comfortable temperature environment.

The aim of study — physiological and hygienic assessment of the thermal state of the body of medical workers dressed in PPE from biological factors during the working day.

Materials and methods. The study was conducted on the basis of an infectious hospital clinic of the FSBSI "Izmerov Research Institute of Occupational Health" during the COVID-19 epidemic on practically healthy volunteers: orderlies, nurses and doctors, who during the study performed their duties in the "infectious" zone.

Results. The volunteers were equipped with sensors that measure the temperature of the skin and body, heart rate and humidity of the underwear. The indicators obtained during the experiment were evaluated in accordance with the current regulatory documentation.

Conclusion. The data obtained as a result of the study showed an increase in most of the criteria indicators of the thermal state of the body of medical workers, which made it possible to assess the intensity of the thermal state of medical personnel.

Keywords: PPE from biological factors; human thermal state; medical workers; COVID-19

For citation: Konyukhov A.V., Geregei A.M., Lemeshko V.I. Features of the thermal state of medical workers when using personal protective equipment against biological factors. *Med. truda i prom. ekol.* 2020; 60(11): 801–803. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-11-801-803>

For correspondence: Alexey V. Konyukhov, doctor-epidemiologist, graduate student, junior researcher of Izmerov Research Institute of Occupational Health. E-mail: ppe-lab@iriioh.ru

Information about authors: Konyukhov A.V. <https://orcid.org/0000-0003-0281-6903>

Geregei A.M. <https://orcid.org/0000-0002-7927-2505>

Lemeshko V.I. <https://orcid.org/0000-0002-2212-3832>

¹ Письмо Роспотребнадзора от 09.04.2020 № 02/6509-2020-32 «О рекомендациях по предупреждению распространения новой коронавирусной инфекции в медицинских организациях»

Funding. The study has no funding.

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

Received: 04.09.2020 / Accepted: 19.10.2020 / Published: 03.12.2020

Введение. СИЗ от биологических факторов, в т. ч. COVID-19, в настоящее время особенно востребованы^{2,3}. Риск заражения медицинских работников, контактирующих с больными COVID-19, определяет высокие требования к защитным свойствам СИЗ. Материалы, используемые при их изготовлении, имеют, как правило, очень низкую воздухо- и паропроницаемость. Применение таких СИЗ даже в комфортной температурной среде, способствует перегреванию организма работника за счет снижения потерь тепла с испарением влаги не только с поверхности тела, но и через дыхательные пути, а накопление влаги в пододёжном пространстве может вызывать существенный дискомфорт [1], что негативно отражается на работоспособности и здоровье специалистов. Исходя из этого, одной из проблем, стоящих перед исследователями, является оценка теплового состояния организма медицинского персонала при работе в «заразной» зоне во время использования СИЗ от биологических факторов, в т. ч. в условиях борьбы с COVID-19.

Цель исследования — физиолого-гигиеническая оценка теплового состояния организма медицинских работников, одетых в СИЗ от биологических факторов, в течение трудового дня.

Материалы и методы. Исследования проводились на базе клиники ФГБНУ «НИИ МТ» в тёплый период года в ходе эпидемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Микроклиматические условия в помещениях в период наблюдения находились в пределах:

- температура воздуха ($T_{в}$) — $25,6 \pm 2^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность воздуха (RH) — $51,9 \pm 6,5\%$;
- скорость движения воздуха ($V_{в}$) — $0,12 \pm 0,04$ м/с;
- атмосферное давление ($P_{атм.}$) — $747,8 \pm 1,9$ мм рт. ст.

В исследованиях принимали участие 5 практически здоровых добровольцев (мужского и женского пола): 1 врач, 1 медицинская сестра и 3 санитары. Возраст добровольцев — 28 ± 10 лет; масса тела — $78,2 \pm 12,8$ кг; рост — $177,2 \pm 7,3$ см; индекс массы тела — $24,9 \pm 5,2$. Добровольцы использовали СИЗ от биологических факторов «Тайвек® 600 Плюс», представляющий собой комбинезон с капюшоном, выполненный из паро- и воздухо непроницаемого полиэтилена высокой плотности. Комбинезон надевался на хирургический костюм, выполненный из хлопчатобумажной ткани. Помимо этого, защитный комплект включал в себя: шапочку медицинскую, выполненную из полипропилена; очки защитные закрытого типа, изготовленные из поливинилхлорида; полумаску фильтрующую формованную с клапаном, изготовленную из полиэфирного полотна; перчатки нитриловые (две пары); обувь медицинскую (сабо), выполненную из полиуретана; бахилы высокие с завязками, выполненные из полипропилена.

Изучение теплообмена медицинских работников проводили в соответствии с методическими указаниями «Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабо-

чих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания» МУК 4.3.1895-04, согласно которому у добровольцев регистрировали:

- температуру кожи ($T_{к}$) и относительную влажность пододёжного пространства на 11 участках поверхности тела с использованием гигрохрона — регистратора температуры и влажности «iButton» («Maxim Integrated Products, Inc», США);
- температуру тела в подмышечной впадине ($T_{п/м}$) до и после трудовой деятельности с использованием термометра *Thermoval Standard* («PAUL HARTMANN», Германия);
- влагопотери (ΔP) путём взвешивания добровольцев до и после трудовой деятельности на медицинских весах («SecaGMBH&Co», Германия);
- частоту сердечных сокращений (ЧСС) с использованием пульсометра *POLAR H7* («Polar», Финляндия) на протяжении всей работы добровольцев;
- тепло- и влагоощущения по бальной шкале в соответствии с МУК 4.3.1895-04 до начала трудовой деятельности и ежечасно на протяжении всей работы добровольцев;
- рост (L) с использованием ростомера («SecaGMBH&Co», Германия).

Параметры микроклимата помещений регистрировали при помощи измерителя параметров микроклимата «Метеоскоп-М» («НТМ-Защита», Россия);

Рассчитывали в соответствии с МУК 4.3.1895-04:

- площадь поверхности тела человека (S);
- средневзвешенную температуру кожи ($T_{СК}$);
- среднюю температуру тела ($T_{СТ}$);
- теплосодержание в организме ($Q_{ТС}$);
- изменение теплосодержания в процессе наблюдений за каждый час работы ($\Delta Q_{ТС}$).

В соответствии п. 4.2 МУК 4.3.1895-04 оценка теплового состояния человека производится по средним значениям. Однако, учитывая небольшую выборку и ненормальное распределение показателей ТСК, нами были рассчитаны также медианы их значений, отражающие напряжение теплового состояния у большинства в наблюдаемой группе медицинских работников в указанных условиях.

Результаты и обсуждение. Продолжительность трудовой деятельности медицинских работников, участвующих в эксперименте в «заразной» зоне, составляла 5 часов (с утра и до перерыва на обед).

Анализ показателей теплового состояния медицинского персонала показал, что значения средних величин температуры «оболочки» тела и его «ядра» повышаются к третьему часу работы соответственно до $36,9 \pm 0,15^{\circ}\text{C}$ и до $33,8 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$. Среднее значение комплексного показателя теплового состояния организма — теплосодержания организма, на третий час работы составило $125,6 \pm 1,6$ кДж/кг, что соответствует росту накопления тепла от исходного показателя на $2,6 \pm 1,6$ кДж/кг. Среднее значение ЧСС у добровольцев находилось в пределах 98 ± 18

² Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (2019-nCoV)». Версия 7 (3 июня 2020 г.).

³ СП 1.3.3118-13 «Безопасность работы с микроорганизмами I–II групп патогенности (опасности)».

уд/мин. Добровольцы большую часть рабочей смены отмечали профузное потоотделение, средние значения относительной влажности пододежного пространства по истечении 3 часа исследований составляли $50 \pm 16\%$, что на 16% превышает исходный уровень. Отмеченный прирост влагоощущений на коже добровольцы оценивали как «влажно» со средней оценкой $2,6 \pm 0,9$ балла, а свое тепловое состояние — как «тепло» или «жарко» со средней оценкой равной $5,6 \pm 1,1$. Однако медицинские работники продолжали свою работу ещё пять часов. За пятичасовой период работы был отмечен прирост большинства показателей теплового состояния на фоне продолжающегося профузного потоотделения с увеличением значения влажности пододежного пространства (до 18%) и ухудшением самочувствия.

Динамика показателей теплового состояния, наблюдаемая в ходе эксперимента, свидетельствует о напряжении аппарата терморегуляции у добровольцев, начиная с первого часа работы, а к третьему часу работы показатели соответствовали верхней границе допустимых значений для продолжительности работы не более трех часов за рабочую смену, согласно МУК 4.3.1895-04. Для предупреждения потери работоспособности спустя три часа от начала рабочей смены важно разработать меры профилактики нарушений теплообмена у медперсонала [2] с учетом дополнительных факторов [3].

Можно заключить, что результаты настоящей работы по оценке теплового состояния медицинских работников, выполняющих работу с уровнем энергозатрат 179 ± 73 Вт/м² ($M \pm \sigma$), использующих СИЗ от биологических факторов в т. ч. от COVID-19, являются физиологической основой для проведения дальнейших исследований по разработке практических рекомендаций, направленных на сохранение здоровья медицинского персонала, повышение их работоспособности, качества выполняемых лечебных процедур и служебных обязанностей.

Выводы:

1. На основании физиолого-гигиенической оценки теплового состояния организма медицинских работников, одетых в СИЗ от биологических факторов, выполняющих работу с уровнем энергозатрат 179 ± 73 Вт/м², показано напряжение терморегуляторных реакций в течении трудового дня, к третьему часу работы, соответствующее допустимому уровню для продолжительности работы не более трех часов за рабочую смену, согласно МУК 4.3.1895-04.

2. Полученные результаты по оценке теплового состояния медицинских работников являются физиологической основой для разработки практических рекомендаций, направленных на сохранение их здоровья, повышение работоспособности, качества выполняемых для пациентов лечебных процедур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Starck J. Selection of personal protective equipment. <i>Barents Newsletter in Occupational Health and Safety</i>. 2003; 6(3): 59. 2. Лосик Т.К., Афанасьева Р.Ф., Константинов Е.И. Физиолого-гигиеническая оценка теплового состояния военнослужа- | <ol style="list-style-type: none"> жащих, выполняющих непрерывную физическую работу в нагреваемом микроклимате. <i>Мед. труда и пром. экол.</i> 2015; 10: 41–45. |
|--|---|

REFERENCES

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Starck J. (2003). Selection of personal protective equipment. <i>Barents Newsletter in Occupational Health and Safety</i>. 2003; 6(3): 59. 2. Losik T.K., Afanas'yeva R.F., Konstantinova E.I. Physiologic | <ol style="list-style-type: none"> and hygienic evaluation of heat state in military men performing continuous physical work in heating microclimate. <i>Med. truda i prom. ekol.</i> 2015; 10: 41–5. |
|--|--|