

© Корчин В.И., Корчина Т.Я., 2022

УДК 612.744.21-018.2:613.6-577.118.613.1



Характеристика психофизиологического состояния у мужского населения ХМАО в зависимости от профессиональной деятельности

В.И. Корчин, Т.Я. Корчина

БУ ВО ХМАО-Югры «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия», ул. Мира, д. 40, г. Ханты-Мансийск, 628011, Российская Федерация

Резюме

Введение. Прогрессивно увеличивающаяся интенсивность движения на дорогах ведет к неуклонному росту информационной и психоэмоциональной нагрузки на водителей. Профессиональную деятельность водителей грузового автотранспорта характеризует воздействие комплекса негативных факторов: тяжесть труда, постоянное психоэмоциональное напряжение, вибрация, шум, фиксированная рабочая поза, зачастую неудовлетворительная видимость, концентрация вредных газов в воздухе, вносящих свой вклад в нервно-эмоциональное напряжение.

Цель исследования: изучение особенностей психофизиологического статуса мужского населения северного региона в зависимости от их профессиональной деятельности и установление наличия и выраженности корреляционных связей между показателями, характеризующими психоэмоциональное состояние и элементный статус.

Материалы и методы. В течение 2018 года у 182 мужчин ($32,6 \pm 6,2$ года) северного региона (94 водителя большегрузных автомобилей и 88 служащих) оценивали психоэмоциональный статус, определяли концентрацию катехоламинов (адреналина и норадреналина) в плазме крови и моче иммуноферментным методом и содержание в волосах магния (Mg) и калия (K) методами АЭС-ИСП и МС-ИСП.

Результаты. У профессиональных водителей северного региона установлена большая подверженность психоэмоциональному напряжению ($p = 0,042...0,001$), более высокие показатели концентрации гормонов стресса (кортизола, адреналина) в крови ($p = 0,049...0,005$) и в моче ($p = 0,004...0,003$) на фоне худшей обеспеченности организма Mg и K – биоэлементами, принимающими участие в регуляции психоэмоциональной деятельности ($p = 0,004...0,003$). Корреляционный анализ между вышеназванными показателями подтвердил, что у профессиональных водителей психоэмоциональное напряжение тесно взаимосвязано с дефицитом магния, калия ($r = -0,475...-0,601$) и с активизацией нейроэндокринной системы (увеличение гормонов стресса) ($r = -0,514...-0,828$).

Заключение. С целью стабилизации психоэмоционального состояния, повышения эффективности труда, укрепления здоровья и улучшения качества жизни профессиональных водителей необходимо корректировать микронутриентный статус с помощью витаминно-минеральных комплексов и обогащенных продуктов питания.

Ключевые слова: северный регион, профессиональные водители, психоэмоциональное напряжение, кортизол, адреналин, магний, калий.

Для цитирования: Корчин В.И., Корчина Т.Я. Характеристика психофизиологического состояния у мужского населения ХМАО в зависимости от профессиональной деятельности // Здоровье населения и среда обитания. 2022. Т. 30. № 6. С. 52–58. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-6-52-58>

Сведения об авторах:

✉ **Корчина** Татьяна Яковлевна – д.м.н., профессор, профессор кафедры общей и факультетской хирургии; e-mail: t.korchina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2000-4928>.

Корчин Владимир Иванович – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой нормальной и патологической физиологии; e-mail: vikhmgmi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1818-7550>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: Корчина Т.Я., Корчин В.И.; сбор данных: Корчина Т.Я.; анализ и интерпретация результатов: Корчин В.И.; литературный обзор: Корчина Т.Я., Корчин В.И.; подготовка рукописи: Корчин В.И. Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: исследование проведено с соблюдением требований биомедицинской этики (решение междисциплинарного этического комитета Ханты-Мансийской государственной медицинской академии в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации (протокол № 98 от 17 октября 2014 года).

Финансирование: работа выполнена при финансовой поддержке департамента образования и молодежной политики правительства ХМАО-Югры (приказ № 1812 от 29.12.2015).

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

Статья получена: 30.11.21 / Принята к публикации: 06.06.22 / Опубликовано: 30.06.22

Occupation and Psychophysiological Status of the Male Population of the Khanty-Mansi Autonomous Area

Vladimir I. Korchin, Tatyana Ya. Korchina

Khanty-Mansiysk State Medical Academy, 40 Mira Street, Khanty-Mansiysk, 628011, Russian Federation

Summary

Introduction: The progressively growing road traffic intensity leads to a steady increase in the informational, emotional and psychological burden in drivers. Truck drivers are exposed to numerous occupational risk factors, including hard labor, constant psychological stress, vibration, noise, a fixed working position, poor visibility, and excess concentrations of noxious gases, all affecting their psychophysiological status.

Objective: To study the relationship between professional work and characteristics of the psychophysiological status of the male population of the northern region and to establish the presence and strength of correlations between their elemental and psychoemotional status.

Materials and methods: We assessed the psychoemotional status of 182 men aged 32.6 ± 6.2 years, including 94 truck drivers and 88 office workers, living in three northern cities of the Russian Federation. We also established their blood and urinary levels of catecholamines (adrenaline and noradrenaline) using enzyme immunoassay and measured hair magnesium and potassium levels using inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy and inductively coupled plasma mass spectrometry.

Results: We observed that the professional drivers of the northern region were more susceptible to psychological stress ($p = 0.042...0.001$), had higher levels of stress hormones (cortisol and adrenaline) in blood ($p = 0.049...0.005$) and urine ($p = 0.004...0.003$), but lower hair levels of magnesium and potassium, the trace elements essential for mental health ($p = 0.004...0.003$), than male office workers. The correlation analysis of the above parameters proved that psychological stress of the truck drivers was attributed to magnesium and potassium deficiency ($r = -0.475...-0.601$) and a high level of stress hormones ($r = -0.514...-0.828$).

Conclusion: In order to stabilize emotional and psychological status and to improve the performance, physical health, and the quality of life of professional drivers, it is important to correct their micronutrient status using multivitamin/multimineral supplements and enriched foods.

Keywords: northern region, professional drivers, psychological stress, cortisol, adrenaline, magnesium, potassium.

For citation: Korchin VI, Korchina TYa. Occupation and psychophysiological status of the male population of the Khanty-Mansi Autonomous Area. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2022; 30(6):52–58. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-6-52-58>

Author information:

Vladimir I. Korchin, Dr. Sci. (Med.), Professor; Head of the Department of Normal and Pathological Physiology; e-mail: vikhmgmi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1818-7550>.

✉ Tatyana Ya. Korchina, Dr. Sci. (Med.), Professor; Professor of the Department of General and Faculty Surgery; e-mail: t.korchina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2000-4928>.

Author contributions: study conception and design: Korchina T.Ya., Korchin V.I.; data collection: Korchina T.Ya.; analysis and interpretation of results: Korchin V.I.; literature review: Korchina T.Ya., Korchin V.I.; draft manuscript preparation: Korchin V.I. Both authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: The study was conducted in compliance with ethical principles of the Declaration of Helsinki and approved by the Interdisciplinary Ethics Committee of the Khanty-Mansiysk State Medical Academy, Minutes No. 98 of October 2014, 17.

Funding: The study was supported by the Department of Education and Youth Policy of the Government of the Khanty-Mansi Autonomous Area – Yugra (Order No. 1812 of December, 29, 2015).

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

Received: November 30, 2021 / Accepted: June 6, 2022 / Published: June 30, 2022

Введение. На территории Российской Федерации, имеющей площадь 17,1 млн км² (1-е место в мире), доля северных территорий составляет почти 65 %. Здесь проживает 10,8 млн человек, что составляет 7,5 % населения страны. Современная экономическая и геополитическая ситуация в мире диктует важность дальнейшего освоения северных территорий [1]. Одним из приоритетов научно-технического развития Российской Федерации является «необходимость эффективного экономического, научного и военного освоения Севера», требующего в свою очередь решения целого ряда проблем, связанных с созданием условий, обеспечивающих санитарно-эпидемиологическое благополучие, профилактику заболеваний, формирование здорового образа жизни, доступность и высокое качество оказания медицинской помощи населению, включая работающих граждан [2].

Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО), расположенный на севере Тюменской области, вносит весомый вклад в экономику страны благодаря мощным топливно-энергетическим комплексам, лесной и рыбной промышленности, динамично развивающейся городской инфраструктуре. Поэтому профессия водителя большегрузного автотранспорта становится в регионе все более востребованной, но сопряженной, с одной стороны, с неблагоприятными климатогеографическими факторами Севера [3–9], а с другой – с нервно-эмоциональным напряжением, тяжестью труда, фиксированной рабочей позой, шумом, вибрацией, плохой видимостью [10], содержанием вредных и опасных газов и аэрозолей в воздушной среде [11–15], которые вносят свой вклад в психофизиологическое состояние, тем более в условиях северного региона, в котором наряду с экстремальными климатическими условиями, антропо-техногенным загрязнением в процессе трудовой деятельности у работников разных профессий (включая водителей) создаются предпосылки для прогрессирования у них психофункционального напряжения, способствующего формированию в последующем «окислительного стресса» [16, 17].

Все важнейшие биохимические процессы в организме зависят от минералов, которые входят в состав многих биологически активных веществ, соединяясь с белками, углеводами, составляют структуру ферментов, витаминов, гормонов [18]. Доказано, что существует взаимосвязь между неадекватной обеспеченностью организма человека макро- и микроэлементами и возникновением

различных заболеваний, в том числе связанных с психоэмоциональным напряжением [19–22].

Цель исследования: изучить особенности психофизиологического статуса мужского населения северного региона в зависимости от профессиональной деятельности и установить наличие и выраженность связей между показателями, характеризующими психоэмоциональное состояние и элементный статус.

Материалы и методы. Обследовано 182 человека, постоянно проживающих в городах ХМАО: Ханты-Мансийске, Сургуте, Нижневартовске. Все обследованные лица были разделены на 2 группы: основная и контрольная. В обеих группах обследованные лица представляли взрослое население мужского пола. В первую (основную) группу вошли 94 человека (средний возраст $32,6 \pm 6,2$ года) – водители большегрузных автомобилей и бензовозов со стажем работы по данной профессии более 5 лет. Контрольная (II) группа – 88 служащих, не занятых в производственной сфере.

Исследование проведено с соблюдением требований биомедицинской этики (решение междисциплинарного этического комитета Ханты-Мансийской государственной медицинской академии в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации (протокол № 98 от 17 октября 2014 года) и сопровождалось добровольно полученным письменным информированным согласием обследуемых лиц (Федеральный закон «О персональных данных» от 27.07.2006 № 152-ФЗ).

Функциональное состояние психологического статуса и уровень стресса определяли с помощью универсальной шкалы PSM-25 Lemur-Tessier-Fillion в модификации Н.Е. Водопьяновой (2009), которая позволяла проводить измерения стрессовых ощущений в соматических, поведенческих и эмоциональных показателях. Для анализа уровня депрессивного состояния использовали шкалу W.K. Zung (1972), по которой осуществлялся опрос обследуемых лиц по диагностическим критериям депрессии и выявляли уровень расстройства на основе самооценки пациента. Уязвимость к негативным последствиям стресса оценивали с помощью анкетированного опроса по методике Т.А. Иванченко «Инвентаризация симптомов стресса», которая предусматривает развитие наблюдательности к стрессовым проявлениям, выявление различной степени подверженности негативным последствиям стресса. Для определения степени восприимчивости к развитию синдрома эмоционального выгорания использовали шкалу

D. MacLean (в обработке Н.Е. Водопьяновой, 2009), которая позволяет измерять в баллах (от 20 до 100) предрасположенность к развитию синдрома эмоционального выгорания, и методики В.В. Бойко и А.А. Рукавишниковой (2004).

Для определения концентрации катехоламинов (адреналина и норадреналина) в плазме крови и моче проводили иммуноферментный анализ с использованием коммерческих наборов фирмы IBL CatCombi ELISA. С целью выявления гормона стресса – кортизола в плазме крови и суточной моче использовали коммерческие тест-наборы Cortisol Elisa фирмы HUMAN GmbH и фирмы IBL CatCombi ELISA соответственно.

Доказано, что человеческие волосы являются удобным биологическим индикатором для оценки алиментарной обеспеченности организма биоэлементами за продолжительный период, который отражает поступление химических элементов в прошлом и, в отличие от крови, не подвержен суточным колебаниям [23, 24]. В волосах обследованных лиц методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргонной плазмой (АЭС) и масс-спектрометрии (МС) (МУК 4.1.1482–03¹, МУК 4.1.1483–03²) определяли концентрацию магния (Mg) и калия (K) – биоэлементов, принимающих активное участие в регуляции психофизиологической функции организма человека [18, 22]. Использовали атомно-эмиссионный спектрометр Optima DV 2000 фирмы PerkinElmer Corp. и масс-спектрометр ELAN 9000 фирмы PerkinElmer – Sciex, а также систему микроволнового разложения Multiwave 3000 фирмы PerkinElmer – A. Paar. Полученные результаты сравнивали с референтными значениями [25].

Статистическую обработку материала проводили с использованием пакета программ Microsoft Excel и Statistica 8.0. Тип распределения для вы-

борок определяли с помощью критерия Шапиро – Уилка. Для описания количественных данных, имеющих нормальное распределение, использовали среднее арифметическое (M), стандартную ошибку средней арифметической (m), минимальное (min) и максимальное (max) значения. Параметры с ненормальным распределением представляли и как медиану (Me), а в качестве мер рассеивания использовали 25-й и 75-й процентиля. Достоверность различий изучаемых параметров анализировали с применением критерия Фишера – Стьюдента при нормальном распределении и Манна – Уитни при его отсутствии. Для определения корреляционных связей использовали коэффициент корреляции Спирмена. Достоверными считали различия и корреляции при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. В ходе комплексного исследования психофункционального состояния трудоспособного населения, отличающегося характером своей профессиональной деятельностью, были получены статистически значимые результаты, а именно: средний балл показателя психологической адаптированности к рабочим нагрузкам в группе водителей был выше и составил $124,1 \pm 5,8$ против $99,4 \pm 4,6$ в контроле (табл. 1, $p = 0,001$).

Межгрупповые различия по всем остальным показателям (за исключением степени субъективного комфорта) свидетельствовали о различной степени выраженности изменений психофизиологического состояния у водителей сравнительно с таковыми у представителей контрольной группы, у которых отмечали более низкие значения. Следовательно, профессиональные водители были более подвержены психоэмоциональному напряжению в процессе трудовой деятельности, нежели служащие (табл. 1).

Устойчивость организма к эмоциональному стрессу в дискомфортных условиях среды обитания

Таблица 1. Сравнительная характеристика психофизиологического состояния у мужского населения ХМАО в зависимости от профессиональной деятельности (баллы)

Table 1. Comparative characteristics of the psychophysiological status of the study male population of the Khanty-Mansi Autonomous Area depending on occupation (points)

Показатель / Indicator	Обследуемые работники / Examined workers $n = 182$				p
	водители / drivers $n = 94$		служащие / office workers $n = 88$		
	$M \pm m$	min ↔ max	$M \pm m$	min ↔ max	
Психологическая адаптированность к рабочим нагрузкам / Psychological adaptation to workload	$124,1 \pm 5,8$	45 ↔ 164	$99,4 \pm 4,6$	55 ↔ 152	0,001
Подверженность к развитию синдрома эмоционального выгорания / Susceptibility to burnout syndrome	$62,4 \pm 4,2$	36 ↔ 76	$52,5 \pm 3,2$	28 ↔ 62	0,042
Степень субъективного комфорта / Degree of subjective comfort	$40,9 \pm 6,4$	22 ↔ 49	$48,6 \pm 5,0$	39 ↔ 58	0,217
Подверженность негативным последствиям стресса / Susceptibility to adverse effects of stress	$49,6 \pm 2,3$	32 ↔ 70	$41,2 \pm 1,9$	24 ↔ 61	0,006
Предрасположенность к патологическим стресс-реакциям / Predisposition to pathological response to stress	$29,3 \pm 2,8$	9 ↔ 41	$17,6 \pm 2,5$	4 ↔ 38	0,002
Психологическая устойчивость к экстремальным условиям труда / Psychological resistance to extreme working conditions	$5,3 \pm 0,3$	2 ↔ 9	$3,9 \pm 0,7$	1 ↔ 7	0,023
Уровень депрессии / Severity of depression	$39,8 \pm 1,5$	22 ↔ 45	$33,6 \pm 1,4$	12 ↔ 41	0,003

¹ МУК 4.1.1482–03 «Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, поливитаминных препаратах с микроэлементами, в биологически активных добавках к пище и в сырье для их изготовления методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргонной плазмой».

² МУК 4.1.1483–03 «Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргонной плазмой».

обеспечивается эффективной работой эндокринной системы, которая способна поддерживать необходимый для адаптации уровень гормонов. Значительную роль в развитии ответной реакции организма на эмоциональный стресс играют соответствующие гормоны (кортизол, катехоламины), которые в значительных количествах поступают в кровь. Усиление экскреции данных гормонов является своеобразным звеном, через которое осуществляется влияние высших отделов ЦНС на метаболические процессы. В табл. 2 представлены результаты исследования концентрации кортизола и адреналина в крови и в моче у обследованных лиц ХМАО.

Средние величины концентрации изучаемых кортизола и адреналина в обеих группах находились в диапазоне физиологически оптимальных значений. Однако средний уровень кортизола был в 1,5 ($p = 0,005$), а адреналина в 1,2 ($p = 0,049$) раза выше в крови у водителей сравнительно с таковым показателем у служащих (табл. 2). Установлено превышение концентрации кортизола у 19 (20,2 %) и адреналина у 24 (27,3 %) водителей, в то время как не установлено ни одного случая повышенного их содержания в биосредах у служащих.

Известно, что из кровотока происходит быстрая элиминация кортизола и особенно катехоламинов. Установлена достоверно более высокая концентрация как кортизола ($p = 0,003$), так и адреналина ($p = 0,004$) в моче. Выявлено умеренное превышение уровня кортизола в моче у 22 (23,4 %) водителей. В группе водителей у 35 (38,0 %) лиц показатели концентрации адреналина в моче соответствовали верхней границе нормативов. При этом у служащих не отмечалось идентичных изменений концентрации этих гормонов в моче.

В группе водителей чаще встречались более высокие индивидуальные показатели концентрации гормонов стресса, нежели у служащих.

Эти данные согласуются с результатами нашего опроса по соответствующим методикам оценки психофизиологического состояния, которые продемонстрировали высокую степень предрасположенности водителей развитию синдрома эмоционального выгорания.

В последние десятилетия внимание многих исследователей приковано к изучению содержания различных химических элементов в образцах биологических жидкостей и тканях человека. Анализ состояния элементного статуса позволяет оценивать как на популяционном, так и индивидуальном уровнях возможности адаптационных резервов организма в различных условиях среды обитания человека. Экспериментальные и клинические исследования содержания биоэлементов играют существенную роль в профилактической медицине, так как позволяют своевременно выявлять и устранять дисбаланс (избыток, недостаток) макро- и микроэлементов. Это особенно актуально для групп людей, постоянно подвергающихся негативному влиянию экологического и психоэмоционального «прессинга» в процессе их трудовой деятельности.

Многие эссенциальные биоэлементы входят в состав ферментов, обеспечивая им катализирующую способность влиять на биохимические реакции в организме человека, а также на функциональную активность корковых и подкорковых структур головного мозга, в первую очередь это касается Mg и K [18, 20, 21, 26–28].

В табл. 3 показаны результаты изучения содержания Mg и K в волосах мужского населения округа.

Так, при анализе на содержание макроэлементов было зарегистрировано значимое уменьшение (в 1,7 раза) уровня Mg в волосах водителей, сравнительно с таковым показателем у служащих (табл. 3, $p = 0,003$). Следует отметить, что дефицит

Таблица 2. Содержание гормонов стресса в крови и суточной моче у мужского населения ХМАО в зависимости от профессиональной деятельности

Table 2. Blood and urinary levels of stress hormones in the study male population of the Khanty-Mansi Autonomous Area

Показатель / Indicator	Обследуемые работники / Examined workers <i>n</i> = 182				<i>p</i>
	водители / drivers <i>n</i> = 94		служащие / office workers <i>n</i> = 88		
	<i>M</i> ± <i>m</i>	min ↔ max	<i>M</i> ± <i>m</i>	min ↔ max	
Уровень гормонов в плазме крови, нмоль/л / Plasma hormone levels, nmol/L					
Кортизол / Cortisol	627,46 ± 62,3	538 ↔ 712	420,05 ± 34,1	386 ↔ 464	0,005
Адреналин / Adrenaline	2,39 ± 0,16	1,96 ↔ 2,58	2,02 ± 0,09	1,78 ↔ 2,3	0,049
Содержание гормонов в суточной моче, нмоль/сутки / Urinary hormone levels, nmol/day					
Кортизол / Cortisol	246,60 ± 14,2	192 ↔ 269	182,35 ± 16,4	155 ↔ 198	0,003
Адреналин / Adrenaline	74,38 ± 8,8	65,4 ↔ 83,5	42,60 ± 6,5	34,8 ↔ 48,5	0,004

Таблица 3. Концентрация магния и калия в волосах у мужского населения Ханты-Мансийского автономного округа (мкг/г)

Table 3. Hair magnesium and potassium levels in the study male population of the Khanty-Mansi Autonomous Area (µg/g)

Химический элемент / Chemical element	Обследуемые работники / Examined workers <i>n</i> = 182						<i>p</i>
	водители / drivers <i>n</i> = 94			служащие / office workers <i>n</i> = 88			
	<i>M</i> ± <i>m</i>	Me	25 ↔ 75	<i>M</i> ± <i>m</i>	Me	25 ↔ 75	
Магний / Magnesium	81,44 ± 15,2	84,9	35,6 ↔ 129,3	140,6 ± 12,4	153,2	95,2 ↔ 269,8	0,003
Калий / Potassium	6,80 ± 8,4	69,4	24,5 ↔ 82,9	122,9 ± 16,8	127,5	38,4 ↔ 154,9	0,004

различной степени выраженности Mg был обнаружен у 54 (57,4 %) водителей и только у 12 (13,6 %) служащих. Для водителей характерным было более низкое (в 1,8 раза) содержание K по сравнению с группой служащих ($p = 0,004$, табл. 3). Недостаточность K характеризовала элементный статус 48 (51,1 %) водителей и 19 (21,6 %) служащих ХМАО.

Итак, определение содержания эссенциальных химических элементов (Mg, K), ответственных за психофизиологическое состояние организма [18, 19, 21, 22], наглядно подтвердило, что профессиональная деятельность водителей сопровождается, по-видимому, избыточным расходом данных биоэлементов для поддержания оптимального уровня энергетических, пластических процессов в нервной ткани, проведения нервных импульсов в условиях эмоционального напряжения. Достоин внимания тот факт, что это согласуется и с анализом содержания гормонов стресса в крови и моче у данного контингента.

В последние годы наблюдается неуклонный рост эмоциональных проблем, который в большей степени приходится на трудоспособный возраст популяции. Проживание в северном регионе, несомненно, усугубляет данную ситуацию. Доказано, что психоэмоциональное напряжение, свойственное населению урбанизированных территорий Севера, может выступать в качестве дополнительного фактора риска, который способствует активизации окислительного стресса и развитию дизадаптации человека [29]. Данные изменения еще более ярко проявляются у работников, подверженных в процессе своей профессиональной деятельности выраженному психоэмоциональному стрессу. Учитывая специфику профессиональной деятельности обследуемых лиц, нами были изучены также корреляционные связи между показателями

психоэмоционального состояния (подверженность негативным последствиям стресса, синдром эмоционального выгорания, уровень депрессии), концентрацией гормонов стресса и содержанием в волосах химических элементов (Mg, K) (табл. 4). В ходе исследования были обнаружены: значительная прямая взаимосвязь между подверженностью негативным последствиям стресса и синдромом эмоционального выгорания ($r = +0,610$) и умеренная – между подверженностью негативным последствиям стресса и концентрацией кортизола и адреналина в крови ($r = +0,476$ и $r = +0,498$ соответственно) и, соответственно, в моче ($r = +0,465$ и $r = +0,359$).

Уровень депрессии был связан сильной прямой корреляционной связью с синдромом эмоционального выгорания ($r = +0,734$) и еще более сильной взаимосвязью между подверженностью негативным последствиям стресса и уровнем депрессии ($r = 0,841$). При этом уровню депрессии также были свойственны следующие взаимосвязи: прямые сильные с концентрацией гормонов стресса в крови (кортизол – $r = +0,834$ и адреналин – $r = +0,756$) и обратные умеренные связи с концентрацией K ($r = -0,492$) и Mg ($r = -0,475$) (табл. 4). Наряду с этим нами были выявлены сильные прямые взаимосвязи между синдромом эмоционального выгорания и концентрацией в крови кортизола и адреналина ($r = +0,802$ и $r = +0,719$ соответственно), а также значительные – в моче кортизола и адреналина ($r = +0,536$ и $r = +0,502$), а также обратные связи между вышеуказанным показателем психофизиологического состояния и содержанием в волосах таких биоэлементов, как Mg ($r = -0,514$) и K ($r = -0,610$). Нелишне отметить, что гормоны стресса были связаны между собой значительной прямой корреляционной связью ($r = +0,575$). Следует отметить наличие сильной

Таблица 4. Взаимосвязи между показателями психофункционального состояния, концентрацией гормонов стресса в крови и в моче и содержанием в волосах магния и калия у водителей ХМАО

Table 4. Correlations between psychofunctional status indicators, blood and urinary levels of stress hormones, and hair magnesium and potassium levels in the drivers of the Khanty-Mansi Autonomous Area

Показатель / Indicator	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	p
Синдром эмоционального выгорания ↔ подверженность негативным последствиям стресса / Burnout syndrome ↔ Susceptibility to adverse effects of stress	0,610	0,008
Синдром эмоционального выгорания ↔ уровень депрессии / Burnout syndrome ↔ Severity of depression	0,734	0,024
Подверженность негативным последствиям стресса ↔ уровень депрессии / Susceptibility to adverse effects of stress ↔ Severity of depression	0,841	< 0,001
Уровень депрессии ↔ кортизол в крови / Severity of depression ↔ Blood cortisol level	0,834	< 0,001
Уровень депрессии ↔ адреналин в крови / Severity of depression ↔ Blood adrenaline level	0,756	0,002
Уровень депрессии ↔ Mg / Severity of depression ↔ Hair Mg level	-0,475	0,054
Уровень депрессии ↔ K / Severity of depression ↔ Hair K level	-0,492	0,051
Синдром эмоционального выгорания ↔ кортизол в крови / Burnout syndrome ↔ Blood cortisol level	0,802	0,005
Синдром эмоционального выгорания ↔ адреналин в крови / Burnout syndrome ↔ Blood adrenaline level	0,719	0,012
Синдром эмоционального выгорания ↔ кортизол в моче / Burnout syndrome ↔ Urinary cortisol level	0,536	0,037
Синдром эмоционального выгорания ↔ адреналин в моче / Burnout syndrome ↔ Urinary adrenaline level	0,502	0,043
Синдромом эмоционального выгорания ↔ Mg / Burnout syndrome ↔ Hair Mg level	-0,514	0,037
Синдромом эмоционального выгорания ↔ K / Burnout syndrome ↔ Hair K level	-0,610	0,028
Кортизол в крови ↔ Mg / Blood cortisol level ↔ Hair Mg level	-0,828	< 0,001
Адреналин в крови ↔ Mg / Blood adrenaline level ↔ Hair Mg level	-0,756	0,009

обратной взаимосвязи между концентрацией в крови кортизола, адреналина и обеспеченностью организма жизненно важным биоэлементом Mg ($r = -0,828$ и $r = -0,756$ соответственно), однако взаимосвязь этих гормонов с одной стороны, а К — с другой оказалась слабой (табл. 4).

Заключение. Корреляционный анализ подтвердил, что у профессиональных водителей психоэмоциональное напряжение, возникающее в процессе трудовой деятельности, тесно взаимосвязано с дисбалансом элементного статуса (дефицит магния и калия) и с активизацией нейроэндокринной системы (увеличение гормонов стресса). Выявленные нами нарушения психоэмоциональной сферы, элементного и гормонального статуса у водителей большегрузного автотранспорта закономерно требует информирования работников о факторах риска здоровью, связанных с их профессиональной деятельностью, необходимых и реализуемых мероприятий по управлению риском, а также о способах и средствах индивидуальной профилактики нарушений [30].

Выводы.

1. Психоэмоциональное напряжение, свойственное водителям автотранспорта в процессе трудовой деятельности, сопровождается активизацией нейроэндокринной системы в виде повышения уровня гормонов стресса в крови и моче (кортизола и адреналина в 1,5 и 1,2 раза соответственно) сравнительно с таковыми показателями у служащих ($p = 0,003...0,005$).

2. Корреляционный анализ психоэмоционального состояния позволил обнаружить следующие взаимосвязи: значительные прямые между уровнем депрессии и концентрацией кортизола и адреналина в крови ($r = +0,834$ и $r = +0,756$ соответственно) и в моче ($r = +0,628$ и $r = +0,452$ соответственно), а также более тесные — между синдромом эмоционального выгорания и содержанием в крови стрессовых гормонов кортизола ($r = +0,802$) и адреналина ($r = +0,719$). Одновременно установили наличие обратных взаимосвязей между показателями синдрома эмоционального выгорания, с одной стороны, и содержанием в волосах таких жизненно важных элементов, как Mg ($r = -0,514$) и К ($r = -0,610$) — с другой.

3. С целью стабилизации психоэмоционального состояния, повышения эффективности труда, укрепления здоровья и улучшения качества жизни различных профессиональных групп работников урбанизированного Севера, в том числе и водителей большегрузных автомобилей, необходимо помимо оптимизации трудового процесса своевременно корректировать микронутриентный статус с помощью витаминно-минеральных комплексов и обогащенных продуктов питания.

Список литературы

1. Карпин В.А., Гудков А.Б., Шувалова О.И. Анализ воздействия климатотехногенного прессинга на жителей северной урбанизированной территории // *Экология человека*. 2018. № 10. С. 9–14.
2. Бобровницкий И.П., Яковлев М.Ю., Нагорнев С.Н. и др. Научные и организационно-методологические основы реализации приоритетных проектов медицины окружающей среды как интегративного профилактического направления медицинской науки и практического здравоохранения // *Микроэлементы в медицине*. 2017. Т. 18, Вып. 2. С. 3–9. doi:10.19112/2413-6174-2017-18-2-3-9
3. Щербакова А.С. Фактор климата в жизнедеятельности северян: объективные данные и субъективные

оценки // *Экология человека*. 2019. № 7. С. 24–32. doi: 10.33396/1728-0869-2019-7-24-32

4. Anttonen H, Pekkarinen A, Niskanen J. Safety at work in cold environments and prevention of cold stress. *Ind Health*. 2009;47(3):254–261. doi: 10.2486/indhealth.47.254
5. Daanen HA, Van Marken Lichtenbelt WD. Human whole body cold adaptation. *Temperature (Austin)*. 2016;3(1):104–118. doi: 10.1080/23328940.2015.1135688
6. Young TK, Mäkinen TM. The health of Arctic populations: Does cold matter? *Am J Hum Biol*. 2010;22(1):129–133. doi: 10.1002/ajhb.20968
7. Risikko T. *Safety, health and productivity of cold work. A management model, implementation and effects*. Doctoral thesis. Finland: Oulu University Press; 2009.
8. Nifontova OL, Konkova KS, Nagovitsin AV. Anthropomorphic measurement of middle-school age children living in Northern territory. *American Scientific Journal*. 2017;(15-1):33–36.
9. Snodgrass JJ, Sorensen MV, Tarskaia LA, Leonard WR. Adaptive dimensions of health research among indigenous Siberians. *Am J Hum Biol*. 2007;19(2):165–180. doi: 10.1002/ajhb.20624
10. Федотова И.В., Аширова С.А., Некрасова М.М., Бобоха М.А. Субъективная оценка водителями грузопассажира автотранспорта условий труда и влияния их на состояние здоровья // *Здоровье населения и среда обитания*. 2017. № 10 (295). С. 27–30.
11. Ахтиямова Л.А., Ситдикова И.Д., Мешков А.В. и др. Оценка риска здоровью населения в зоне влияния выбросов химического производства // *Здоровье населения и среда обитания*. 2018. № 9 (306). С. 43–48.
12. Di Iorio S, Magno A, Mancaruso E, Dal Bello L. Engine performance and emissions of a small diesel engine fueled with various diesel/RME blends. *SAE Technical Paper*. 2014;32:1–35.
13. Ellingsen DG, Chashchin M, Berlinger B, Fedorov V, Chashchin V, Thomassen Y. Biological monitoring of welders' exposure to chromium, molybdenum, tungsten and vanadium. *J Trace Elem Med Biol*. 2017;41:99–106. doi: 10.1016/j.jtemb.2017.03.002
14. Olumayede EG, Ediagbonya TF. Sequential extractions and toxicity potential of trace metals absorbed into airborne particles in an urban atmosphere of Southwestern Nigeria. *Sci World J*. 2018;2018:6852165. doi: 10.1155/2018/6852165
15. Salmanzadeh M, Saeedi M, Li LY, Nabi-Bidhendi Gh. Characterization and metals fractionation of street dust samples from Tehran, Iran. *Int J Environ Res*. 2015;9(1):213–224. doi: 10.22059/IJER.2015.891
16. Стасенко Л.Н., Валько М.В., Сурапов М.В. и др. Психофизиологическое состояние водителя при междугородных автомобильных перевозках // *Вестник КГУСТА*. 2016. Т. 51. № 1. С. 360–366.
17. Федотова И.В., Некрасова М.М., Полевая С.А. и др. Профессиональный стресс у водителей // *Охрана труда и техника безопасности на автотранспортных предприятиях и в транспортных цехах*. 2016. № 7. С. 48–56.
18. Скальный А.В. *Микроэлементы*. Изд. 4-е, перераб. М.: «Фабрика блокнотов», 2018. 295 с.
19. Акарачкова Е.С., Громова О.А., Котова О.В. Головная боль напряжения и дефицит магния // *Стресс под контролем*. 2017. № 1. С. 41–47.
20. Василенко А.М., Шарипова М.М. Дефицит микроэлементов и проблема коморбидности // *Микроэлементы в медицине*. 2020. Т. 21, Вып. 1. С. 4–12. doi: 10.19112/2413-6174-2019-20-1-4-12.
21. Громова О.А., Калачева А.Г., Торшин И.Ю. и др. Диагностика дефицита магния. Концентрация магния в биосубстратах в норме и при различной патологии // *Кардиология*. 2014. № 10. С. 63–71.
22. Корчина Т.Я., Корчин В.И., Маслакова А.П. Сопряженность нарушений элементного статуса с уровнем стресса у медицинских работников скорой помощи // *Медицина труда и промышленная экология*. 2018. № 2. С. 26–29.
23. Chojnacka K, Michalak I, Zielińska A, Gyrecka H, Górecki H. Inter-relationship between elements in human hair: The effect of gender. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2010;73(8):2022–2028. doi: 10.1016/j.ecoenv.2010.09.004

24. Momčilović B. On decoding the syntax of the human hair bioelement metabolism. *Trace Elements in Medicine (Moscow)*. 2017;18(2):54-55. doi: 10.19112/2413-6174-2017-18-2-54-55
 25. Skalny AV, Skal'naya MG, Tinkov AA, et al. Hair concentration of essential trace elements in adult non-exposed Russian population. *Environ Monit Assess*. 2015;187(11):677. doi: 10.1007/s10661-015-4903-x
 26. Ekpenyong CE. Essential trace element and mineral deficiencies and cardiovascular diseases: facts and controversies. *Int J Nutr Food Sci*. 2017;6(2):53-64.
 27. Sendowski I. Magnesium therapy in acoustic trauma. *Magnes Res*. 2006;19(4):244-254.
 28. Skal'naya MG, Skalny AV. *Essential Trace Elements in Human Health: A Physician's View*. Tomsk: Tomsk State University Publ.; 2018.
 29. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В. Психоэмоциональный стресс и метеореакция как системные проявления дизадаптации человека в условиях изменения климата на севере России // Экология человека. 2012. № 8. С. 3–7.
 30. Костарев В.Г., Тендрякова С.Ю., Власова Е.М. и др. Информирование о рисках здоровью как составляющая риск-ориентированной модели оказания медицинской помощи работающему населению // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 2 (311). С. 4–8.
- References**
1. Karpin VA, Gudkov AB, Shuvalova OI. Impact analysis of climate and technogenic pressing on residents of northern urban land. *Ekologia Cheloveka [Human Ecology]*. 2018;(10):9-14. (In Russ.) doi: 10.33396/1728-0869-2018-10-9-14
 2. Bobrovitsky IP, Yakovlev MYu, Nagornev SN, Khudov VV, Skalny AV, Rakhmanin YuA. Scientific and organizational-methodological basis for implementation of priority projects on environmental medicine as integrated prophylactic direction of medical science and practical health. *Mikroelementy v Meditsine*. 2017;18(2):3-9. (In Russ.) doi: 10.19112/2413-6174-2017-18-2-3-9
 3. Shcherbakova AS. Abortions and abortive behavior in the context of searching for demographic development. *Ekologia Cheloveka [Human Ecology]*. 2019;26(7):24-32. (In Russ.) doi: 10.33396/1728-0869-2019-7-24-32
 4. Anttonen H, Pekkarinen A, Niskanen J. Safety at work in cold environments and prevention of cold stress. *Ind Health*. 2009;47(3):254-261. doi: 10.2486/indhealth.47.254
 5. Daanen HA, Van Marken Lichtenbelt WD. Human whole body cold adaptation. *Temperature (Austin)*. 2016;3(1):104-118. doi: 10.1080/23328940.2015.1135688
 6. Young TK, Mäkinen TM. The health of Arctic populations: Does cold matter? *Am J Hum Biol*. 2010;22(1):129-133. doi: 10.1002/ajhb.20968
 7. Risikko T. *Safety, health and productivity of cold work. A management model, implementation and effects*. Doctoral thesis. Finland: Oulu University Press; 2009.
 8. Nifontova OL, Konkova KS, Nagovitsin AV. Anthropomorphic measurement of middle-school age children living in Northern territory. *American Scientific Journal*. 2017;(15-1):33-36.
 9. Snodgrass JJ, Sorensen MV, Tarskaia LA, Leonard WR. Adaptive dimensions of health research among indigenous Siberians. *Am J Hum Biol*. 2007;19(2):165-180. doi: 10.1002/ajhb.20624
 10. Fedotova IV, Ashirova SA, Nekrasova MM, Bobokha MA. Subjective evaluation of working conditions and their influence upon health status done by drivers of cargo-and-passenger motor transport. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2017;(10(295)):27-30. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2017-295-10-27-30
 11. Akhtiamova LA, Sitdikova ID, Meshkov AV, Imamov AA, Ivanova MK, Fadeeva SA. Heath risk assessment of the population in a zone of influence of chemical production. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2018;(9(306)):43-48. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2018-306-9-43-48
 12. Di Iorio S, Magno A, Mancaruso E, Dal Bello L. Engine performance and emissions of a small diesel engine fueled with various diesel/RME blends. *SAE Technical Paper*. 2014;32:1-35.
 13. Ellingsen DG, Chashchin M, Berlinger B, Fedorov V, Chashchin V, Thomassen Y. Biological monitoring of welders' exposure to chromium, molybdenum, tungsten and vanadium. *J Trace Elem Med Biol*. 2017;41:99–106. doi: 10.1016/j.jtemb.2017.03.002
 14. Olumayede EG, Ediagbonya TF. Sequential extractions and toxicity potential of trace metals absorbed into airborne particles in an urban atmosphere of Southwestern Nigeria. *Sci World J*. 2018;2018:6852165. doi: 10.1155/2018/6852165
 15. Salmanzadeh M, Saeedi M, Li LY, Nabi-Bidhendi Gh. Characterization and metals fractionation of street dust samples from Tehran, Iran. *Int J Environ Res*. 2015;9(1):213–224. doi: 10.22059/IJER.2015.891
 16. Stasenko LN, Valko MV, Surapov MV. Driver's psychophysiological status at the international automobile transportations. *Bulletin of KGUSTA*. 2016;(1(51)):360-366. (In Russ.)
 17. Fedotova IV, Nekrasova MM, Polevaya SA, et al. Drivers' occupational stress. *Okhrana Truda i Tekhnika Bezopasnosti na Avtotransportnykh Predpriyatiyakh i v Transportnykh Tsekhakh*. 2016;(7):48-56. (In Russ.)
 18. Skalny AV. [Trace Elements] 4 ed. Moscow: Fabrika Bloknotov Publ.; 2018. (In Russ.)
 19. Akarachkova ES, Gromova OA, Kotova OV. Tension headache and magnesium deficiency. *Stress pod Kontrolom*. 2017;(1):41-47. (In Russ.) Accessed June 24, 2022. https://stressundercontrol.ru/assets/docs/stress_under_control_%E2%84%961.pdf
 20. Vasilenko AM, Sharipova MM. Deficiency of trace elements and the problem of comorbidity. *Mikroelementy v Meditsine*. 2019;20(1):4-12. (In Russ.) doi: 10.19112/2413-6174-2019-20-1-4-12
 21. Gromova OA, Kalacheva AG, Torshin IYu, Grishina TR, Semenov VA. Diagnostics of magnesium deficiency and measurements of magnesium concentrations in biosubstrates in norm and in various pathologies. *Kardiologiya*. 2014;54(10):63-71. (In Russ.) doi: 10.18565/cardio.2014.10.63-71
 22. Korchina TY, Korchin VI, Maslakova AP. Concordance of element state disorders with stress level in ambulance crew workers. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2018;(2):26-30. (In Russ.)
 23. Chojnacka K, Michalak I, Zielińska A, Gyrecka H, Górecki H. Inter-relationship between elements in human hair: The effect of gender. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2010;73(8):2022-2028. doi: 10.1016/j.ecoenv.2010.09.004
 24. Momčilović B. On decoding the syntax of the human hair bioelement metabolism. *Trace Elements in Medicine (Moscow)*. 2017;18(2):54-55. doi: 10.19112/2413-6174-2017-18-2-54-55
 25. Skalny AV, Skal'naya MG, Tinkov AA, et al. Hair concentration of essential trace elements in adult non-exposed Russian population. *Environ Monit Assess*. 2015;187(11):677. doi: 10.1007/s10661-015-4903-x
 26. Ekpenyong CE. Essential trace element and mineral deficiencies and cardiovascular diseases: facts and controversies. *Int J Nutr Food Sci*. 2017;6(2):53-64.
 27. Sendowski I. Magnesium therapy in acoustic trauma. *Magnes Res*. 2006;19(4):244-254.
 28. Skal'naya MG, Skalny AV. *Essential Trace Elements in Human Health: A Physician's View*. Tomsk: Tomsk State University Publ.; 2018.
 29. Hasnuln VI, Hasnulina AV. Psycho-emotional stress and meteorereaction as systemic manifestations of human disadaptation under changing climatic conditions in the North of Russia. *Ekologia Cheloveka [Human Ecology]*. 2012;(8):3-7. (In Russ.)
 30. Kostarev VG, Tendryakova SYu, Vlasova EM, Ustinova OYu, Poroshina MM, Barg AO. Risk communication to health as a component of the risk-oriented model for the providing medical care to working population. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2019;(2(311)):4-8. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2019-311-2-4-8