

<https://doi.org/10.47183/mes.2026-444>

УДК 613.6.02:613.644:613.6.06:616.5



ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕДИКО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ПОРАЖЕНИЯХ КОЖИ У РАБОЧИХ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

И.В. Яцына, И.В. Астахова[✉]

Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, Мытищи, Россия

Введение. Поражения кожи горнорабочих связаны с дисфункцией различных морфофункциональных структур кожи: эпидермиса, микроциркуляторного русла и нервов дермы и гиподермы. Для сохранения здоровья кожи как самостоятельной анатомической единицы разработан комплекс медико-профилактических мероприятий, включающий наружную и системную терапию.

Цель. Оценить эффективность комплекса медико-профилактических мероприятий при поражениях кожи у горнорабочих виброопасных профессий.

Материалы и методы. Проведено проспективное одноцентровое открытое рандомизированное контролируемое исследование до и после медико-профилактических мероприятий при поражениях кожи у горнорабочих. В исследование включены горнорабочие виброопасных профессий ($n = 77$), из них выделены основная и контрольная группы. Анализ динамики состояния кожи осуществляли при проведении клинического осмотра, поляризованной дерматоскопии, оценке кожного микрокровотока и окислительного метаболизма на аппарате лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) с флуоресцентной спектроскопией. Статистическая обработка выполнена с применением общепринятых статистических методов при использовании программных пакетов Microsoft Excel 2018 и StatTech v. 4.9.5 (ООО «Статтех», Россия).

Результаты. Среди всей когорты обследованных у 57 (74%) пациентов выявлены следующие заболевания кожи: другие эпидермальные утолщения, болезни придатков кожи, аллергодерматозы, инфекционные болезни кожи, папуло-сквамозные дерматозы, фоточувствительные дерматозы, нарушения пигментации. В результате проведенных исследований в основной группе отмечали выраженную положительную динамику со стороны кожного патологического процесса при анализе клинико-дерматоскопических проявлений ($p < 0,001$). Среди всех испытуемых у 55 (71,5%) горнорабочих выявлена дисфункция микроциркуляции кожи. У пациентов из основной группы отмечали статистически значимое увеличение показателя микроциркуляции ($p = 0,004$), снижение амплитуды флуоресценции восстановленного никотинамидадениндинуклеотида ($p = 0,002$), рост показателя окислительного метаболизма ($p < 0,001$).

Заключение. Полученные результаты доказывают эффективность разработанного комплекса медико-профилактических мероприятий. Комплекс может быть реализован в дополнение к традиционным методам при вторичной профилактике и реабилитации рабочих горнодобывающей промышленности.

Ключевые слова: горнорабочие; профессионально обусловленные болезни; профессиональные болезни; болезни кожи; микроциркуляция; профилактика

Для цитирования: Яцына И.В., Астахова И.В. Оценка эффективности медико-профилактических мероприятий при поражениях кожи у рабочих горнодобывающей промышленности. *Экстремальная биомедицина*. 2026;28(2):322–330. <https://doi.org/10.47183/mes.2026-444>

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Соответствие принципам этики: исследование одобрено локальным этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора (протокол заседания № 1 от 22.01.2025), проведено согласно общепринятым научным принципам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Все пациенты подписали информированное согласие на лечение, а также использование обезличенных медицинских данных и фотографий.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

✉ Астахова Ирина Витальевна astahova.iv@fncg.ru

Статья поступила: 10.01.2026 **После доработки:** 13.02.2026 **Принята к публикации:** 20.02.2026 **Online first:** 23.04.2026

EFFICACY OF MEDICAL PREVENTIVE MEASURES FOR SKIN LESIONS IN MINING INDUSTRY WORKERS

Irina V. Yatsyna, Irina V. Astakhova[✉]

F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Mytishchi, Russia

Introduction. In miners, skin lesions are associated with dysfunction of various morphofunctional skin structures: epidermis; microvasculature; nerves of the dermis and hypodermis. In order to preserve the health of the skin as an independent anatomical unit, a complex of medical preventive measures has been developed, which includes topical and systemic therapy.

Objective. To evaluate the efficacy of a complex of medical preventive measures for skin lesions in vibration-exposed miners.

Materials and methods. A prospective, single-center, open-label, randomized controlled trial was conducted before and after the implementation of medical preventive measures for skin lesions in miners. The study included vibration-exposed miners ($n = 77$) divided into a main group and a control group. Their skin condition dynamics were analyzed through clinical examination and polarized dermoscopy, as well as assessment of skin microcirculation and oxidative metabolism by means of a device combining laser Doppler flowmetry with fluorescence

© И.В. Яцына, И.В. Астахова, 2026

spectroscopy. Statistical processing was performed via generally accepted statistical methods, employing Microsoft Excel 2018 and Stat-Tech v. 4.9.5 software (StatTech, Russia).

Results. In the entire cohort of examined patients, a total of 57 (74%) individuals were diagnosed with the following skin diseases: other epidermal thickening, skin appendage diseases, allergic dermatoses, infectious skin diseases, papulosquamous dermatoses, photosensitive dermatoses, and pigmentation disorders. An analysis of clinical and dermoscopic manifestations revealed a significant positive dynamics of the pathological process in the main group ($p < 0.001$). Of all subjects, skin microcirculation dysfunction was detected in 55 (71.5%) miners. The main group exhibited a statistically significant increase in the microcirculation parameter ($p = 0.004$), a decrease in the fluorescence amplitude of reduced nicotinamide adenine dinucleotide ($p = 0.002$), and an increase in the oxidative metabolism index ($p < 0.001$).

Conclusions. The obtained results prove the efficacy of the developed complex of medical preventive measures. These measures can be implemented in addition to traditional methods of secondary prevention and rehabilitation of mining industry workers.

Keywords: miners; work-related diseases; occupational diseases; skin diseases; microcirculation; prevention

For citation: Yatsyna I.V., Astakhova I.V. Efficacy of medical preventive measures for skin lesions in mining industry workers. *Extreme Medicine*. 2026;28(2):322–330. <https://doi.org/10.47183/mes.2026-444>

Funding: no funding support was obtained for the research.

Compliance with ethical principles: the study was approved by the Local Ethics Committee of the F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene (minutes No. 1 dated January 22, 2025) and was conducted in accordance with the generally accepted scientific principles of the Helsinki Declaration of the World Medical Association. All patients signed informed consent for treatment, as well as for the use of anonymized medical data and photographs.

Potential conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

✉ Irina V. Astakhova astakhova.iv@fncg.ru

Received: 10 Jan. 2026 **Revised:** 13 Feb. 2026 **Accepted:** 20 Feb. 2026 **Online first:** 23 Apr. 2026

ВВЕДЕНИЕ

Рабочие горнодобывающей промышленности в наибольшей степени подвержены риску развития профессионального заболевания в результате воздействия комплекса производственных факторов, влияющих на различные органы и ткани¹ [1].

Профессионально обусловленные дерматозы с преимущественным поражением эпидермиса связаны с воздействием химических агентов, неблагоприятного микроклимата, тяжестью труда и проявляются в виде ксероза кожи, раздражительного и аллергического контактного дерматита и экземы. Нарушение барьерной функции кожи играет ключевую роль в патогенезе поражений эпидермиса у горнорабочих. Горнорабочие взаимодействуют со слабыми по силе химическими агентами, оказывающими при регулярном воздействии раздражающее действие на кожу. К таким агентам можно отнести слабые кислоты и щелочи, органические растворители, соли тяжелых металлов, продукты нефтепереработки, содержащиеся в цементе, смазочно-охлаждающих жидкостях, технических маслах и т.д. Такие неблагоприятные факторы микроклимата, как чрезмерно высокие или низкие температуры, повышенная влажность оказывают дополнительное деструктивное действие на эпидермис. При регулярном подъеме и передвижении тяжести вручную, постоянном давлении на участки кожи при нахождении в вынужденной рабочей позе также реализуется повреждающее действие на эпидермис² [1–5].

Поражения глубоких слоев кожи и подкожной клетчатки, возникающие под влиянием производственной

общей и локальной вибрации, а также неблагоприятного микроклимата, обусловлены микроциркуляторной дисфункцией, повреждением рецепторов, нервных окончаний и периферических нервных волокон. Эти изменения представляют собой клинические проявления периферического ангиодистонического синдрома (в том числе синдрома Рейно) и вегетосенсорной полинейропатии при вибрационной болезни. Визуально данные поражения могут проявляться на коже дистальных отделов конечностей в виде мраморности и пастозности, эпизодов побеления и цианоза, гипергидроза, нарушения оволосения и трофических изменений³ [6].

Поражения сосудов и нервов дермы и гиподермы при вибрационно-индуцированных заболеваниях оказывают влияние на течение профессиональных, профессионально обусловленных и непрофессиональных заболеваний кожи. Множество публикаций в данной области определяют актуальность и необходимость комплексного подхода к научному обоснованию медико-профилактических мероприятий поражений кожи у рабочих виброопасных профессий горнодобывающей промышленности. Несмотря на большое количество научных исследований на тему воздействия комплекса производственных факторов в условиях горнодобывающей промышленности на организм человека, на сегодняшний день нет работ, посвященных их влиянию на поражения кожи как анатомической единицы в целом.

Одним из механизмов развития поражений кожи у горнорабочих является нарушение работы антиоксидантной системы. Оксидативный стресс у горнорабочих в результате трудовой деятельности описан

¹ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2024 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2025.

² Клинические рекомендации «Дерматит контактный», 2024. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/213_3

³ Зыков КА, Попкова АМ, Сметнева НС, Игоница НП, Самойлова НВ, Голобородова ИВ и др. Вибрационная болезнь: учебное пособие для обучающихся. М.: РИО МГМСУ; 2022.

в работах российских и зарубежных авторов [7–9]. Доказана связь окислительного стресса с дебютом и прогрессированием ряда нейродегенеративных заболеваний, воспалительных процессов в различных органах и тканях, с микроциркуляторной дисфункцией и преждевременным старением [10, 11].

Исследование кожи под увеличением при помощи дерматоскопа позволяет неинвазивно оценить состояние эпидермиса. Дерматоскопия широко используется в повседневной практике врача-дерматовенеролога и облегчает дифференциальную диагностику различных заболеваний кожи, позволяет провести оценку эффективности проведенной терапии [12].

Лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) с флуоресцентной спектроскопией является доступным неинвазивным методом диагностики микроциркуляторной дисфункции кожи и окислительного метаболизма *in vivo*. Метод ЛДФ основан на получении отраженного сигнала при доплеровском сдвиге частоты от форменных элементов крови [13].

С целью профилактики поражений кожи в настоящее время проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры с участием врача-дерматовенеролога⁴, на предприятиях горнодобывающей промышленности применяются дерматологические средства индивидуальной защиты очищающего, защитного и регенерирующего типа^{5,6}. В связи с дисфункцией различных морфофункциональных структур кожи горнорабочих необходима разработка комплекса медико-профилактических мероприятий, направленных на сохранение здоровья кожи и подкожной клетчатки [1].

Для восстановления нормальной структуры и функции кожи, эпидермального барьера и гидролипидной мантии наружно используются увлажняющие и смягчающие средства (эмоленты) и кератолитические средства [14, 15].

С целью коррекции окислительного метаболизма в ряде исследований предлагается применение системной и наружной озонотерапии. Озонотерапия стабилизирует дисбаланс про- и антиоксидантов, улучшает микроциркуляцию, оказывает иммуномодулирующее действие [7–11]. В качестве комплекса медико-профилактических мероприятий при поражениях кожи у горнорабочих предложено использование системной озонотерапии и наружной терапии с применением эмульгентов и кератолитических средств.

Цель работы — оценить эффективность комплекса медико-профилактических мероприятий при поражениях кожи у горнорабочих виброопасных профессий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Выполнено проспективное одноцентровое открытое сравнительное исследование до и после проведения медико-профилактических мероприятий при поражениях кожи у горнорабочих.

В исследование включены горнорабочие виброопасных профессий ($n = 77$). Все обследуемые — мужчины в возрасте 34–60 лет ($Me = 51$), имеющие стаж работы 10–37 лет ($Me = 21$) на предприятиях с подземной добычей медно-никелевых руд ($n = 48$), подземной ($n = 6$) и открытой ($n = 7$) добычей железистых кварцитов, подземной добычей угля ($n = 16$). В исследовании приняли участие машинисты ($n = 30$), проходчики ($n = 21$), горнорабочие очистного забоя ($n = 11$), бурильщики ($n = 10$), крепильщики ($n = 2$), мастера-взрывники ($n = 2$), слесарь ($n = 1$).

Для оценки эффективности комплекса медико-профилактических мероприятий испытуемые ($n = 77$) были разделены на следующие группы:

- группа 1 — основная, $n = 28$ (пациенты, получившие разработанный комплекс медико-профилактических мероприятий в сочетании со стандартным лечением);
- группа 2 — контрольная, $n = 28$ (пациенты, получившие стандартное лечение согласно клиническим рекомендациям по соответствующим нозологиям).

Остальные пациенты ($n = 21$) выбыли из исследования в связи с выявленными противопоказаниями к озонотерапии по показателям периферической микроциркуляции (гиперемический тип перфузии).

Комплекс медико-профилактических мероприятий включал: наружные увлажняющие средства (для всех обследуемых), кератолитические средства (для пациентов со II–III степенью ксероза согласно дерматоскопическим критериям), озонотерапию (пациентам с нормоциркуляторным и спастическим типом перфузии).

Терапия ксероза кожи проводилась в зависимости от его степени тяжести. Увлажняющие и смягчающие средства (эмоленты) назначали наружно для всех обследуемых 2 раза в сутки на кожу кистей, голеней и стоп. Дополнительно кератолитические средства с содержанием 10% мочевины, 2% салициловой кислоты и 1% молочной кислоты наружно применяли пациенты с умеренной и тяжелой степенью ксероза 2 раз/сут на кожу кистей, голеней и стоп. При отсутствии противопоказаний проводили внутривенное введение озонированного физиологического раствора 500 мл с концентрацией озона в жидкости 1–4 мг/л тремя курсами через день с помощью установки УОТА-60-01 (ООО «Медозон», Россия).

Средний возраст ($M \pm SD$) рабочих основной группы составил 51 год ($50,68 \pm 5,22$ года; 95% ДИ 48,65–52,70), стаж работы — 22 года ($22,21 \pm 6,06$ года; 95% ДИ 19,87–24,56); средний возраст рабочих контрольной группы составил 53 года ($52,64 \pm 4,24$ года; 95% ДИ 51,00–54,29), стаж работы 21 год ($21,14 \pm 5,22$ года; 95% ДИ 19,12–23,17). Обследуемые основной и контрольной групп были сопоставимы по возрасту и стажу.

Все испытуемые имели установленный диагноз профессионального заболевания и проходили обследование и лечение в неврологическом отделении Института общей и профессиональной патологии им. академика

⁴ Приказ Минздрава России от 28.01.2021 № 29Н «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, Перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры».

⁵ Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 767н «Об утверждении Единых типовых норм выдачи средств индивидуальной защиты и смывающих средств».

⁶ ГОСТ Р 12.4.301-2018 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты дерматологические. Общие технические условия».

РАМН А.И. Потапова ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора в период 2024–2025 гг. Согласно результатам анализа медицинской документации у обследуемых диагностированы следующие патологии профессиональной этиологии: дорсопатия у 72 (93,5%) пациентов, полинейропатия конечностей у 52 (67,5%), вибрационная болезнь у 42 (54,5%), болезни легких у 1 (1,3%), нейросенсорная тугоухость у 1 (1,3%).

Наличие у испытуемых следующих заболеваний: сахарный диабет, ожирение 3-й степени, гипертоническая болезнь 3 степени, ишемическая болезнь сердца, нарушения ритма сердца, острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, нарушения свертывающей системы крови, системные аутоиммунные процессы, хроническая болезнь почек, злокачественные новообразования и другие соматические заболевания в состоянии декомпенсации явилось критерием исключения из исследования. Также критериями исключения являлись: непереносимость бобовых (дефицит глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы), аллергия на озон и компоненты наружных препаратов, применяемых в исследовании, прием лекарственных препаратов, способных исказить результаты.

Курс терапии продолжался в течение 10 сут, до и после которого пациенту проводили клинический осмотр, поляризованную дерматоскопию с использованием дерматоскопа Heine Delta 30 (Heine Optotechnik GmbH & Co. KG, Германия) и лазерную доплеровскую флоуметрию с флуоресцентной спектроскопией на аппарате «Лазма ПФ» (ООО НПП «ЛАЗМА», Россия).

При оценке клинической картины диагностированных заболеваний кожи по разработанной нами методике учитывали степень эритемы, интенсивность шелушения, наличие трещин, сопровождающихся жалобами на зуд, дискомфорт или боль. Учитываемым признакам присваивали количество баллов в зависимости от интенсивности проявления: от 0 (отсутствие признака) до 3 (выраженные проявления признака). Впоследствии выставляли общее количество баллов и определяли степень поражения кожи по 15-балльной шкале:

- 0–3 балла: минимальные изменения, кожа в хорошем состоянии;

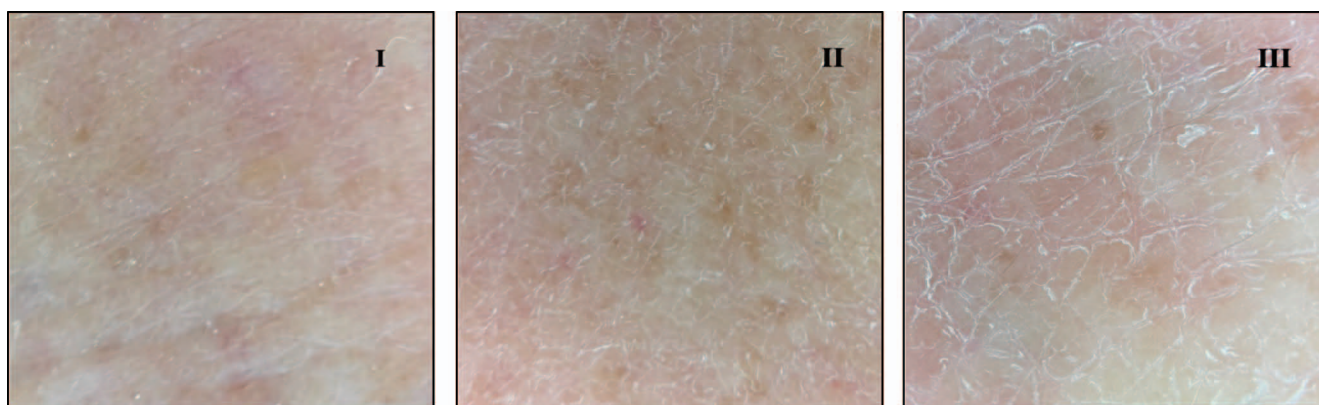
- 4–6 баллов: умеренные изменения;
- 7–9 баллов: значительные изменения кожи;
- 10–15 баллов: тяжелые поражения кожи.

Динамика степени поражений при болезнях придатков кожи и нарушениях пигментации не учитывалась в связи с невозможностью их идентификации в соответствии с выбранными клинико-диагностическими критериями (эритема, шелушение, трещины, боль, дискомфорт и зуд).

Другие эпидермальные утолщения, включающие в себя ксероз кожи кистей, встречались у обследуемых чаще всего и могли быть профессионально обусловлены, в связи с чем эффективность медико-профилактических мероприятий оценивалась путем анализа дерматоскопических признаков степени ксероза кожи кистей.

Поляризованная дерматоскопия проводилась всем испытуемым для оценки динамики степени ксероза кожи до и после медико-профилактических мероприятий на тыльной поверхности кистей в 5 точках, выбранных случайным образом, с последующим определением промежуточного результата. Дерматоскопические критерии для оценки степени тяжести ксероза (I–III степени) включали наличие чешуек (интенсивность шелушения: незначительная, умеренная, выраженная), ограничение шелушения кожными бороздами (в пределах борозд, выходящее за пределы), наличие эритемы (рис. 1) [16].

Лазерная доплеровская флоуметрия проведена всем обследуемым утром через 30 мин после пробуждения в состоянии покоя натошак при температуре воздуха в помещении 21–24 °С. Для исключения искажений регистрируемых сигналов за 3 ч до исследования пациента просили отказаться от курения, употребления кофе и чая. Лазерная доплеровская флоуметрия проведена при нормальном уровне артериального давления (в диапазоне от 101/61 до 139/89 мм рт. ст.), измеренного за 15 мин до исследования на левом плече стандартной методикой механическим тонометром (метод Короткова), за 12 ч до исследования пациент не принимал гипотензивные препараты и другие лекарственные средства. Во время процедуры испытуемый находился в положении сидя, правое предплечье



Снимки выполнены авторами

Рис. 1. Дерматоскопические признаки степени ксероза кожи: I степень — незначительное шелушение, ограниченное кожными бороздами; II степень — умеренное шелушение, выходящее за пределы кожных борозд; III степень — выраженное пластинчатое шелушение, выходящее за пределы кожных борозд, эритема от светлорозового до розового цвета

располагалось на столе на уровне сердца, анализатор свободно крепился ремешком на ладонную поверхность дистальной фаланги третьего пальца правой кисти. Измерение ЛДФ-сигнала проводилось 10 мин, в течение этого времени пациента просили не разговаривать и не совершать активных движений.

Основным результатом флоуметрии является показатель микроциркуляции в относительных перфузионных единицах (пф. ед.), математически его можно выразить в виде формулы:

$$\text{ПМ} = K \times N_{\text{эр}} \times V_{\text{ср}}, \quad (1)$$

где ПМ — показатель микроциркуляции, K — коэффициент пропорциональности, $N_{\text{эр}}$ — количество эритроцитов, $V_{\text{ср}}$ — средняя скорость эритроцитов в зондируемой области.

По данным ПМ определяется тип перфузии: нормоциркуляторный, спастический, гиперемический⁷ [13]. Спектроскопия реализуется низкоинтенсивным лазерным излучением и позволяет оценить флуоресценцию кофермента восстановленного никотинамидадениндинуклеотида (НАДН) с последующим подсчетом показателя окислительного метаболизма (ПОМ). Увеличение амплитуды флуоресценции НАДН ($A_{\text{НАДН}}$) в ткани происходит при снижении антиоксидантной защиты и митохондриального дыхания. Показатель окислительного метаболизма обратно пропорционален $A_{\text{НАДН}}$ и прямо пропорционален нутритивному микрокровотоку ($M_{\text{нутр}}$). В свою очередь, $M_{\text{нутр}}$ зависит от среднего арифметического значения показателя микроциркуляции ($M_{\text{пм}}$) и определяется пассивными (Ас, Ад) и активными (Ам, Ан) факторами регуляции микрокровотока [17]:

$$M_{\text{нутр}} = \frac{M_{\text{пм}} \times \text{Ам}}{\text{Ан} + \text{Ас}}.$$

Пассивные регулирующие факторы реализуют продольные колебания кровотока и формируются вне системы микроциркуляции: пульсовая волна со стороны артерий (сердечный спектр, Ас) и присасывающее действие «дыхательного насоса» со стороны вен (дыхательный спектр, Ад). Активные механизмы регуляции микрокровотока организуют поперечные колебания и обусловлены эндотелиальными (Аэ), миогенными (Ам) и нейрогенными (Ан) механизмами регуляции тонуса сосудов⁸.

Статистическая обработка проведена общепринятыми статистическими методами при использовании программных пакетов Microsoft Excel 2018 и StatTech v. 4.9.5 (ООО «Статтех», Россия). Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Доверительные интервалы для процентных долей рассчитывались по методу Клоппера — Пирсона. Количественные показатели, выборочное распределение которых соответствовало нормальному, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD). В качестве меры репрезентативности для средних значений указывались

границы 95% доверительного интервала (95% ДИ). Для корректного сравнения одних и тех же показателей из групп с нормальным и ненормальным распределением данных количественные параметры описывались с помощью медианы (M_e) и нижнего и верхнего квартилей [Q_1 ; Q_3] с помощью критерия Уилкоксона. При сравнении нормально распределенных количественных показателей, рассчитанных для двух связанных выборок, использовался парный t -критерий Стьюдента. Сравнение бинарных показателей, характеризующих две связанные совокупности, выполнялось с помощью теста МакНемара. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всем обследуемым ($n = 77$) проведены клинический осмотр, дерматоскопия, лазерная доплеровская флоуметрия с флуоресцентной спектроскопией.

В результате клинического осмотра среди всех обследованных заболевания кожи диагностированы у 57 (74%) горнорабочих, среди которых: другие эпидермальные утолщения у 33 (42,9%) рабочих, болезни придатков кожи у 29 (37,7%), аллергодерматозы у 9 (11,7%), инфекционные болезни кожи у 5 (6,5%), папуло-сквамозные дерматозы у 5 (6,5%), фоточувствительные дерматозы у 2 (2,6%), нарушения пигментации у 1 (1,3%) пациента.

Во время осмотра пациентов из основной группы (при осуществлении разработанного комплекса медико-профилактических мероприятий в сочетании со стандартным лечением) наблюдали положительную динамику в виде уменьшения интенсивности эритемы, степени шелушения, частичной эпителизации трещин и эксфолиаций, пациенты отмечали уменьшение или регресс боли, зуда и дискомфорта. При осмотре пациентов из группы контроля, получивших стандартное лечение, также фиксировалась положительная динамика, однако в ряде случаев она была менее значима или отмечалось незначительное ухудшение кожного патологического процесса, что, вероятно, связано с отсутствием в назначениях лечащими врачами эмолентов с учетом минимальных изменений кожи. Следует отметить, что у горнорабочих, участвующих в исследовании, тяжелых поражений кожи диагностировано не было.

Степень тяжести поражения кожи при диагностированных заболеваниях для удобства анализа динамики оценивалась в 0–15 баллов. У 16 обследованных из основной группы выявлены заболевания кожи (за исключением болезней придатков кожи и нарушений пигментации) с величиной степени поражения кожи (по 15-балльной шкале) $5,94 \pm 1,73$ (95% ДИ [5,02; 6,86]) до терапии и $2,62 \pm 1,36$ (95% ДИ [1,90; 3,35]) после применения лечебных мероприятий ($p < 0,001$). В группе контроля заболевания кожи диагностированы у 15 человек со степенью поражения $4,60 \pm 1,64$ балла (95% ДИ [3,69; 5,51]) до лечения и $3,20 \pm 1,86$ (95% ДИ [2,17; 4,23]) после терапии ($p = 0,004$) (рис. 2).

⁷ Крупаткин АИ, Сидоров ВВ. Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно-тканевых систем: Колебания, информация, нелинейность. Руководство для врачей. Изд. стереотип. М.: ЛЕНАНД; 2022.

⁸ Там же.

Дерматоскопия в режиме поляризации выполнена пациентам из основной и контрольной групп ($n = 56$) (табл. 1). В процессе анализа дерматоскопических проявлений ксероза в динамике с помощью критерия Уилкоксона в основной группе отмечали статистически значимое уменьшение его степени ($p < 0,001$) (табл. 1).

При проведении лазерной доплеровской флоуметрии среди всех обследованных ($n = 77$) у 34 (44,2%) пациентов определен спастический тип перфузии, нормоциркуляторный тип идентифицировали у 22 (28,6%) человек, гиперемический — у 21 (27,3%). Ввиду вазодилатирующего эффекта озонотерапии пациенты с гиперемическим типом микроциркуляции были исключены из исследования. Для анализа эффективности комплекса медико-профилактических мероприятий проведена оценка показателя микроциркуляции (ПМ), амплитуды флуоресценции восстановленного никотинамидадениндинуклеотида ($A_{\text{НАДН}}$) и показателя окислительного метаболизма (ПОМ).

У пациентов из основной группы при определении ПМ ($p = 0,004$), $A_{\text{НАДН}}$ ($p < 0,002$) (критерий Уилкоксона) и ПОМ ($p < 0,001$) (парный t -критерий Стьюдента) в динамике отмечали статистически значимые изменения. Среди обследованных из основной группы, получивших комплекс медико-профилактических мероприятий, регистрировались увеличение медианных значений ПМ (15,23 и 18,33), снижение $A_{\text{НАДН}}$ (0,86 и 0,67), рост средних значений ПОМ ($5,16 \pm 2,19$ и $6,36 \pm 1,98$). При этом в контрольной группе при анализе ПМ ($p = 0,614$), $A_{\text{НАДН}}$ ($p = 0,210$) и ПОМ ($p = 0,081$) в динамике не удалось выявить статистически значимых изменений. (табл. 2).

По итогам проведения ЛДФ динамика ПМ в основной группе после применения озонотерапии обусловлена улучшением микроциркуляции вследствие вазодилатирующего эффекта озона, что также подтверждается другими исследованиями на животных и при иных патологиях [18–20]. Статистически значимое увеличение ПОМ в сочетании со снижением $A_{\text{НАДН}}$ (в результате усиления окисления НАДН в ходе окислительного фосфорилирования) в основной группе по сравнению с контрольной после курса системной озонотерапии обусловлено восстановлением функционирования антиоксидантной системы

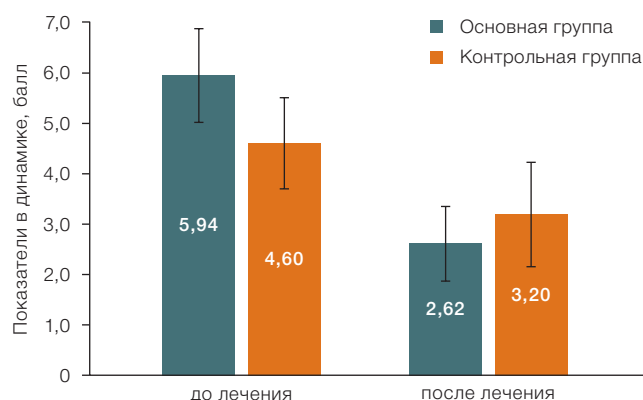


Рисунок подготовлен авторами по собственным данным

Рис. 2. Динамика интенсивности диагностированных поражений кожи (по 15-балльной шкале) до и после медико-профилактических мероприятий у основной и контрольной групп

и митохондриального дыхания по результатам флуоресцентной спектроскопии [17].

Данное исследование может быть ограничено неконтролируемым влиянием психоэмоционального состояния пациента на результаты при использовании метода ЛДФ. Вариативность показателей, связанных с психоэмоциональным состоянием испытуемых, влиянием положения пациента, температуры воздуха в помещении, особенностями аппаратуры, снижена формированием одинаковых условий при исследовании и объемом выборки обследуемых.

Эффективность применения наружной терапии в виде эмолентов и кератолитических средств при ксерозе кожи доказана зарубежными и российскими авторами, при этом эффективность увлажняющих средств отмечается и при других заболеваниях кожи [1, 14–16]. В отечественной литературе представлено множество публикаций об эффективности наружного использования озонкислородной газовой смеси, озонированной дистиллированной воды и разнообразных методов системного применения озона при инфекционных и аутоиммунных поражениях кожи, аллергодерматозах, дерматозах [21–23]. Отмечена эффективность озонотерапии при лечении и профилактике вибрационной болезни

Таблица 1. Результаты поляризованной дерматоскопии кожи до и после медико-профилактических мероприятий

Степень ксероза	Основная группа*		Контрольная группа*	
	До терапии	После терапии	До терапии	После терапии
0	42,9 (24,5–62,8)	71,4 (51,3–86,8)	53,6 (33,9–72,5)	53,6 (33,9–72,5)
I	25,0 (10,7–44,9)	21,4 (8,3–41,0)	17,9 (6,1–36,9)	28,6 (13,2–48,7)
II	28,6 (13,2–48,7)	7,1 (0,9–23,5)	25,0 (10,7–44,9)	14,3 (4,0–32,7)
III	3,6 (0,1–18,3)	0	3,6 (0,1–18,3)	3,6 (0,1–18,3)

Таблица составлена авторами по собственным данным

Примечание: данные представлены в виде относительных величин и 95% доверительных интервалов; * — p -значение в критерии Уилкоксона для основной группы $<0,001$, для контрольной $p = 0,317$.

Таблица 2. Результаты лазерной доплеровской флоуметрии с флуоресцентной спектроскопией до и после медико-профилактических мероприятий

Показатели	Основная группа (n = 28)			Контрольная группа (n = 28)		
	До терапии	После терапии	Уровень ста- тистической значимости, p	До терапии	После терапии	Уровень ста- тистической значимости, p
ПМ, пф.ед. ¹	15,23 [13,28; 20,94]	18,33 [14,29; 21,96]	0,004	15,88 [13,56; 20,44]	14,73 [13,49; 20,36]	0,614
A _{НАДН} , о.е. ¹	0,86 [0,71; 0,99]	0,67 [0,58; 0,88]	0,002	0,93 [0,82; 1,01]	0,98 [0,89; 1,04]	0,210
ПОМ, о.е. ²	5,16 ± 2,19 (4,31–6,01)	6,36 ± 1,98 (5,60–7,13)	<0,001	4,94 ± 1,20 (4,48–5,41)	4,40 ± 1,22 (3,93–4,88)	0,081

Таблица составлена авторами по собственным данным

Примечание: ¹ данные представлены в виде медианы и интерквартильного разброса (Me [Q₁; Q₃]), p-значение в критерии Уилкоксона; ² данные представлены в виде средних арифметических величин и стандартных отклонений с 95% доверительным интервалом (M ± SD (95% ДИ)); p-значение в парном t-критерии Стьюдента; ПМ — показатель микроциркуляции; A_{НАДН} — амплитуды флуоресценции НАДН; ПОМ — показатель окислительного метаболизма.

у горнорабочих по результатам лабораторных и функциональных исследований, однако в этих работах не проводилась оценка состояния кожных покровов [24, 25]. Зарубежные авторы отмечают эффективность озонотерапии при лечении заболеваний кожи и опорно-двигательного аппарата, но обращают внимание на недостаточное количество исследований по данной теме. В публикациях имеются разрозненные сведения о методах применения озона, дозировках, долгосрочной эффективности и безопасности его использования [26, 27].

Применение озонотерапии при поражениях кожи у горнорабочих виброопасных профессий является актуальным, учитывая информацию из литературы о применении озона при заболеваниях кожи и при вибрационной болезни в отдельности. Полученные нами данные не противоречат результатам проведенных ранее исследований и дополняют их в аспекте профессиональной медицины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный комплекс медико-профилактических мероприятий продемонстрировал эффективность при поражениях кожи и подкожной клетчатки, индуцированных комплексом производственных факторов, воздействующих на горнорабочих виброопасных профессий. Полученные результаты показали положительное воздействие разработанного комплекса мероприятий на состояние морфофункциональных

структур кожи и подкожной клетчатки. Объективные и субъективные проявления поражений кожи, диагностированных в ходе исследования, улучшились в среднем на 55,89% в основной группе и на 30,43% в группе контроля, показатель микроциркуляции в основной группе увеличился на 20,35%, при этом в группе контроля он незначительно уменьшился (на 7,24%). Данные показатели указывают на более значимое уменьшение клинических проявлений поражений кожи в основной группе по сравнению с группой контроля, а также на улучшение кожного микрокровотока в основной группе обследуемых.

Поражения эпидермиса на ранних стадиях являются легко диагностируемыми и потенциально обратимыми, в отличие от сосудисто-неврогенных поражений дермы. Полученные данные подтверждают необходимость своевременной диагностики ксероза кожи и использования наружных средств для лечения и профилактики поражений эпидермиса у горнорабочих с целью предотвращения более тяжелых заболеваний кожи и улучшения качества жизни. При этом уменьшение сухости является важным аспектом для лечения большинства болезней кожи, что также обеспечивает эффективность мероприятий относительно других заболеваний кожи.

Разработанный комплекс медико-профилактических мероприятий может быть реализован в дополнение к традиционным методам при лечении и профилактике поражений кожи у рабочих горнодобывающей промышленности.

Литература / References

1.

Яцына ИВ, Астахова ИВ. Анализ формирования поражений кожи и организации медико-профилактических мероприятий у рабочих горнодобывающей промышленности. *Медицина труда и экология человека*. 2025;3:22–38. Yatsyna IV, Astakhova IV. Analysis of skin lesion formation and organisation of medical and preventive measures

in workers of mining industry. *Occupational Medicine and Human Ecology*. 2025;323–38 (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2411-3794-10.24412/2411-3794-2025-10302>

2.

Dear K, Toholka R, Nixon R. Occupational skin disease in mining: an Australian case series. *Arch Environ Occup*

328

EXTREME MEDICINE | 2026, VOLUME 28, No 2

- Health*. 2021;76(8):504–10.
<https://doi.org/10.1080/19338244.2020.1857674>
3. Mu L, Sun A, Chen Y, Chen H, Li J, Linghu B, et al. Vascular response to the microcirculation in the fingertip by local vibration with varied amplitude. *Front Bioeng Biotechnol*. 2023;11:1197772.
<https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1197772>
 4. Ture HY, Lee NY, Kim NR, Nam EJ. Raynaud's Phenomenon: A Current Update on Pathogenesis, Diagnostic Workup, and Treatment. *Vasc Specialist Int*. 2024;40:26.
<https://doi.org/10.5758/vsi.240047>
 5. Уфимцева МА, Николаева КИ, Береснева ТА, Мыльникова ЕС, Шубина АС, Сорокина КН и др. Современный подход к диагностике профессиональных болезней кожи у работников промышленных предприятий Свердловской области. *Современные проблемы науки и образования*. 2021;2.
Ufimtseva MA, Nikolaeva K.I, Beresneva TA, Mylnikova ES, Shubina AS, Sorokina KN, et al. Modern approach to the diagnosis of occupational skin diseases in workers of industrial enterprises of the Sverdlovsk region. *Modern problems of science and education*. 2021;2 (In Russ.).
<https://doi.org/10.17513/spno.30580>
 6. Берг АВ, Пенина ГО. Клинико-функциональная характеристика лиц с ограниченными возможностями вследствие болезней периферической нервной системы в трудоспособном возрасте. *Клиническая медицина*. 2021;99(2):108–14.
Berg AV, Penina GO. Clinical and functional characteristics of disabled people due to diseases of the peripheral nervous system at working age. *Klinicheskaya meditsina*. 2021;99(2):108–14 (In Russ.).
<https://doi.org/10.30629/0023-2149-2021-99-2-108-114>
 7. Hu HY, Zhang B, Yang LY, Zhou L, Wang Y, Wang F. PAHs exposure and its association with oxidative stress and neurotransmitter levels in coal miners. *Chinese Journal of Occupational Health and Occupational Diseases*. 2022;40(10):727–32.
<https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121094-20210315-00150>
 8. Ullah I, Zahid M, Jawad M, Arsh A. Assessment of DNA damage and oxidative stress among traffic conductors and coal miners. *Pak J Med Sci*. 2021;37(2):499–502
<https://doi.org/10.12669/pjms.37.2.2848>
 9. Жеглова АВ. Методология оценки профессионального риска работающих при воздействии физических факторов. *Гигиена и санитария*. 2021;100(9):975–79.
Zheglova AV. Improving the Methodology for assessing occupational risk in Workers under the Influence of Physical Factors. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021;100(9):975–79 (In Russ.).
<https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-975-979>
 10. Teleanu DM, Niculescu AG, Lungu II, Radu CI, Vladăcenco O, Roza E, et al. An Overview of Oxidative Stress, Neuroinflammation, and Neurodegenerative Diseases. *Int J Mol Sci*. 2022;23(11):5938.
<https://doi.org/10.3390/ijms23115938>
 11. Мезенцев ЮА, Осипова ОА. Обзор современной информации о влиянии оксидативного стресса на преждевременное старение. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2022;5:249–69.
Mezentsev YA, Osipova OA. Review of current information impact of oxidative stress on premature aging. *Current problems of health care and medical statistics*. 2022;5:249–69 (In Russ.).
<https://doi.org/10.24412/2312-2935-2022-5-249-269>
 12. Szebényi J, Légrádi M, Németh C, Joura MI, Gyulai R, Lengyel Z. Dermatoskopie entzündlicher Hauterkrankungen [Dermoscopy of inflammatory skin diseases]. *Die Dermatologie*. 2023;74(4):232–42.
<https://doi.org/10.1007/s00105-023-05122-9>
 13. Kralj L, Lenasi H. Wavelet analysis of laser Doppler microcirculatory signals: Current applications and limitations. *Front Physiol*. 2023;13:1076445.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1076445>
 14. Proksch E, Berardesca E, Misery L, Engblom J, Bouwstra J. Dry skin management: practical approach in light of latest research on skin structure and function. *J Dermatolog Treat*. 2020;31(7):716–22.
<https://doi.org/10.1080/09546634.2019.1607024>
 15. Fluhr JW, Muguet V, Christen-Zaech S. Restoring Skin Hydration and Barrier Function: Mechanistic Insights Into Basic Emollients for Xerosis Cutis. *Int J Dermatol*. 2025;64(1):5–12.
<https://doi.org/10.1111/ijd.17790>
 16. Hu SC, Lin CL, Yu HS. Dermoscopic assessment of xerosis severity, pigmentation pattern and vascular morphology in subjects with physiological aging and photoaging. *Eur J Dermatol*. 2019;29(3):274–80.
<https://doi.org/10.1684/ejd.2019.3555>
 17. Luo X, Li R, Yan LJ. Roles of Pyruvate, NADH, and Mitochondrial Complex I in Redox Balance and Imbalance in β Cell Function and Dysfunction. *J Diabetes Res*. 2015;2015:512618.
<https://doi.org/10.1155/2015/512618>
 18. VOLGAMEDSCIENCE. Сборник тезисов по итогам VI Всероссийской конференции молодых ученых и студентов с международным участием. Нижний Новгород; 2020. VOLGAMEDSCIENCE. Conference proceedings of the VI All-Russian conference of young scientists and students with international participation. Nizhni Novgorod; 2020 (In Russ.).
 19. Перетягин СП, Стручков АА, Костина ОВ, Мартусевич АК, Погодин ИЕ, Соловьёва АГ и др. Озонотерапия как дополнительный метод в комплексном лечении ожоговой болезни. *Биорадикалы и антиоксиданты*. 2022;9(1–2):18–34.
Peretyagin SP, Struchkov AA, Kostina OV, Martusevich AK, Pogodin IE, Solov'eva AG i dr. Ozonoterapiya kak dopolnitel'nyi metod v kompleksnom lechenii ozhogovoi bolezni. *Ozone therapy as an additional method in the comprehensive treatment of burn injury. Bioradicals and Antioxidants*. 2022;9(1–2):18–34 (In Russ.).
EDN: KWMJGA
 20. Куликов АГ. Озонотерапия: микрогемодинамические аспекты. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2012;11(3):3–8.
Kulikov AG. Ozonotherapy: microhemodynamical aspects. *Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*. 2012;11(3):3–8 (In Russ.).
EDN: PGPCGF
 21. Кошелева ИВ, Биткина ОА, Першина КС, Контрощикова КН, Биткина ЕВ. Обзор современного мирового опыта применения озонотерапии в дерматологии. *Фарматека*. 2024;31(5):46–52.
Kosheleva IV, Bitkina OA, Pershina KS, Kontorshchikova KN, Bitkina EV. Review of modern world experience of using ozone therapy in dermatology. *Farmateka*. 2024;31(5):46–52 (In Russ.).
<https://doi.org/10.18565/pharmateca.2024.5.46-52>
 22. Красавина ЕК, Яцына ИВ. Коррекция цитохимических изменений у больных с профессиональными аллергодерматозами. *Медицина труда и промышленная экология* 2019;59(9):661–2.
Krasavina EK, Yatsyna IV. Correction of cytochemical changes in patients with occupational allergodermatosis. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2019;59(9):661–2 (In Russ.).
<https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-661-662>

23. Олисова ОЮ, Севергина ЛО, Мартыненко ДМ, Коган ЕА, Демура ТА. Роль озонотерапии в лечении хронических дерматозов, ассоциированных с COVID-19 инфекцией. *Эффективная фармакотерапия*. 2025;21(30):20–8. Olisova OY, Severgina LO, Martynenko DM, Kogan EA, Demura TA. The role of ozone therapy in the treatment of dermatoses associated with COVID-19. *Effective Pharmacotherapy*. 2025;21(30):20–8 (In Russ.) <https://doi.org/10.33978/2307-3586-2025-21-30-20-28>
24. Мирютова НФ, Зайцев АА, Паначева ЛА, Заикина ЕА. Эффективность лечебного применения физических факторов при вибрационной болезни от воздействия локальной вибрации (обзор литературы). *Медицина труда и промышленная экология*. 2017;3:59–64. Miryutova NF, Zaitsev AA, Panacheva LA, Zaikina EA. Efficiency of therapeutically applied physical factors for vibration disease caused by exposure to local vibration (review of literature). *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2017;3:59–64 (In Russ.). EDN: YGBNXH
25. Гигиеническая наука и практика в решении вопросов обеспечения санэпидблагополучия населения в центральных регионах России. Материалы конференции. Липецк; 2003. Hygienic science and practice in solving the issues of sanitary and epidemiological well-being of the population in the central regions of Russia. Conference proceedings. Lipetsk; 2003 (In Russ.).
26. Liu L, Zeng L, Gao L, Zeng J, Lu J. Ozone therapy for skin diseases: Cellular and molecular mechanisms. *Int Wound J*. 2023;20(6):2376–85. <https://doi.org/10.1111/iwj.14060>
27. Modena DAO, Ferreira RC, Froes PM, Rocha KC. Ozone Therapy for Dermatological Conditions: A Systematic Review. *J Clin Aesthet Dermatol*. 2022;15(5):65–73. PMID: 35642231

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям ICMJE. Наибольший вклад распределен следующим образом: Яцына И.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Астахова И.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста.

Об авторах:

Яцына Ирина Васильевна, д-р мед. наук, профессор, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8650-8803>

Астахова Ирина Витальевна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0340-9314>