



Гигиеническая оценка риска нарушения теплового состояния при использовании средств индивидуальной защиты медицинскими работниками лаборатории

В.В. Шкарин¹, Н.И. Латышевская^{1,2}, Д.В. Орлов¹,
Б.Н. Филатов¹, Т.В. Жукова³, А.В. Беляева^{1,2}

¹ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, пл. Павших борцов, д. 1, г. Волгоград, 400131, Российская Федерация

²ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр», пл. Павших борцов, д. 1, г. Волгоград, 400131, Российская Федерация

³ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, пер. Нахичеванский, д. 29, г. Ростов-на-Дону, 344022, Российская Федерация

Резюме

Введение. Особенности деятельности медицинского персонала в лабораториях различной специализации могут привести к формированию условий труда, не соответствующих гигиеническим требованиям.

Цель: оценить риск нарушения теплового состояния медицинских работников ПЦР-лаборатории в условиях пандемии COVID-19 при использовании средств индивидуальной защиты от биологического фактора.

Материалы и методы. Исследование проводилось в зимний период в ПЦР-лабораториях. Осуществлено изучение параметров микроклимата в производственных помещениях (температура, относительная влажность, скорость движения воздуха), рассчитан индекс тепловой нагрузки воздушной среды. Для оценки теплового состояния медицинских работников сформирована группа наблюдения: 31 женщина, средний возраст 32,48 ± 1,45, стаж работы в ПЦР-лаборатории – 3–9 мес. Определялся комплекс показателей: температура кожи в пяти точках, подмышечная температура, оценивались теплоощущения. Рассчитывалась средневзвешенная температура кожи, частота сердечных сокращений (ЧСС). Измерения проводились в начале и конце смены. Динамика работоспособности оценивалась по результатам контактной треморометрии.

Результаты. Выявлено достоверное увеличение всех определяемых величин. Средневзвешенная температура кожи в конце смены достигала 33,85 ± 0,24 °С, что превышало верхнюю границу допустимой величины. Величины ЧСС и теплоощущений приближались к верхним значениям (предельно допустимое тепловое состояние человека). Результаты треморометрии свидетельствуют о снижении работоспособности по истечении смены. Все это говорит о напряжении реакций терморегуляции, о риске нарушения теплового состояния при использовании медиками данного типа средств индивидуальной защиты (СИЗ) в лаборатории ПЦР-диагностики.

Заключение. Анализ результатов исследования позволяет сделать вывод о риске нарушений теплового состояния медицинских работников при использовании СИЗ от биологического фактора. Степень выраженности напряжения реакций терморегуляции зависит от технических и конструктивных характеристик используемых СИЗ. Необходимо физиолого-гигиеническое обоснование продолжительности периодов работы медицинских работников ПЦР-лабораторий при использовании различных видов СИЗ от биологического фактора, что аргументирует актуальность дальнейших исследований.

Ключевые слова: оценка риска, тепловое состояние, биологический фактор, ПЦР-лаборатория.

Для цитирования: Шкарин В.В., Латышевская Н.И., Орлов Д.В., Филатов Б.Н., Жукова Т.В., Беляева А.В. Гигиеническая оценка риска нарушения теплового состояния при использовании средств индивидуальной защиты медицинскими работниками лаборатории // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 11. С. 31–36. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-11-31-36>

Сведения об авторах:

Шкарин Владимир Вячеславович – д.м.н., доцент, заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения Института НМФО ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: fuv-ozz@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7520-7781>.

Латышевская Наталья Ивановна – д.м.н., проф., заведующая кафедрой общей гигиены и экологии ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России; заведующая лабораторией мониторинга и изучения техногенных факторов окружающей среды ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр»; e-mail: latyshnata@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8367-745X>.

Орлов Дмитрий Валерьевич – соискатель кафедры общей гигиены и экологии ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: platmed@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8233-4538>.

Филатов Борис Николаевич – д.м.н., проф., профессор кафедры общей гигиены и экологии ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: filatov@rihtop.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2502-8814>.

Жукова Татьяна Васильевна – д.м.н., проф., заведующая кафедрой общей гигиены ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: zog.zhukova@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8344-5467>.

✉ **Беляева** Алина Васильевна – к.б.н., доцент кафедры общей гигиены и экологии ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России; старший научный сотрудник лаборатории мониторинга и изучения техногенных факторов окружающей среды ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр»; e-mail: bel.alina@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2723-8938>.

Информация о вкладе авторов: Шкарин В.В., Латышевская Н.И. – разработка дизайна исследования; курирование данных; формальный анализ; Орлов Д.В., Беляева А.В. – получение данных для анализа, анализ полученных данных; методология; Шкарин В.В., Латышевская Н.И., Филатов Б.Н., Жукова Т.В. – написание текста рукописи, концептуализация, проверка; Филатов Б.Н., Латышевская Н.И. – обзор публикаций по теме статьи, редактирование материала.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Соблюдение правил биоэтики: исследование проведено с обязательным соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации 1975 года с дополнениями 2008 года. Медицинскими работниками заполнялась форма «Информированное добровольное согласие на проведение исследования», разработанная в соответствии с требованиями локального этического комитета Волгоградского государственного медицинского университета.

Статья получена: 17.05.21 / Принята к публикации: 03.11.21 / Опубликовано: 30.11.21

Hygienic Assessment of Risks of Thermal Balance Disruption in Medical Laboratory Workers Using Personal Protective Equipment for Biohazards

Vladimir V. Shkarin,¹ Natalia I. Latyshevskaya,^{1,2} Dmitrii V. Orlov,¹
Boris N. Filatov,¹ Tatyana V. Zhukova,³ Alina V. Belyaeva^{1,2}

¹Volgograd State Medical University, 1 Pavshikh Bortsov Square, Volgograd, 400131, Russian Federation

²Volgograd Medical Scientific Center, 1 Pavshikh Bortsov Square, Volgograd, 400131, Russian Federation

³Rostov State Medical University, 29 Nakhichevansky Lane, Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation

Summary

Introduction: Specifics of activities of medical personnel in different types of laboratories can potentially create working conditions that violate occupational safety and health regulations.

Objective: The study aimed to assess health risks of thermal balance disruption in PCR laboratory staff wearing personal protective equipment for biohazards in the context of the COVID-19 pandemic.

Materials and methods: The study was conducted in winter 2020–2021 in PCR laboratories of the Volgograd Region. It included measurements of laboratory microclimate parameters, such as relative humidity, air temperature and velocity, used to estimate the heat load index. An observation cohort of 31 female medical laboratory workers aged 32.48 ± 1.45 years with a three to nine months experience of work in the PCR laboratory was formed to monitor the thermal state at the start and end of the work shift by measuring skin temperature at five points, sublingual temperature, and heat sensation. The results of measurements were used to estimate the mean skin temperature and heart rate while the dynamics of work ability was assessed by the results of contact tremorometry.

Results: We established a significant increase in all measured values. The mean skin temperature at the end of the shift reached 33.85 ± 0.24 °C, thus exceeding the upper limit of the permissible value. The heart rate and heat sensation parameters approached the upper values of the maximum permissible thermal state of a person. Contact tremorometry results indicated a decrease in the performance by the end of the work shift. The findings gave evidence of tension of thermoregulatory reactions and the risk of thermal balance disruption posed by the use of a specific type of personal protective equipment in the PCR laboratory.

Conclusion: The research results provide strong support for the conclusion that the use of PPE for biohazards poses a risk of thermal balance disruption in medical laboratory personnel. The severity of stress of thermoregulatory reactions depends on technical and design characteristics of the PPE used. The necessity of a physiological and hygienic substantiation of acceptable duration of work of medical workers wearing various types of PPE for biohazards in PCR laboratories justifies the importance of further studies.

Keywords: risk assessment, thermal state, biohazard, PCR laboratory.

For citation: Shkarin VV, Latyshevskaya NI, Orlov DV, Filatov BN, Zhukova TV, Belyaeva AV. Hygienic assessment of risks of thermal balance disruption in medical laboratory workers using personal protective equipment for biohazards. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(11):31–36. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-11-31-36>

Author information:

Vladimir V. Shkarin, Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Head of the Department of Public Health and Health Care, Institute of Continuous Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University; e-mail: fuv-ozz@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7520-7781>.

Natalia I. Latyshevskaya, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of General Hygiene and Ecology, Volgograd State Medical University; Head of the Laboratory for Monitoring and Study of Technogenic Environmental Factors, Volgograd Medical Research Center; e-mail: latyshnata@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8367-745X>.

Dmitrii V. Orlov, postgraduate student, Department of General Hygiene and Ecology, Volgograd State Medical University; e-mail: platmed@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8233-4538>.

Boris N. Filatov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of General Hygiene and Ecology, Volgograd State Medical University; e-mail: filatov@rihtop.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2502-8814>.

Tatyana V. Zhukova, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of General Hygiene, Rostov State Medical University; e-mail: zog.zhukova@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8344-5467>.

✉ Alina V. Belyaeva, Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof., Department of General Hygiene and Ecology, Volgograd State Medical University; Senior Researcher, Laboratory for Monitoring and Study of Technogenic Environmental Factors, Volgograd Medical Research Center; e-mail: bel.alina@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2723-8938>.

Author contributions: V.V. Shkarin, N.I. Latyshevskaya: research design development; data curation; formal analysis; D.V. Orlov, A.V. Belyaeva: obtaining data for analysis, analyzing the data obtained; methodology; V.V. Shkarin, N.I. Latyshevskaya, B.N. Filatov, and T.V. Zhukova: writing the text of the manuscript; conceptualization; examination; B.N. Filatov, N.I. Latyshevskaya: review of publications on the topic of the article, editing of the material. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

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

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Compliance with the rules of bioethics: The research was conducted in accordance with the Helsinki Declaration. Medical workers filled out the Informed Consent to Research Form developed in accordance with the requirements of the local ethics committee of Volgograd State Medical University.

Received: May 17, 2021 / Accepted: November 3, 2021 / Published: November 30, 2021

Введение. Особенности трудовой деятельности медицинского персонала в лабораториях различной специализации (клинические, испытательные и др.) могут привести к формированию условий труда, не соответствующих гигиеническим требованиям. Работы, посвященные комплексной оценке организации и условий труда медиков — работников клинко-диагностических лабораторий, аргументировали ведущие производственные факторы риска их здоровью: сенсорные и эмоциональные нагрузки, неудобная вынужденная рабочая поза, нерациональный режим труда и отдыха, потенци-

альный риск контакта с возбудителем инфекции и др. [1–7]. Осуществляемая специальная оценка условий труда в клинко-диагностических лабораториях классифицирует их как вредные (3.2) по биологическому фактору. В период пандемии COVID-19 работа медиков наряду с перечисленными рисками в условиях и организации труда может быть связана с потенциальным риском нарушения теплового состояния из-за необходимости использования средств индивидуальной защиты от биологического фактора [7–9], что регламентировано рядом нормативно-методических документов^{1,2}.

¹ Приказ МЗ РФ от 19 марта 2020 г. № 198н «О временном порядке организации работы медицинских организаций в целях реализации мер по профилактике и снижению рисков распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19» (с изменениями на 4 декабря 2020 г.).

² Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации № 6 от 13.03.2020 «О дополнительных мерах по снижению рисков распространения COVID-2019».

Материалы, используемые для изготовления таких СИЗ, как правило, имеют низкую воздухо- и паропропускаемость, что может способствовать перегреванию [10]. Представляется актуальным изучение состояния системы терморегуляции, обеспечивающей тепловой баланс, при различных параметрах окружающей среды и физической нагрузки [10–13]. Выполнение профессиональных обязанностей в таких условиях предъявляет к организму работающего особые требования, что аргументирует необходимость изучения и оценки теплового состояния медицинских работников различных медицинских подразделений в период пандемии COVID-19 как объективного критерия риска их здоровью.

Цель исследования: оценить риск нарушения теплового состояния медицинских работников ПЦР-лаборатории в условиях пандемии COVID-19 при использовании средств индивидуальной защиты от биологического фактора.

Материалы и методы. Исследование проводилось в зимний период на базах ПЦР-лабораторий ГБУЗ «Городская детская поликлиника № 2», г. Волжский, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Волгоградской области».

Осуществлено изучение параметров микроклимата в основных производственных помещениях ПЦР-лабораторий. Измерение и оценка параметров микроклимата производилась в соответствии с требованиями ряда санитарных документов^{3,4,5}. Измерялись следующие параметры микроклимата: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха (прибор testo-400). Для расчета индекса тепловой нагрузки воздушной среды (ТНС) использовали термогигрометр ТКА-ПКМ-24 [14].

Для оценки теплового состояния медицинских работников была сформирована группа наблюдения: женщины, 31 человек, средний возраст $32,48 \pm 1,45$, стаж работы в ПЦР-лаборатории — от 3 до 9 месяцев.

Определялся комплекс показателей, наиболее информативных и доступных для определения в условиях реальной профессиональной деятельности [15–17]: температура кожи в пяти точках (лоб, грудь, кисть, бедро, голень), подязычная температура, оценивались теплоощущения (T_o) по семибалльной шкале. Рассчитывалась средневзвешенная температура кожи (СВТК). Все измерения проводились дважды за смену: в начале смены и по окончании смены, которая длилась 5 часов без перерыва на обед в связи с производственной необходимостью. С целью валидации получаемых данных все измерения проводились два раза с использованием двух видов приборов: термометр контактный ТК-5.01ПТ и комплекс регистраторов температуры TRKO-1G. Различия в величине получаемых результатов не превышали $\pm 0,03$ °C. Также регистрировалась

частота сердечных сокращений (ЧСС) с помощью пульсоксиметра «Элокс-01М». Оценка полученных результатов выполнялась в соответствии с требованиями методических указаний⁶. Динамика работоспособности оценивалась по результатам контактной треморометрии (делением значения общего числа касаний на время выполнения теста определяется количество касаний в 1 сек) [18]. Все полученные данные обработаны вариационно-статистическим методом с вычислением средних величин (M), ошибок репрезентативности ($\pm m$), достоверность различий определялась по t -критерию Стьюдента.

Результаты. Функционал врача-лаборанта и фельдшера-лаборанта в ПЦР-лабораториях включает в себя: работу в «грязной» зоне боксов (подготовка реактивов, подготовка проб для амплификации и закладка проб в амплификатор) и работу в «чистой» зоне за компьютером (интерпретация результатов амплификации с использованием программного модуля амплификатора, работа с документацией и отчетами); эти операции выполняет один и тот же сотрудник, переходя из одной зоны в другую. Выполняемая работа — сидя-стоя с незначительным физическим напряжением (категория работ по энерготратам — Ia)⁷.

Параметры микроклимата в помещениях ПЦР-лаборатории обеспечивались за счет водяного отопления и, при необходимости, кондиционирования воздушной среды; осуществленные измерения позволили классифицировать микроклимат как допустимый (табл. 1). В соответствии с требованиями санитарных правил⁸ медицинские работники осуществляли свои профессиональные функции, используя СИЗ от биологического фактора. В нашем исследовании медицинские работники использовали костюм защитный медицинский нестерильный⁹, включающий комбинезон, шапочку, бахилы, перчатки. Также использовались респиратор медицинский защитный фильтрующий из нетканых материалов 3-го класса защиты (FPP3) и защитные герметичные очки. Комбинезон надевался на хирургический костюм, выполненный из хлопчатобумажной ткани.

Результаты определения основных показателей теплового состояния работников ПЦР-лабораторий в начале и конце смены представлены в табл. 2. Выявлено достоверное увеличение всех определяемых величин. При этом такой наиболее значимый критерий теплового состояния, как средневзвешенная температура кожи, в конце смены достигал $33,85 \pm 0,24$ °C, что превышало верхнюю границу допустимой величины (33,8). Величины ЧСС и T_o приближались к верхним значениям, характеризующим предельно допустимое тепловое состояние человека (для продолжительности работ не более трех часов за рабочую смену). Результаты треморометрии (увеличение

³ Р 2.2.2006—05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

⁴ СанПиН 2.2.4.548—96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. № 21). М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997.

⁵ МУК 4.3.2756—10 «Методические указания по измерению и оценке микроклимата производственных помещений».

⁶ МУК 4.3.1895—04 «Методические указания по оценке теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания».

⁷ СП 1.3.3118—13 «Безопасность работы с микроорганизмами I–II групп патогенности (опасности)».

⁸ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 ноября 2013 г. № 64 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 1.3.3118—13 «Безопасность работы с микроорганизмами I–II групп патогенности (опасности)».

⁹ ТУ 32.50.50-001-0182609432—2020 (регистрационное удостоверение № РЗН 2020/11730).

числа касаний в 1 секунду) свидетельствуют о существенном снижении работоспособности по истечении пяти часов работы¹⁰.

Как указано выше, условия труда медицинских работников в рабочих зонах ПЦР-лабораторий по показателю «микроклимат» классифицировались как допустимые. В то же время в соответствии с требованиями методических указаний⁹ при осуществлении профессиональных функций с использованием спецодежды с низкой влаго-паро-воздухопроницаемостью оценку микроклимата следует проводить с использованием физиологических методов, основанных на изучении теплового состояния организма и его работоспособности [11, 19–22]. Полученные в данной работе показатели свидетельствуют о напряжении реакций терморегуляции [21, 23] и, следовательно, о риске нарушения теплового состояния при использовании медиками СИЗ^{1,2}. Степень риска перегрева работающих в конкретных условиях, по предложению Афанасевой Р.Ф. и соавт. [19], определяется величиной накопленного тепла в организме. Конюхов А.В. и соавт., изучая в условиях эксперимента особенности теплового состояния добровольцев при использовании СИЗ от биологического фактора «Тайвек 600 Плюс», определили повышение температуры «оболочки» тела и его «ядра» уже к третьему часу работы³ [10]. Увеличение теплосодержания при этом достигало $2,6 \pm 1,6$ кДж/кг, а среднее значение ЧСС – 98 ± 18 уд./мин, что соответствует умеренному риску перегрева и сопровождается ухудшением самочувствия, снижением работоспособности. Можно предположить, что в нашем исследовании, осуществленном в условиях реальной профессиональной деятельности, динамика

показателей теплового состояния будет иметь такой же характер. Более продолжительная работа медицинских работников ПЦР-лабораторий в СИЗ от биологического фактора однозначно приведет к формированию профессионально-обусловленной усталости [24, 25] и, следовательно, ухудшению качества работы.

Заключение. Анализ результатов исследования, а также данных гигиенической литературы позволяет сделать вывод о существовании риска нарушений теплового состояния медицинских работников при использовании СИЗ от биологического фактора. Степень выраженности напряжения реакций терморегуляции зависит от технических и конструктивных характеристик используемых СИЗ. Необходимо физиолого-гигиеническое обоснование продолжительности периодов работы медицинских работников ПЦР-лабораторий при использовании различных видов СИЗ от биологического фактора, что аргументирует актуальность дальнейших исследований.

Список литературы

1. Бадамшина Г.Г., Зиятдинов В.Б., Фатхутдинова Л.М. Актуальные вопросы оценки условий труда медицинских работников по уровню биологического фактора // Медицина труда и промышленная экология. 2019. Т. 59. № 9. С. 551–551. doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-9-551-552
2. Болонкина Т.А., Дементьев А.А., Шатрова Н.В., Рудакова М.Н. Влияние работы в условиях пандемии коронавирусной инфекции на функциональное состояние центральной нервной системы медицинских работников станции скорой медицинской помощи // Вестник новых медицинских технологий. 2020. № 6. С. 81–86. doi: 10.24411/2075-4094-2020-16744

Таблица 1. Параметры микроклимата в помещениях ПЦР-лабораторий, $M \pm m$

Table 1. Microclimate parameters in the PCR laboratories, $M \pm m$

Место исследования / Measurement location	Температура воздуха, °C / Air temperature, °C	Относительная влажность, % / Relative humidity, %	Скорость движения воздуха, м/с / Air velocity, m/s	ТНС-индекс, °C / Heat load index, °C
Чистая зона / Clean area	$22,20 \pm 2,11$	$62,13 \pm 4,33$	$0,2 \pm 0,03$	22,23
Грязная зона / Dirty area	$23,14 \pm 1,82$	$67,35 \pm 3,68$	$0,2 \pm 0,02$	22,65

Таблица 2. Показатели теплового состояния медицинских работников ПЦР-лабораторий, $M \pm m$

Table 2. Indicators of the thermal state of medical workers in PCR laboratories, $M \pm m$

Показатели / Indicators	Время смены / Time of work shift		Верхняя граница допустимого теплового состояния / Upper limit of permissible thermal state
	Начало / Start	Конец / End	
t кожи лба, °C / forehead temp., °C	$32,38 \pm 0,20$	$33,92 \pm 0,18^*$	
t кожи груди, °C / breast temp., °C	$32,08 \pm 0,18$	$34,47 \pm 0,19$	
t кожи кисти, °C / hand temp., °C	$31,26 \pm 0,17$	$32,94 \pm 0,20^*$	
t кожи бедра, °C / thigh temp., °C	$31,40 \pm 0,08$	$33,58 \pm 0,17^*$	
t кожи голени, °C / shin temp., °C	$30,54 \pm 0,26$	$32,82 \pm 0,18$	
подъязычная t, °C / sublingual temp., °C	$36,76 \pm 0,04$	$37,43 \pm 0,04^*$	
СВТК, °C / Mean skin temperature, °C	$31,62 \pm 0,21$	$33,85 \pm 0,24^*$	33,8
Увеличение ЧСС, уд./мин / Increase in heart rate, beats/min	$73,30 \pm 2,82$	$85,21 \pm 4,23^*$	8
Теплоощущения (баллы) / Heat sensation (points)	$4,01 \pm 0,10$	$5,79 \pm 0,12^*$	5,0
Тремометрия (число касаний в 1 сек) / Tremorometry (number of touches per second)	$5,94 \pm 1,41$	$7,22 \pm 2,25$	Возрастание более 20 % / > 20 % increase

Примечание: * – достоверность различий $p \leq 0,05$.

Note: * statistical significance of differences, $p \leq 0.05$.

¹⁰ Физиолого-гигиенические требования к организации режимов работы при повышенной продолжительности рабочей смены (до 12 часов). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2016. 40 с.

3. Важенникова А.А., Транковская Л.В., Анищенко Е.Б. Условия труда работников испытательного лабораторного центра учреждения Роспотребнадзора // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 4. С. 418–423. doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-4-418-423
4. Мендалиев Н.А., Куракбаев К.К., Бейсембаева Ш.А. Удовлетворенность работой и факторы связанные с ней среди специалистов клинично-диагностических лабораторий // Вестник Казахского национального медицинского университета. 2017. № 1. С. 519–522.
5. Ненахов И.Г., Стёпкин Ю.И., Механтьева Л.Е. Комплексная оценка условий трудового процесса сотрудников испытательных лабораторных центров // Гигиена и санитария. 2018. Т. 97. № 8. С. 721–728. doi: 10.18821/0016-9900-2018-97-8-721-728
6. Панков В.А., Лакхман О.Л., Кулешова М.В., Руквишников В.С. Эмоциональное выгорание у медицинских работников в условиях работы в экстремальных ситуациях // Гигиена и санитария. 2020. Т. 99. № 10. С. 1034–1041. doi: 10.47470/0016-9900-2020-99-10-1034-1041
7. Таньшина О.В., Вечорко В.И., Женина Е.А. Работа медицинских сестер столичного многопрофильного стационара в условиях борьбы с пандемией COVID-19 // Профилактическая медицина. 2020. Т. 23. № 8. С. 19–23. doi: 10.17116/profmed20202308119
8. Вечорко В.И., Кицул И.С., Захарова Е.Г., Борова Е.В. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности сотрудников медицинской организации при новой коронавирусной инфекции // Здравоохранение Российской Федерации. 2021. Т. 65. № 1. С. 5–11. doi: 10.47470/0044-197X-2021-65-1-5-11
9. Брико Н.И., Каграманян И.Н., Никифоров В.В., Суранова Т.Г., Чернявская О.П., Полежаева Н.А. Пандемия Covid-19. Меры борьбы с ее распространением в Российской Федерации. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2020. Т. 19. № 2. С. 4–12. doi: 10.31631/2073-3046-2020-19-2-4-12
10. Конюхов А.В. 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: 10.31089/1026-9428-2020-60-11-801-8
11. Лосик Т.К., Иванов И.В., Зибарев Е.В., Конюхов А.В. Комплексный способ определения энерготрат у работников на производстве // Медицина труда и промышленная экология. 2020. Т. 60. № 2. С. 123–127. doi: 10.31089/1026-9428-2020-60-2-123-127
12. Истомин С.В., Турченко В.Н., Гамаюнов С.Ю. Воздействие неблагоприятных температурных условий труда на работников АПК // Научная жизнь. 2020. Т. 15. № 6 (106). С. 792–808. doi: 10.35679/1991-9476-2020-15-6-792-808
13. Кожевникова Н.Ю. Температура воздушной среды производственных помещений как вредный фактор условий труда // Аграрное образование и наука. 2016. № 6. С. 3.
14. Рудаков М.Л., Степанов И.С. Оценка профессионального риска при воздействии нагревающего микроклимата при ведении подземных горных работ // Записки горного института. 2017. Т. 225. С. 364–368. doi: 10.18454/PMI.2017.3.364
15. Витте Н.К. Тепловой обмен человека и его гигиеническое значение. Киев: Госмедиздат. 1956. 148 с.
16. Arens E, Zhang H. The skin's role in human thermoregulation and comfort. In: Thermal and Moisture Transport in Fibrous Materials. Pan N., Gibson P., eds. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd, 2006:560–602. doi: 10.1533/9781845692261.3.560
17. Chudecka M, Szczepanowska E, Kempnińska-Podhorodecka A. Changes of thermoemission of upper extremities in female handball players – the preliminary study. *Medicina Sportiva*. 2008;12(3):99–102. doi: 10.2478/v10036-008-0019-5
18. Васильева Ю.А. Уровень тремора и силы нервных процессов у лиц с различным исходным тонусом вегетативной нервной системы // Вестник Курганского государственного университета. 2016. № 2 (41). С. 11–14.
19. Афанасьев Р.Ф., Чеботарев А.Г., Константинов Е.И. Методические подходы к установлению класса условий труда по параметрам микроклимата на рабочих местах горнодобывающих предприятий // Горная промышленность. 2013. № 6 (112). С. 72.
20. 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
21. Латышевская Н.И., Квартковина Л.К. Оценка профессионального риска для здоровья, в том числе репродуктивного, женщин-работниц пищевых предприятий // Медицина труда и промышленная экология. 1999. № 3. С. 36–39.
22. Павлова Т.В., Марковская В.А. Влияние теплового стресса на физическую и психическую работоспособность в экстремальных ситуациях. Проблемы правоохранительной деятельности. 2017. № 4. С. 34–38.
23. Морозова Т.В. Оценка нагревающего микроклимата как фактора риска нарушений репродуктивного здоровья у работников в полимерперерабатывающей промышленности // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 11(308). С. 50–57. doi: 10.35627/2219-5238/2018-308-11-50-57
24. Сорокин Г.А. Хронофизиологическое исследование профессионально-обусловленной усталости // Физиология человека. 2008. Т. 34. № 6. С. 70–77.
25. Сорокин Г.А., Суслов В.Л., Яковлев Е.В., Фролова Н.М. Профессиональное выгорание врачей: значение интенсивности и качества работы // Гигиена и санитария. 2018. Т. 97. № 12. С. 1221–1225. doi: 10.47470/0016-9900-2018-97-12-1221-1225

References

1. Badamshina GG, Ziatdinov VB, Fatkhutdinova LM. Topical issues of assessment of working conditions of medical workers on the level of biological factor. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2019;59(9):551–552. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-9-551-552
2. Bolonkina TA, Dementiev AA, Shatrova NV, Rudakova MN. Influence of work under the conditions of the COVID-19 pandemic on the functional state of the central nervous system of medical workers of the emergency station. *Vestnik Novykh Meditsinskikh Tekhnologiy*. 2020;(6):81–86. (In Russ.) doi: 10.24411/2075-4094-2020-16744
3. Vazhenina AA, Trankovskaya LV, Anishchenko EB. Hygienic assessment of working conditions of employees in the Test laboratory center of the office of Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-being. *Gigiena i Sanitariya*. 2019;98(4):418–423. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2019-98-4-418-423
4. Mendaliyev NA, Kurakbayev KK, Beisembaeva ShA. Job satisfaction and associated factors among specialists of clinical diagnostic laboratory. *Vestnik Kazakhskogo Natsional'nogo Meditsinskogo Universiteta*. 2017;(1):519–522. (In Russ.)
5. Nenakhov IG, Stepkin YuI, Mekhanteva LE. Complex evaluation of conditions of labor process of employees of test laboratory centers. *Gigiena i Sanitariya*. 2018;97(8):721–728. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2018-97-8-721-726
6. Pankov VA, Lakhman OA, Kuleshova MV, Rukavishnikov VS. Emotional burnout in medical workers

- during the work in extreme conditions. *Gigiena i Sanitariya*. 2020;99(10):1034–1041. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2020-99-10-1034-1041
7. Tanshina OV, Vechorko VI, Genina EA. Nurses' work in the capital's multi-disciplinary hospital in the fight against the COVID-19 pandemic. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2020;23(8):19–23. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed20202308119
 8. Vechorko VI, Kitsul IS, Zakharova EG, Borovova EV. Morbidity with a temporary disability of employees of medical institutions under a new coronavirus infection. *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii*. 2021;65(1):5–11. (In Russ.). doi: 10.47470/0044-197X-2021-65-1-5-11
 9. Briko NI, Kagramanyan IN, Nikiforov VV, Suranov TG, Chernyavskaya OP, Polezhaeva NA. Pandemic COVID-19. Prevention measures in the Russian Federation. *Epidemiologiya i Vaktsinoprofilaktika*. 2020;19(2):4–12. (In Russ.). doi: 10.31631/2073-3046-2020-19-2-4-12
 10. Konyukhov AV, Geregei AM, Lemeshko VI. Features of the thermal state of medical workers when using personal protective equipment against biological factors. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2020;60(11):801–803. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2020-60-11-801-803
 11. Losik TK, Ivanov IV, Zibarev EV, Konyukhov AV. Integrated process of determining the level of energy consumption of workers in the workplace. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2020;60(2):123–127. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2020-60-2-123-127
 12. Istomin SV, Turchenko VN, Gamayunov SY. The impact of unfavorable temperature working conditions on agricultural workers. *Nauchnaya Zhizn'*. 2020;15(6(106)):792–808. (In Russ.) doi: 10.35679/1991-9476-2020-15-6-792-808
 13. Kozhevnikova NY. The temperature of the air environment of industrial premises as a harmful factor in working conditions. *Agrarnoe Obrazovanie i Nauka*. 2016;(6):3. (In Russ.)
 14. Rudakov ML, Stepanov IS. Assessment of professional risk caused by heating microclimate in the process of underground mining. *Zapiski Gornogo Instituta*. 2017;225:364–368. (In Russ.) doi: 10.18454/PMI.2017.3.364
 15. Witte NK. [*Human Heat Exchange and Its Hygienic Value*]. Kiev: Gosmedizdat Publ., 1956. (In Russ.)
 16. Arens E, Zhang H. The skin's role in human thermoregulation and comfort. In: *Thermal and Moisture Transport in Fibrous Materials*. Pan N., Gibson P., eds. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd, 2006:560–602. doi: 10.1533/9781845692261.3.560
 17. Chudecka M, Szczepanowska E, Kempńska-Podhorodecka A. Changes of thermoemission of upper extremities in female handball players – the preliminary study. *Medicina Sportiva*. 2008;12(3):99–102. doi: 10.2478/v10036-008-0019-5
 18. Vasilieva JA. The level of tremor and strength of nervous processes in individuals with different initial tonus of the autonomic nervous system. *Vestnik Kurganskogo Gosudarstvennogo Universiteta*. 2016;(2(41)):11–14. (In Russ.)
 19. Afanasieva RF, Chebotarev AG, Konstantinov EI. Methodological approaches to the categorization of the working environment by workplace microclimate parameter at mines. *Gornaya Promyshlennost'*. 2013;(6(112)):72. (In Russ.)
 20. 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. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2019;59(12):1013–1019. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-12-1013-1019
 21. Latyshevskaya NI, Kvartovkina LK. Evaluation of occupational risk for reproductivity in female workers of food industry. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 1999;(3):36–39. (In Russ.)
 22. Pavlova TV, Markovskaya VA. Influence of thermal stress on physical and psychic working efficiency in extreme situations. *Problemy Pravoookhranitel'noy Deyatel'nosti*. 2017;(4):34–38. (In Russ.).
 23. Morozova TV. Heating microclimate assessment as a risk factor of reproductive health damage in workers in the polymerprocessing industry. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2018;(11(308)):50–57. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2018-308-11-50-57
 24. Sorokin GA. Chronophysiological study of occupationally conditioned fatigue. *Fiziologiya Cheloveka*. 2008;34(6):70–77. (In Russ.)
 25. Sorokin GA, Suslov VL, Yakovlev EV, Frolova NM. Professional burnout in doctors: the value of the intensity and quality of the work. *Gigiena i Sanitariya*. 2018;97(12):1221–1225. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2018-97-12-1221-1225

