

Читать
онлайн
Read
onlineКопытенкова О.И.^{1,2}, Дубровская Е.Н.¹, Леванчук Л.А.²

Фактор непогашенного ускорения при эксплуатации транспортных средств

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 191036, Санкт-Петербург, Россия;

²ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», 190031, Санкт-Петербург, Россия

Введение. Научными исследованиями установлена связь физических факторов рабочей среды с патологией опорно-двигательного аппарата водителей транспортных средств. Непогашенное ускорение является одной из эксплуатационных характеристик транспортных средств. В связи с тем, что этот фактор оказывает неблагоприятное влияние на устойчивость металлических конструкций, нельзя исключить его неблагоприятное влияние на здоровье работников.

Цель работы — идентификация и изучение непогашенного ускорения и его связи с формированием патологии опорно-двигательного аппарата у работников транспортной отрасли.

Материалы и методы. Обзор отечественной и зарубежной научной литературы, измерение показателей ускорения при движении транспортного средства, расчёт показателей риска в соответствии МР 2.2.0085-14 «Оценка и прогноз профессиональной надёжности и профессионального риска водителей различных автотранспортных средств». Исследования проведены на примере железнодорожного транспорта. Для измерения непогашенного ускорения применяли одноосевой акселерометр Low Noise 21kHz 100g 1-axis accel (для оси X), диапазон измерения $\pm 100g$, и ADXL345BCCZ, 3-осевой (x, y, z) цифровой акселерометр, $\pm 2g / \pm 4g / \pm 8g / \pm 16g$ [LGA-14 (3×5)], диапазон измерения $\pm 2g, \pm 4g, \pm 8g, \pm 16g$.

Результаты. Работники, эксплуатирующие железнодорожный транспорт, постоянно испытывают низкие уровни фронтального непогашенного ускорения, непогашенного ускорения при качке локомотива, а также при наборе скорости, торможении. Многолетнее влияние постоянно изменяющегося по интенсивности и направлению воздействия непогашенного ускорения может стать причиной формирования патологии в области пояснично-крестцового отдела позвоночника, регистрируемой как производственно обусловленное заболевание у водителей транспортных средств. Расчёты показателей риска формирования патологии выявили у работников локомотивных бригад более высокие его уровни по сравнению с неэкспонированными работниками.

Ограничения исследования. В настоящее время отсутствуют методы гигиенической оценки фактора непогашенного ускорения, идентифицированного как фактор рабочей среды работников, эксплуатирующих транспортные средства.

Заключение. Непогашенное ускорение необходимо идентифицировать как вредный профессиональный фактор рабочей среды у водителей транспортных средств, который в сочетании с другими факторами может приводить к формированию производственно обусловленной патологии. Данный фактор нуждается в дальнейшем изучении, разработке для него методов измерения, оценки, анализа и контроля.

Ключевые слова: условия труда; непогашенное ускорение; вредные факторы; работник локомотивной бригады

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует предоставления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Копытенкова О.И., Дубровская Е.Н., Леванчук Л.А. Фактор непогашенного ускорения при эксплуатации транспортных средств. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(8): 910-914. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-8-910-914> <https://www.elibrary.ru/zjrfib>

Для корреспонденции: Копытенкова Ольга Ивановна, доктор мед. наук, гл. науч. сотр. отд. анализа рисков здоровья населения ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург. E-mail: 5726164@mail.ru

Участие авторов: Копытенкова О.И. — концепция и дизайн исследования, анализ данных, написание текста; Дубровская Е.Н. — сбор данных литературы, сбор материала и обработка данных, редактирование; Леванчук Л.А. — сбор данных литературы, сбор материала, измерения и обработка данных, редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 17.05.2022 / Принята к печати: 04.08.2022 / Опубликована: 14.09.2022

Olga I. Kopytenkova^{1,2}, Ekaterina N. Dubrovskaya¹, Leonid A. Levanchuk²

The factor of outstanding acceleration in the operation of vehicles

¹North-West Public Health Research Center, St. Petersburg, 191036, Russian Federation;

²St. Petersburg State Transport University of Emperor Alexander I, St. Petersburg, 190031, Russian Federation

Introduction. Scientific research has established the connection of physical factors of the working environment with the pathology of the musculoskeletal system of vehicle drivers. Outstanding acceleration is one of the operational characteristics of vehicles. Due to the fact this factor to have an adverse effect on the stability of metal structures, it is impossible to exclude its adverse effect on the health of workers.

The purpose of the study. Identification and the study of outstanding acceleration, and its connection with the formation of pathology of the musculoskeletal system in workers of the transport industry.

Material and methods. Review of domestic and foreign scientific literature, measurement of acceleration indicators during vehicle movement, calculation of risk indicators in accordance with МР 2.2.0085-14 "Assessment and forecast of reliability and occupational risk of drivers of various vehicles". The research was carried out on the example of railway transport. To measure the outstanding acceleration, a single-axis accelerometer Low Noise 21kHz 100g 1-axis accel (for the X axis), measuring range $\pm 100g$, and ADXL345BCCZ, a 3-axis (x, y, z) digital accelerometer, $\pm 2g / \pm 4g / \pm 8g / \pm 16g$ [LGA-14 (3×5)], measuring range $\pm 2g, \pm 4g, \pm 8g, \pm 16g$.

Results. Employees operating railway transport constantly experience low levels of frontal, unbalanced acceleration during speed gain, braking, as well as sagittal acceleration when the locomotive is moving. Prolonged exposure to the constantly changing intensity and direction of the impact of unbalanced acceleration

Original article

can cause the formation of pathology in the lumbosacral spine, registered as a disease associated with production, in drivers of vehicles. Calculations of the risk indicators for the formation of pathology revealed risk higher levels in locomotive crews compared to unexposed workers.

Limitations. Currently, there are no methods of hygienic assessment of the factor of outstanding acceleration identified as a factor of the occupation environment of workers operating vehicles.

Conclusion. The unbalanced acceleration must be identified as a harmful professional factor of the working environment for drivers of vehicles, which, in combination with others, can lead to the formation of production-related pathology. This factor of the working environment needs further study, development of measurement, evaluation, analysis and control methods for it.

Keywords: working conditions; outstanding acceleration; harmful factors; locomotive crew employee

Compliance with ethical standards: the study does not require the submission of the conclusion of the biomedical ethics committee or other documents.

For citation: Kopytenkova O.I., Dubrovskaya E.N., Levanchuk L.A. The factor of outstanding acceleration in the operation of vehicles. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(8): 910-914. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-8-910-914> <https://elibrary.ru/zjrfib> (in Russian)

For correspondence: Olga I. Kopytenkova, MD, PhD, DSci, Chief Researcher of the Department of Public Health Risk Analysis. North-West Public Health Research Center, St. Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: 5726164@mail.ru

Information about authors:

Kopytenkova O.I., <https://orcid.org/0000-0003-3557-2255>

Dubrovskaya E.N., <https://orcid.org/0000-0003-4235-378X>

Levanchuk L.A., <https://orcid.org/0000-0003-3576-3852>

Contribution: Kopytenkova O.I. – the concept and design of the study, collection and processing of material, writing a text; Dubrovskaya E.N. – collection of literature data, collection and processing of material, editing; Levanchuk L.A. – collection of literature data, collection and processing of material, measurements, editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: May 17, 2022 / Accepted: August 04, 2022 / Published: September 14, 2022

Введение

В соответствии с Государственной программой Российской Федерации (РФ) «Развитие транспортной системы»¹ транспорт представляет собой базовую отрасль экономики, влияющую на развитие и безопасность Российской Федерации. Объём перевозок грузов транспортным комплексом по итогам 2020 г. составил 6,9 млрд тонн, грузооборот – 2931 млрд т/км, коммерческий объём перевозок грузов и коммерческий грузооборот – соответственно 2,9 млрд тонн и 2809,1 млрд т/км. Прогнозируется рост показателей к 2024 г. на 10–12%. В соответствии со стратегией развития транспортной отрасли поставлена задача значительного увеличения уровня подвижности населения, составлявшей в 2021 г. в России 8 тыс. км на душу населения. Планируется решение проблем в сегменте городского общественного транспорта. Для крупных городских агломераций запланировано развитие современных комплексных решений по развитию скоростных видов городского транспорта. Среднесписочная численность работников, эксплуатирующих транспортные средства, в 2021 г. составила 1,9 млн человек, в том числе железнодорожные транспортные средства – 114 200 (работники локомотивных бригад), 450 410 человек осуществляют пассажирские перевозки и 278 900 – грузовые перевозки автомобильным транспортом, 129 100 человек эксплуатируют городской транспорт (трамваи и метрополитен), 13 730 – морской грузовой и пассажирский транспорт, 23 080 работников – внутренний водный транспорт и 78 840 работников – воздушный грузовой и пассажирский транспорт.

Условия труда работников транспортной отрасли обладают определёнными особенностями, в связи с этим в ст. 328–330 гл. 51 Трудового кодекса РФ² представлены особенности регулирования труда работников транспорта. На работников транспортной отрасли воздействуют вредные и опасные факторы: виброакустические, нерациональное освещение и микроклиматические условия, напряжённость трудового процесса, движущиеся объекты. Группа виброакустических факторов на данном этапе развития транспортных средств относится к неустраняемым факторам. Воздействие

комплекса неблагоприятных факторов производственной среды в настоящее время достаточно хорошо изучено [1, 2]. Вместе с тем факторы производственной среды, вызывающие ряд патологических изменений, возникающих в организме лиц, эксплуатирующих транспортные средства, нуждаются в дополнительном изучении. К таким изменениям относятся миофасциальный синдром / миофасциальный болевой синдром (МФБС) в результате повышения тонуса отдельных мышц спины и нижних конечностей, который может привести к изменению физиологических изгибов поясничного и сопряжённого с ним грудного отдела, болям и ограничению подвижности позвоночника. Вышеуказанные изменения могут носить как профессионально обусловленный, так и профессиональный характер.

Цель работы – идентификация и изучение фактора физической природы непогашенного ускорения и его связи с формированием патологии опорно-двигательного аппарата у работников транспортной отрасли.

Материалы и методы

Обзор отечественной и зарубежной научной литературы, измерение показателей ускорения при движении транспортного средства, расчёт показателей риска в соответствии с МР 2.2.0085-14 «Оценка и прогноз профессиональной надёжности и профессионального риска водителей различных автотранспортных средств»³. Для измерения непогашенного ускорения применяли одноосевую акселерометр Low Noise 21kHz 100g 1-axis accel (для оси X), диапазон измерения ±100g, и ADXL345BCCZ, 3-осевой (x, y, z) цифровой акселерометр, ±2g/ ±4g/ ±8g/ ±16g [LGA-14 (3 × 5)], диапазон измерения ±2g, ±4g, ±8g, ±16g.

Результаты

Анализ литературных источников позволил установить, что такая патология пояснично-крестцового отдела спины, как дорсопатия, часто встречающаяся у работников транспортной отрасли, относится к мультифакториальным патологическим процессам и сочетает несколько факторов риска

¹ Государственная программа Российской Федерации «Развитие транспортной системы» (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 20 декабря 2017 года № 1596 (в редакции, введённой в действие с 1 января 2022 г.).

² Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 г. № 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022 г.) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022 г.).

³ МР 2.2.0085-14 «Оценка и прогноз профессиональной надёжности и профессионального риска водителей различных автотранспортных средств» (утв. врио руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главного государственного санитарного врача Российской Федерации А.Ю. Поповой 06.02.2014 г.).

Таблица 1 / Table 1

Скорость прохождения кривых при различных значениях непогашенного ускорения

The speed of passing the "curves" at different values of the outstanding acceleration

Скорость, км/ч Speed, km/h	Время, с Time, s	Непогашенное ускорение, м/с ² Outstanding acceleration, m/s ²
120.0	27	0.0
126.0	21	0.1
147.0	18	0.2
150.0	17	0.3
169.0	15	0.4
161.0	12	0.5
173.0	10	0.6
193.0	12	0.7
191.0	9	0.8
182.0	9	0.9
192.5	9	1.0
199.0	3	1.1
185.0	5	1.2
188.0	5	1.3

развития [3–11]. Среди профессиональных факторов риска для работников, эксплуатирующих транспортные средства, можно выделить общую вибрацию рабочих мест и фиксированную рабочую позу. Производственная общая вибрация выше гигиенического норматива при передаче на тело работника через опорные поверхности (ступни ног для стоящего, ягодицы для сидящего) может оказывать повреждающее воздействие на поясничный отдел позвоночника [4, 12–16].

При анализе распространённости дорсопатии установлено, что в мировой практике отсутствует Единый регистр профессиональных заболеваний. В странах ЕС эту патологию относят к профессионально обусловленным заболеваниям. Риск развития профессиональной дорсопатии отмечен у работников транспортной отрасли⁴. Профессиональные дорсопатии регистрируются впервые чаще в возрастных группах работников старше 50 лет и при стаже работы в контакте с вредным профессиональным фактором свыше 12–15 лет, достоверные различия в распределении по половому признаку отсутствуют.

Обобщение и анализ результатов научных исследований позволили заключить, что в настоящее время такой физический фактор, как непогашенное ускорение (ускорение, которое возникает при наборе скорости и торможении транспортного средства, прохождении кривых участков пути и на поворотах, при качке судов), рассматривается только как фактор, влияющий на эксплуатационные характеристики транспортных средств. Измеряется в м/с². Непогашенное ускорение нормируется для пассажирских (0,7 м/с²) и грузовых вагонов ($\pm 0,3$ м/с²) вагонов. На зарубежных железных дорогах, согласно проекту Европейского стандарта prEN 138031/2006, допустимыми для пассажиров считаются квазистатическое непогашенное ускорение в

диапазоне 1–1,5 м/с² и величина приращения в диапазоне 0,5–0,8 м/с³. На российских железных дорогах величины непогашенного поперечного ускорения и его приращения составляют соответственно 0,7 м/с² и 0,4 м/с³. В соответствии с Инструкцией по текущему содержанию железнодорожного пути⁵ в России при прохождении кривых максимальная величина непогашенного ускорения не должна превышать 0,7 м/с. Для некоторых типов подвижного состава допускается увеличение непогашенного ускорения до 1 м/с², преодолеваемого за период не более 5 с. Эти показатели установлены на основе прочностных характеристик подвижного состава. Тем не менее непогашенное ускорение оказывает негативное действие на организм работников и может способствовать формированию патологии опорно-двигательного аппарата и сердечно-сосудистой системы [2]. В настоящей статье приведены результаты изучения непогашенного ускорения производственной среды на примере железнодорожного транспорта.

Нами проведены измерения непогашенного ускорения на поездах «Сапсан» в период 2020–2021 гг. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Полученные данные подтвердили, что величина непогашенного ускорения зависит как от скорости движения транспортного средства, так и от времени прохождения искривлённого участка дороги. Для скорости коэффициент корреляции с величиной непогашенного ускорения $r = 0,88$, связь между исследуемыми признаками – прямая, теснота связи по шкале Чеддока – высокая ($p = 0,000534$). Коэффициент детерминации r^2 равен 0,775. Для времени и непогашенного ускорения $r = -0,959$, связь между исследуемыми признаками – обратная, теснота по шкале Чеддока – весьма высокая ($p = 0,000008$). Коэффициент детерминации r^2 равен 0,91. Следовательно, между значениями непогашенного ускорения и временем прохождения участков кривых существует обратно пропорциональная зависимость. Так, при среднем времени прохождения кривых за 12–14 с величина непогашенного ускорения составляет 0,4–0,5 м/с². При средней скорости, не превышающей 160–170 км/ч, величина непогашенного ускорения будет составлять 0,4–0,6 м/с². При более высокой скорости и времени воздействия непогашенного ускорения 5–9 с регистрируются его высокие уровни – 1,1–1,4 м/с².

Таким образом, чем с большей скоростью осуществляется прохождение кривой, тем больше значение непогашенного ускорения и тем меньше время его воздействия. Как было установлено ранее, негативно действующими значениями центростремительного непогашенного ускорения являются величины в диапазоне 0,9–1,1 м/с². Такие величины регистрируются при времени прохождения участков кривых за 7–9 с.

Вместе с тем при движении поезда работники локомотивных бригад постоянно испытывают низкие уровни фронтального непогашенного ускорения при наборе скорости и торможении, а также непогашенного ускорения при качке локомотива при преодолении неровностей верхнего строения железнодорожного пути. Многолетнее влияние на организм машиниста локомотива на протяжении рабочей смены постоянно изменяющегося по интенсивности и направлению воздействия непогашенного ускорения может стать причиной формирования патологического процесса в пояснично-крестцовом отделе позвоночника, регистрируемого как производственно обусловленное заболевание водителей транспортных средств. Расчёт показателей риска развития патологического процесса при работе в условиях воздействия комплекса неблагоприятных факторов в зависимости от длительности воздействия (стажа) проведён по формулам установленных нами зависимостей, представленных в табл. 2.

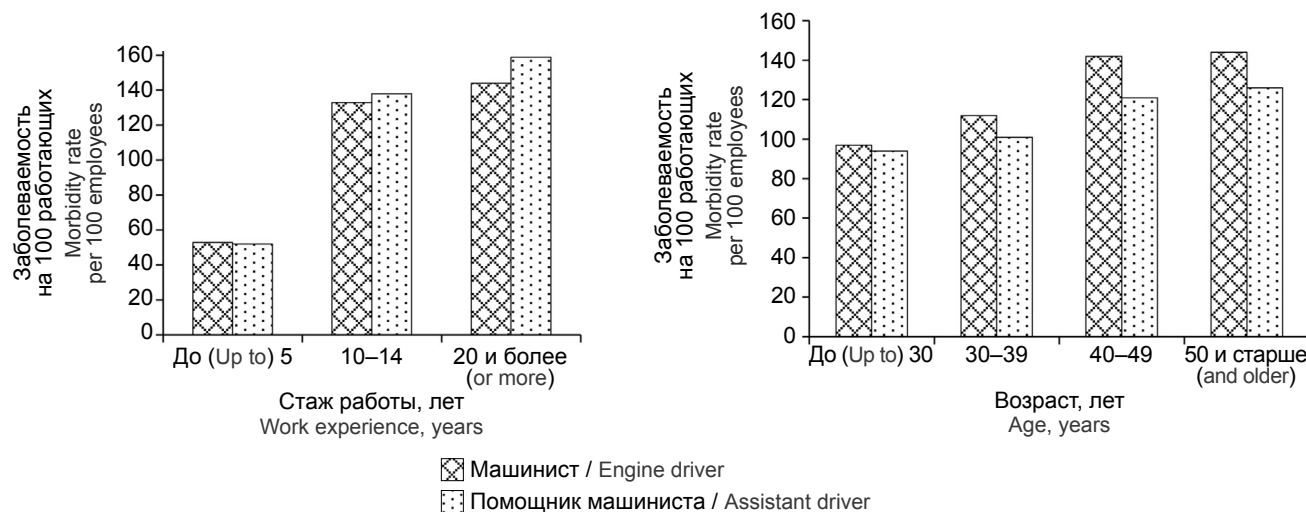
⁴ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. 299 с.

⁵ Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути (утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 14.11.2016 г. № 2288р).

Таблица 2 / Table 2

Формулы для расчёта показателей риска развития патологии опорно-двигательного аппарата
Formulas for calculating risk indicators for the development of pathology of the musculoskeletal system

Тип воздействия Type of exposure	Уравнение регрессии: $y = f(x)$, где y – риск развития патологии; x – стаж (лет) Regression equation: $y = f(x)$, where y is the risk of pathology; x is the length of service (years)
Электровозы старые / Electric locomotives old	$y = -0.4881x^2 + 26.769x - 19.971$; $R^2 = 0.98$
Электровозы новые / Electric locomotives new	$y = -0.9405x^2 + 28.174x - 20.543$; $R^2 = 0.97$
Неэкспонированные / Unexposed	$y = 0.6488x^2 + 8.3131x - 11.357$; $R^2 = 0.95$



Показатели заболеваемости с ВУТ в зависимости от стажа и возраста (на 100 работающих)
 Indicators of morbidity with temporary disability, depending on length of service and age (per 100 employees)

Результаты расчёта показателей риска формирования патологии представлены на рисунке.

Сравнительный анализ динамики показателя риска развития дорсопатии в зависимости от стажа работы позволил установить, что у лиц, подвергающихся воздействию комплекса неблагоприятных производственных факторов (фиксированная поза, общая вибрация и непогашенное ускорение), этот риск начиная со стажа 5 лет увеличивается практически в 2 раза по сравнению с неэкспонированными работниками.

По данным литературы, пусковым механизмом производственно обусловленной патологии становится миофасциальный гипертонус, который проявляется остаточной деформацией мышц, возникающей при работе мелких мышц низкой интенсивности и большой продолжительности и искажением проприоцепции с участка гипертонуса. Вследствие этого происходит искажение афферентации как сегментарного аппарата спинного мозга (кольцевой-коррекционный тип организации движения), так и супрасегментарных структур (программный тип организации движения) головного мозга. В результате искажения программы организации движения возникает перестройка нормального двигательного стереотипа в патологический с формированием фибромиалгического синдрома (ФМС) [17–20].

Обсуждение

Транспортная отрасль является драйвером развития экономики и влияет на безопасность Российской Федерации. В настоящее время численность работников, эксплуатиру-

ющих транспортные средства, составляет 1,9 млн человек. Стратегия развития транспортной отрасли предусматривает увеличение грузо- и пассажироперевозок на 10–12%. Следовательно, численность занятых в этой отрасли будет увеличиваться.

На работников, эксплуатирующих транспортные средства, воздействуют факторы рабочей среды и трудового процесса, часть из которых можно отнести в настоящее время к группе неустраиваемых. Так, для лиц, управляющих автомобильным и железнодорожным транспортом, к этой группе можно отнести общую вибрацию в условиях фиксированной позы, а также непогашенное ускорение при разгоне, торможении, колебаниях транспортного средства на неровностях дороги. Длительное воздействие на организм этого комплекса неблагоприятных факторов может привести к изменению двигательного стереотипа и формированию патологических процессов фибромиалгической природы.

В настоящее время отсутствуют методы гигиенической оценки фактора непогашенного ускорения, идентифицированного как фактор рабочей среды работников, эксплуатирующих транспортные средства.

Проведённые расчёты показателей риска развития патологического процесса при работе в условиях воздействия комплекса неблагоприятных факторов в зависимости от длительности воздействия (стажа) позволили рассчитать формулы для прогноза вероятности возникновения патологических процессов и определить различия между подвергающимися и не подвергающимися воздействию работниками.

Заключение

Необходимость сохранения здоровья населения в целом и здоровья работников транспортной отрасли в частности при развитии риск-ориентированного подхода не только в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения, но и в области охраны труда диктует необходимость детальной идентификации вредных факторов рабочей среды, способных приводить к утрате здоровья.

Результаты выполненного исследования позволяют заключить, что непогашенное ускорение необходимо идентифицировать как вредный профессиональный фактор рабочей среды у водителей транспортных средств, который в сочетании с другими может приводить к формированию производственно обусловленной патологии. Данный фактор рабочей среды нуждается в дальнейшем изучении, разработке для него методов измерения, оценки, анализа и контроля.

Литература

(п.п. 4–15, 18, 19 см. References)

- Леванчук Л.А., Копытенкова О.И., Еремин Г.Б. Методические подходы к оценке условий труда машинистов локомотивных бригад на основе изучения риска для здоровья. *Медицина труда и промышленная экология*. 2020; 60(8): 525–31. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-8-525-531>
- Турсунов З.Ш., Верещагина Е.В., Копытенкова О.И. Использование расчета дозы шума и вибрации для гигиенической оценки условий труда. В кн.: Попова А.Ю., ред. *Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы организации контроля и надзора за физическими факторами»*. М.: Дашков и К; 2017: 425–8.
- Измеров Н.Ф. *Профессиональный риск для здоровья работников: Руководство*. М.: Тривант; 2003.
- Кукушкин М.Л., Хитров Н.К. *Общая патология боли*. М.: Медицина; 2004.
- Иваничев Г.А. *Миофасциальная боль*. Казань; 2007.
- Иваничев Г.А. Патогенетические аспекты формирования и проявления классических болевых мышечных синдромов. *Мануальная терапия*. 2009; (3): 3–11.

References

- Levanchuk L.A., Kopytenkova O.I., Eremin G.B. Methodological approaches to assessing the working conditions of locomotive crew drivers based on the study of health risks. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2020; 60(8): 525–31. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-8-525-531> (in Russian)
- Tursunov Z.Sh., Vereshchagina E.V., Kopytenkova O.I. The use of calculating the dose of noise and vibration for hygienic assessment of working conditions. In: Popova A.Y., ed. *Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference «Topical Issues of the Organization of Control and Supervision of Physical Factors» [Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nye voprosy organizatsii kontrolya i nadzora za fizicheskimi faktorami»]*. Moscow: Dashkov i K; 2017: 425–8. (in Russian)
- Izmerov N.F. *Occupational Health Risk for Employees: A Guide [Professional'nyy risk dlya zdorov'ya rabotnikov: Rukovodstvo]*. Moscow: Trovant; 2003. (in Russian)
- Rubin D.I. Epidemiology and risk factors for spine pain. *Neurol. Clin*. 2007; 25(2): 353–71. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2007.01.004>
- Attar S.M. Frequency and risk factors of musculoskeletal pain in nurses at a tertiary centre in Jeddah, Saudi Arabia: a cross sectional study. *BMC Res. Notes*. 2014; 7: 61.
- Luan H.D., Hai N.T., Xanh P.T., Giang H.T., Van Thuc P., Hong N.M., et al. Musculoskeletal disorders: prevalence and associated factors among district hospital nurses in Haiphong, Vietnam. *Biomed. Res. Int*. 2018; 2018: 3162564. <https://doi.org/10.1155/2018/3162564/>
- Andersen L.L., Mortensen O.S., Hansen J.V., Burr H. A prospective cohort study on severe pain as a risk factor for long-term sickness absence in blue- and white-collar workers. *Occup. Environ. Med*. 2011; 68(8): 590–2. <https://doi.org/10.1136/oem.2010.056259>
- Hartvigsen J., Hancock M.J., Kongsted A., Louw Q., Ferreira M.L., Genevay S., et al. What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet*. 2018; 391(10137): 2356–67. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)30480-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)30480-x)
- Maher C., Underwood M., Buchbinder R. Non-specific low back pain. *Lancet*. 2017; 389(10070): 736–47. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)30970-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)30970-9)
- Euro U., Knekt P., Rissanen H., Aromaa A., Karppinen J., Heliövaara M. Risk factors for sciatica leading to hospitalization. *Eur. Spine J*. 2018; 27(7): 1501–8.
- Cook C.E., Taylor J., Wright A., Milosavljevic S., Goode A., Whitford M. Risk factors for first time incidence sciatica: a systematic review. *Physiother. Res. Int*. 2014; 19(2): 65–78. <https://doi.org/10.1002/pri.1572>
- Lotter F., Burdorf A., Kuiper J., Miedema H. Model for the work-relatedness of low-back pain. *Scand. J. Work Environ. Health*. 2003; 29(6): 431–40. <https://doi.org/10.5271/sjweh.749>
- Punnett L., Prüss-Utün A., Nelson D.I., Fingerhut M.A., Leigh J., Tak S., et al. Estimating the global burden of low back pain attributable to combined occupational exposures. *Am. J. Ind. Med*. 2005; 48(6): 459–69. <https://doi.org/10.1002/ajim.20232>
- Riihimäki H. Low-back pain, its origin and risk indicators. *Scand. J. Work Environ. Health*. 1991; 17(2): 81–90.
- Burdorf A., Sorock G. Positive and negative evidence of risk factors for back disorders. *Scand. J. Work Environ. Health*. 1997; 23(4): 243–56. <https://doi.org/10.5271/sjweh.217>
- Kukushkin M.L., Khitrov N.K. *General Pathology of Pain [Obshchaya patologiya boli]*. Moscow: Meditsina; 2004. (in Russian)
- Ivanichev G.A. *Myofascial Pain [Miofastsial'naya bol']*. Kazan', 2007. (in Russian)
- Podchufarova E.V. Back pain and its treatment. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2009; 1(2): 29–36. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2009-35>
- Punnett L., Wegman D.H. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. *J. Electromyogr. Kinesiol*. 2004; 14(1): 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2003.09.015>
- Ivanichev G.A. Pathogenetic aspects of the formation and manifestation of classical muscle pain syndromes. *Manual'naya terapiya*. 2009; (3): 3–11. (in Russian)