

EDN: <https://elibrary.ru/duxrae>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2025-65-6-383-392>

УДК 613.62:616.74

Коллектив авторов, 2025

Щетинина А.А.¹, Сааркоппель Л.М.^{1,2,3}, Лагутина Г.Н.¹, Непершина О.П.¹, Лагутина А.П.¹**Профессиональный риск и проблемы диагностики поражений плеча у горнорабочих**¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Будённого, 31, Москва, 105275;²ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1, Москва, 125993;³ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр оториноларингологии» ФМБА России, Волоколамское шоссе, 30, к. 2, Москва, 123182

Введение. Проблемы диагностики профессиональных поражений плеча у лиц физического труда обусловлены рядом причин. К ним можно отнести отсутствие объективных и полных данных о тяжести трудового процесса, определяемых при специальной оценке условий труда и отражаемых в санитарно-гигиенических характеристиках условий труда. Имеется неполное соответствие перечня профессиональных поражений плеча Международной классификации болезней 10-го пересмотра. Врачи недостаточно информированы о клинических проявлениях и диагностических приёмах при поражениях плеча, отсутствуют критерии ранней диагностики данной патологии.

Цель исследования — оценка профессионального риска и совершенствование диагностики профессиональных поражений плеча у горнорабочих.

Материалы и методы. Проведена оценка априорного риска развития поражений плеча у подземных горнорабочих на основе анализа тяжести трудового процесса по данным санитарно-гигиенических характеристик условий труда и/или карт специальной оценки условий труда, а также по результатам специально разработанного опросника. Проведено клиническое обследование 224 подземных горнорабочих, включающее комплекс ортопедических диагностических тестов, ультразвуковую диагностику плечевого сустава и изокинетическую динамометрию при ротации плеча.

Результаты. Определён повышенный профессиональный риск развития поражений плеча у горнорабочих, преобладающей формой которых является синдром сдавления ротатора плеча. Установлена высокая диагностическая точность клинических ортопедических тестов при поражениях плеча и положительная корреляционная связь между степенью выраженности клинических проявлений и ультразвуковыми признаками поражений плеча ($r=0,7$), что свидетельствует об эффективности комплексного клинико-инструментального обследования. Изокинетическая динамометрия на ранних стадиях формирования синдрома сдавления ротатора плеча определила снижение значений крутящего момента (КМ) при наружной и внутренней ротации плеча, что свидетельствует о формирующемся функциональном дефиците мышц на доклинической стадии. Критериями ранней диагностики являются проградентное снижение КМ, резкое снижение КМ в «точке боли», асимметрия КМ (более 20 Нм).

Ограничения исследования. Исследование ограничено выборкой лиц определённых профессиональных групп.

Заключение. Результаты исследования позволили уточнить структуру профессиональных поражений плеча у горнорабочих и определить оптимальный комплекс клинического обследования, обладающий высокой диагностической эффективностью. Установлены критерии ранней диагностики патологии с применением метода изокинетической динамометрии.

Этика. Обследование пациентов проходило в соответствии с этическим стандартом Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека». Все обследованные подписали информированное согласие на участие в исследовании. Имеется заключение Локального этического комитета ФГБНУ «НИИ МТ» (протокол № 8 от 19.10.2022 г.).

Ключевые слова: горнорабочие; поражения плеча; синдром сдавления ротатора плеча; изокинетическая динамометрия

Для цитирования: Щетинина А.А., Сааркоппель Л.М., Лагутина Г.Н., Непершина О.П., Лагутина А.П. Профессиональный риск и проблемы диагностики поражений плеча у горнорабочих. *Мед. труда и пром. экол.* 2025; 65(6): 383–392. <https://elibrary.ru/duxrae> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2025-65-6-383-392>

Для корреспонденции: Сааркоппель Людмила Мейнхардовна, e-mail: lmsaarkoppel@yandex.ru

Участие авторов:

Щетинина А.А. — сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста;

Сааркоппель Л.М. — концепция и дизайн исследования, статистическая обработка данных, редактирование текста;

Лагутина Г.Н. — концепция и дизайн исследования, редактирование текста;

Непершина О.П. — сбор и обработка материала;

Лагутина А.П. — сбор и обработка материала.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 19.06.2025 / Дата принятия к печати: 02.07.2025 / Дата публикации: 05.08.2025

Anastasiya A. Shchetinina¹, Lyudmila V. Saarkoppel^{1,2,3}, Galina N. Lagutina¹, Olga P. Nepershinina¹, Aleksandra P. Lagutina¹**Occupational risk and diagnostic problems of shoulder injuries in miners**¹Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budyonnogo Ave, Moscow, 105275;²Russian Medical Academy of Postgraduate Education, 2/1, Barrikadnaya St, Moscow, 125993;³The National Medical Research Center for Otorhinolaryngology, 30, bldg. 2, Volokolamskoe Hwy, Moscow, 123182

Introduction. The problems of diagnosing occupational shoulder injuries in manual workers are caused by a number of reasons. These include the lack of objective and complete data on the severity of the labor process, determined by a special assessment of working conditions and reflected in the sanitary and hygienic characteristics of working conditions. There is an incomplete correspondence of the list of occupational shoulder injuries to the International Classification of Diseases of the 10th revision. Doctors do not have enough information about the clinical manifestations and diagnostic techniques for shoulder injuries, and there are no criteria for early diagnosis of this pathology.

The study aims to assess occupational risk and improve the diagnosis of occupational shoulder injuries in miners.

Materials and methods. The authors assessed the a priori risk of developing shoulder lesions in underground miners based on an analysis of the severity of the labor process according to the sanitary and hygienic characteristics of working conditions and/or maps of a special assessment of working conditions, as well as the results of a specially designed questionnaire. Specialists have examined 224 underground miners, including a set of orthopedic diagnostic tests, ultrasound diagnostics of the shoulder joint and isokinetic dynamometry during shoulder rotation.

Results. Experts have identified an increased occupational risk of shoulder lesions in miners, the predominant form of which is shoulder rotator compression syndrome. A high diagnostic accuracy of clinical orthopedic tests for shoulder lesions and a positive correlation between the severity of clinical manifestations and ultrasound signs of shoulder lesions ($r=0.7$) have been established, which indicates the effectiveness of a comprehensive clinical and instrumental examination. Isokinetic dynamometry in the early stages of the formation of shoulder rotator compression syndrome revealed a decrease in the values of torque (VT) during external and internal rotation of the shoulder, which indicates a developing functional muscle deficiency at the preclinical stage. The criteria for early diagnosis are a progressive decrease in VT, a sharp decrease in VT at the "pain point", and an asymmetry of VT (more than 20 Nm).

Limitations. The study is limited to a sample of individuals from certain professional groups.

Conclusion. The results of the study made it possible to clarify the structure of occupational shoulder injuries in miners and determine the optimal complex of clinical examination with high diagnostic effectiveness. Criteria for the early diagnosis of pathology using isokinetic dynamometry have been established.

Ethics. The examination of patients was conducted in accordance with the Ethical standard of the Helsinki Declaration of the World Medical Association "Ethical principles of conducting scientific medical research with human participation". All the surveyed signed an informed consent to participate in the study. There is a conclusion of the Local Ethics Committee of the Izmerov Research Institute of Occupational Health (Protocol No. 8 dated 19.10.2022).

Keywords: miners; shoulder lesions; shoulder rotator compression syndrome; isokinetic dynamometry

For citation: Shchetinina A.A., Saarkoppel' L.M., Lagutina G.N., Nepershina O.P., Lagutina A.P. Occupational risk and diagnostic problems of shoulder injuries in miners. *Med. truda i prom. ekol.* 2025; 65(6): 383–392. <https://elibrary.ru/duxrae> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2025-65-6-383-392> (in Russian)

For correspondence: Lyudmila M. Saarkoppel', e-mail: lmsaarkoppel@yandex.ru

Contributions:

Shchetinina A.A. — collection and processing of material, statistical data processing, writing text;

Saarkoppel' L.M. — research concept and design, statistical data processing, text editing;

Lagutina G.N. — concept and design of research, text editing;

Nepershina O.P. — collection and processing of material;

Lagutina A.P. — collection and processing of material.

Funding. The study had no funding.

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

Received: 19.06.2025 / Accepted: 02.07.2025 / Published: 05.08.2025

Введение. Плечевой пояс относится к одним из самых нагружаемых суставных комплексов человеческого организма, подвижность и стабильность которого обеспечивается окружающими его мышцами. Повреждение хотя бы одной мышцы, в том числе при хронической микротравматизации вследствие тяжёлого труда, приводит к болям, ограничению движений и снижению функциональной активности плечевого сустава [1, 2].

Данная патология занимает значимое место в структуре заболеваний костно-мышечной системы, а тяжёлые рабочие нагрузки, неудобные позы, повторяющиеся движения и длительность работы в подобных условиях являются профессиональными факторами риска её развития [3–6]. Вышесказанное подтверждается научными исследованиями, посвящёнными профессиональным поражениям плеча у работников сельского хозяйства, строительной отрасли, металлургии и горнодобывающей отрасли [7–10].

Вместе с тем экспертные вопросы связи поражений плеча с профессией нередко бывают затруднены вследствие отсутствия объективной информации о конкретных показателях тяжести трудового процесса. Как было отмечено в Государственном докладе «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2024 году», недостатки методики проведения специальной оценки условий труда (СОУТ), в том числе сокращение оцениваемых показателей трудового процесса и нередкое (до 50% случаев) занижение уровней оцениваемых при СОУТ факторов, приводит к неполноценным сведениям об условиях труда работника и проблемам в экспертной работе, поскольку в 70% случаев в основе составления санитарно-гигиенических харак-

теристик (СГХ) лежат данные СОУТ. Как было отмечено, особенно остро эта проблема стоит при установлении заболеваний, вызванных воздействием тяжести трудового процесса [11].

Согласно действующему Перечню профессиональных заболеваний¹ поражения плеча включают в себя несколько самостоятельных нозологий: плечелопаточный периартроз, адгезивный капсулит плеча, синдром сдавления ротатора плеча, тендиноз длинной головки двуглавой мышцы плеча, бурсит плеча и другие поражения плеча. Неполное соответствие данного перечня нозологиям и кодам МКБ-10 представляет собой существенную проблему при постановке диагноза и статистическом учёте поражений плеча. В частности, большинство профпатологов и других специалистов пользуются устаревшим и не соответствующим статистической классификации термином «плечелопаточный периартрит».

Трудности диагностики обусловлены также отсутствием единого мнения о диагностической значимости клинических методов обследования (ортопедических тестов, методов лучевой диагностики) при поражениях плеча [12–14]. Следовательно, подходы к верификации и дифференциальной диагностике поражений плеча требуют дальнейшего изучения с позиции доказательной медицины.

Исходя из вышесказанного, представляется актуальным исследование, направленное на оценку риска развития поражений плеча у лиц физического труда, уточнение

¹ Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 27 апреля 2012 г. № 417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний». <https://clck.ru/3N8D8E>

структуры профессиональных поражений плеча, изучение диагностической эффективности и обоснование комплекса наиболее оптимальных методов обследования, определение критериев ранней диагностики данной патологии.

Цель исследования — оценка профессионального риска и совершенствование диагностики профессиональных поражений плеча у горнорабочих.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели проведено клиническое обследование 224 подземных горнорабочих Североуральского промышленного региона, основная часть которых (190 человек) была представлена подземными проходчиками и горнорабочими очистного забоя (ГРОЗ) — основная группа. Возраст обследованных основной группы составил в среднем $45,9 \pm 0,37$ лет, стаж работы во вредных условиях труда — $22,7 \pm 0,38$ года. В качестве группы сравнения обследовано 34 рабочих того же горнодобывающего предприятия, тяжесть трудового процесса которых не превышала допустимого уровня (горные мастера, машинисты электровозов, машинисты погрузочно-доставочной машины, мастера-взрывники). Средний возраст обследованных группы сравнения составил $47,3 \pm 0,78$ лет, стаж работы — $23,4 \pm 1,35$ года.

Клиническое нейроортопедическое обследование проводилось с акцентом на состоянии плечевого пояса (тесты Дауборна, Джоба, Arpley 1 и 2, Speed, Yergason и др.). При наличии жалоб на боли в плече и/или при положительных ортопедических тестах проводилось ультразвуковое исследование (УЗИ) плечевого сустава в отделении функциональной диагностики, на аппаратах Philips Epiq 7 и GE Voluson 730 Expert.

Для количественной и качественной оценки функционального дефицита мышц ротаторной манжеты плеча были использованы диагностические возможности биомеханической лечебно-аналитической системы HUMAC NORM. Оценивались значения крутящего момента (КМ) в Ньютон-метрах (Нм) с определением среднего и пикового (максимального) значения в динамике движения с обеих сторон при осуществлении наружной и внутренней ротации плеча.

Для характеристики информативности диагностических тестов определяли операционные характеристики исследования (теста) — диагностические чувствительность, специфичность, точность.

Результаты исследований были статистически обработаны с использованием прикладных пакетов программ STATISTICA 10, SPSS Statistics for Windows.

Результаты. Первый этап исследования. На первом этапе исследования проведена оценка априорного риска развития поражений плеча у подземных горнорабочих на основе анализа тяжести трудового процесса по данным СГХ и/или карт СОУТ, а также по результатам опросника для оценки тяжести труда и риска развития патологии плеча.

По данным СГХ и СОУТ тяжесть трудового процесса ГРОЗ и проходчиков выше предельно допустимого уровня определялась за счёт следующих показателей: масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную: подъем и перемещение тяжестей при чередовании с другой работой (до 2-х раз в час) — свыше 30 кг (до 48 кг); статическая нагрузка за смену при удержании груза, приложении усилий, с участием мышц корпуса и ног — свыше 100 000 кгс·сек (до 145 000 кгс·с); рабочая поза — нахождение в неудобной позе свыше 25%, позе «стоя» свыше 60% времени смены.

Вместе с тем, в п. 4.1 СГХ в ряду технологических операций данных профессий было указано участие в крепёжных работах, установке упорных, распорных стоек, наращивании водо- и воздухопроводящей магистрали, вентилиционных рукавов. Вышеперечисленные операции предполагают значительные физические нагрузки, включая выполнение работ с поднятыми выше уровня плеч руками, давление грузов на плечевую область при переносе и удержании тяжестей (инструментов, крепёжных материалов и пр.), что не было отражено в представленных картах СОУТ и СГХ. Исходя из этого, была проведена оценка риска развития патологии плеча у обследуемого контингента с применением специально разработанного опросника. По данным опросника в основной группе практически все рабочие указывали не только на наличие динамических нагрузок в виде регулярного подъёма и перемещения тяжестей, но и на удержание грузов двумя руками, что обуславливает значительные статические нагрузки на плечевой пояс и руки, не указанные в СГХ. Значительная доля рабочих основной группы (93,16%) указывала также на периодическое пребывание в позе с поднятыми выше плеч руками с грузом, что также повышает нагрузку на плечевой пояс и риск формирования поражений плеча.

Второй этап исследования. Второй этап исследования заключался в проведении клинического обследования горнорабочих для определения частоты формирования и структуры поражений плеча, а также выделения диагностически значимых клинических приёмов, которые можно рекомендовать к применению на разных этапах оказания медицинской помощи по профилю профпатология.

Диагноз поражения плеча профессиональной этиологии был установлен 117 пациентам основной группы (61,6% обследованных). В большинстве случаев (96,6%) имело место сочетание данной патологии плеча с вибрационной болезнью, связанной с локальной вибрацией. Средний стаж работников на момент установления диагноза профессионального поражения плеча составил $21,3 \pm 2,2$ года.

В рамках диагноза поражений плеча установлен 171 клинический синдром, основным из которых был синдром сдавления ротатора плеча (ССРП), выявленный в 98,3% случаев (115 обследованных), имеющих в 37,4% случаев правостороннюю, в 56,5% — двустороннюю локализацию (*рис. 1*).

Реже выявлялись тендиоз длинной головки двуглавой мышцы плеча (ТДГП) и другие поражения плеча (поддельтовидный и/или субакромиальный бурсит) (ДПП), диагностированные с одинаковой частотой — 23,9% случаев (28 обследованных). Данные патологии развивались преимущественно в сочетании с поражением сухожилий мышц ротаторной манжеты.

Такие заболевания, как адгезивный капсулит и бурсит плеча, включённые в действующий перечень профессиональных заболеваний, не были диагностированы ни у одного пациента.

В группе сравнения в 3 случаях были выявлены поражения плеча, не связанные с профессией (импинджмент-синдром, левосторонний тендиоз длинной головки двуглавой мышцы плеча и поддельтовидный бурсит). Относительный риск развития поражений плеча у работников основной группы составил — $RR=7,4$.

Результаты ортопедического обследования с применением специальных диагностических тестов при поражении

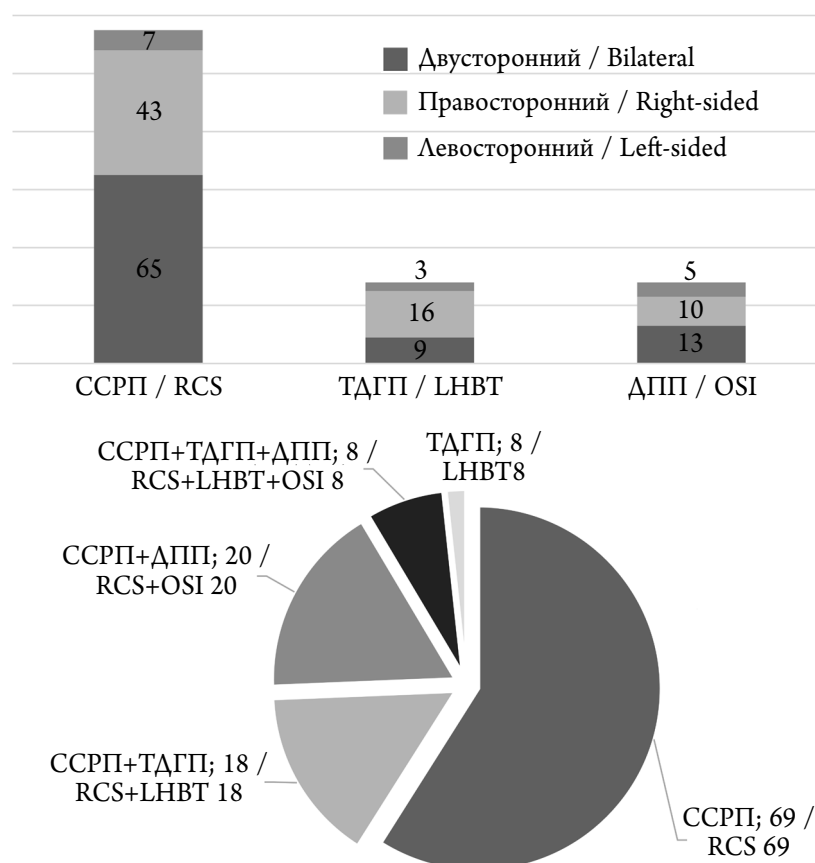


Рис. 1. Структура профессиональных поражений плеча у обследованных горнорабочих

Примечания: $n=117$; ССРП — синдром сдавления ротатора плеча; ТДГП — тендиноз длинной головки бицепса; ДПП — другие поражения плеча.

Fig. 1. The structure of occupational shoulder injuries in the surveyed miners

Notes: RCS — rotator cuff syndrome; LHBT — long head biceps tendinosis; OSI — other shoulder injuries.

плеча свидетельствовали, что такие тесты, как болезненность при отведении руки в промежутке между $60-120^\circ$ (средний сектор дуги Дауборна), тест наружной и внутренней ротации, сопротивление активному отведению и разгибанию, тест Джоба, тесты Apley 1 и 2, характерные для поражения сухожилий определённых мышц ротаторной манжеты, были положительными в достоверно большем числе случаев у лиц основной группы ($44,2-52,6\%$), чем в группе сравнения ($5,9-17,6\%$, $p<0,001$).

Применённые диагностические тесты были оценены с учётом их операционных характеристик: диагностическая чувствительность (Se); специфичность (Sp) и точность (Ac) (табл. 1). Оцениваемые параметры варьировали от $71,1$ до $98,1\%$. Диагностическая точность тестов, определяющих патологию сухожилия длинной головки двуглавой мышцы (тесты «поворота ключа», Speed и Yergason) варьировала от $92,6$ до $94,7\%$, при синдроме сдавления ротатора плеча — от $78,4$ до $85,8\%$.

В качестве метода объективизации клинических данных было УЗИ плечевых суставов, как максимально доступный, безопасный и эффективный метод диагностики. Исследование было проведено 180 пациентам основной группы и группы сравнения, имеющим жалобы на боли в плечевых суставах и околосуставной области и/или положительные ортопедические тесты. Различные изменения со стороны околосуставных образований были выявлены в $96,7\%$. В основной группе с максимальной частотой

(75%) выявлялись признаки поражения сухожилий мышц ротаторной манжеты, изменения сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча, поддельтовидный и/или субакромиальный бурсит диагностировались несколько реже — в $45,8\%$ и $36,3\%$ случаев соответственно.

Сопоставление клинических проявлений поражений плеча и ультразвуковых признаков показало, что при УЗИ в ряде случаев выявлены дегенеративные изменения мышц и сухожилий области плеча при отсутствии клинических проявлений патологии, либо имели место клинические симптомы без УЗИ-изменений. Учитывая это, была проведена оценка корреляции между суммарной балльной оценкой диагностических ортопедических тестов, рассчитанной как число положительных тестов при синдроме сдавления ротатора (средняя дуга Дауборна, Джоба, наружная и внутренняя ротация, Apley 1 и 2 вариант), и суммарным баллом УЗИ-признаков поражения сухожилий мышц ротаторной манжеты (надостной, подостной, подлопаточной, малой круглой), рассчитанным как сумма признаков поражения каждой отдельной мышцы. Коэффициент корреляции между данными показателями составил $r=0,7$, что свидетельствует о наличии положительной корреляционной связи между клиническими и ультразвуковыми показателями. Полученный результат подтверждает диагностическую эффективность комплексного клинического и ультразвукового обследования, однако не исключает необходимость поиска других диагностических подходов при поражениях

Таблица 1 / Table 1

Операционные характеристики диагностических тестов при поражениях плеча у горнорабочих (%)
Operational characteristics of diagnostic tests for shoulder injuries in miners (%)

Тест / Test	Чувствительность / Sensitivity	Специфичность / Specificity	Точность / Accuracy
Болезненные локальные точки и крепитация / Painful local points and crepitation	93,9	72,2	84,2
Средний сектор дуги Дауборна / The middle sector of the Dauborn arc	85,2	87,5	84,7
Верхний сектор дуги Дауборна / Upper sector of the Dauborn arc	77,4	84,7	78,9
Наружная ротация / External rotation	84,3	83,3	82,6
Внутренняя ротация / Internal rotation	71,1	87,5	78,4
Тест «поворота ключа» / "Key turning" test	90,0	95,6	94,7
Сопротивление отведению и разгибанию / Resistance to abduction and extension	88,7	84,7	85,8
Тест Джоба (тест «пустой банки») / Jobe's test (the "empty jar" test)	89,5	83,3	85,8
Тест Apley 1 / Test Apley 1	79,1	81,9	78,9
Тест Apley 2 / Test Apley 2	87,8	83,3	84,7
Тест Speed / Test Speed	80,0	95,6	93,2
Тест Yergason / Test Yergason	73,3	96,2	92,6

плеча, в том числе на ранних стадиях заболеваний, характеризующихся обратимостью при соответствующих профилактических и лечебных мероприятиях.

Третий этап исследования. В этой связи на третьем этапе исследования были изучены диагностические возможности изокинетической динамометрии, позволяющей выявить функциональные изменения мышц и согласно выдвинутой гипотезе обладающей диагностической эф-

фективностью при начальных проявлениях поражений плеча. Была проведена сравнительная оценка максимального и среднего КМ у обследованных основной группы, имеющих отдельные проявления патологии и без таковых.

Сопоставление значений максимального КМ, представленных в **таблице 2**, свидетельствует, что у обследованных с начальными проявлениями поражений плеча зна-

Таблица 2 / Table 2

Значения максимального КМ у обследованных основной группы с начальными проявлениями поражений плеча и в норме, Нм
Values of the maximum VT in the examined main group with initial manifestations of shoulder lesions and normal, Nm

Максимальный КМ — средняя сила (Нм) / Maximum VT — average force (Nm)			Начальные проявления / Initial manifestations (n=15)	Норма / Norm (n=20)	t-критерий Стьюдента / Student's t-test
Констрикция — единый режим / Constriction — general regime	Внутри (пронаторы) / Inside (pronators)	справа / right	38,12±2,02	44,67±2,40	2,09; p=0,045*
		слева / left	37,25±2,20	43,83±2,05	2,19; p=0,046*
	Наружу (супинаторы) / Outside (supinators)	справа / right	20,17±1,47	24,27±1,14	2,2; p=0,035*
		слева / left	19,75±1,14	23,67±1,36	2,21; p=0,034*
Вращатели внутрь (пронаторы) / Rotators inwards (pronators)	Констрикция / Constriction	справа / right	35,67±2,02	47,73±2,65	3,62; p=0,001*
		слева / left	34,67±2,73	46,67±2,67	3,14; p=0,003*
	Экстрикция / Exstriction	справа / right	44,00±2,57	49,73±2,22	1,69; p=0,1
		слева / left	42,92±3,38	48,67±2,86	1,3; p=0,2
Вращатели наружу (супинаторы) / Rotators outwards (supinators)	Констрикция / Constriction	справа / right	26,17±1,86	26,67±1,18	0,23; p=0,82
		слева / left	24,33±2,41	25,67±1,38	0,48; p=0,63
	Экстрикция / Exstriction	справа / right	28,92±2,75	31,13±1,33	0,72; p=0,47
		слева / left	27,00±2,19	29,47±1,14	1,0; p=0,32

Примечания: * — различия показателей достоверны (критическое значение t-критерия Стьюдента = 2,035, при уровне значимости $\alpha=0,05$).

Notes: the differences in the indicators are significant (the critical value of the Student's t-test is 2.035, with a significance level of 0.05).

чения КМ были ниже во всех проводимых режимах, чем у лиц без патологии. Достоверные различия выявлены при оценке силы пронаторов и супинаторов плеча в режимах констрикции с обеих сторон.

При оценке средних значений КМ отмечены аналогичные изменения, но достоверно более низкие показатели были выявлены только при оценке силы пронаторов в общем режиме и режиме констрикции с обеих сторон.

Диагностические возможности изометрической динамометрии позволили также исследовать паттерны движения при ротации плеча и по форме кривой выделить нарушение функции конкретных мышц, осуществляющих данный тип движения, что позволяет более точно на ранних этапах развития патологии определить конкретную локализацию формирующегося патологического процесса.

Например, относительное проградентное снижение уровня кривых графика КМ при пронации свидетельствует о двустороннем поражении подлопаточной мышцы у пациента С., 44 лет. Отмеченный при этом высокий показатель разницы (дефицита) максимальной и средней силы КМ слева (более 20 Нм) относительно правой сто-

роны свидетельствует о преимущественно левостороннем поражении (рис. 2).

Проградентное снижение уровня кривой КМ супинаторов справа (мышечное утомление), волнообразность графика при сохранённой относительно нормальной форме кривой КМ супинаторов слева и высоком показателе разницы (дефицита) максимальной силы КМ относительно правой стороны свидетельствуют о формировании функционального дефицита надостной, подостной и малой круглой мышц справа у пациента К., 47 лет.

В ряде случаев наряду с проградентным снижением КМ отмечалось его резкое снижение, обусловленное возникновением боли («точка боли»), как при преимущественно правостороннем поражении подлопаточной мышцы у пациента В., 46 лет.

Обсуждение. Проведённые исследования условий труда горнорабочих показали, что данные СОУТ и СГХ не отражают в полной мере факторы трудового процесса, приводящие к формированию поражений плеча профессиональной этиологии. Применение опросника свидетельствовало, что большинство горнорабочих указы-

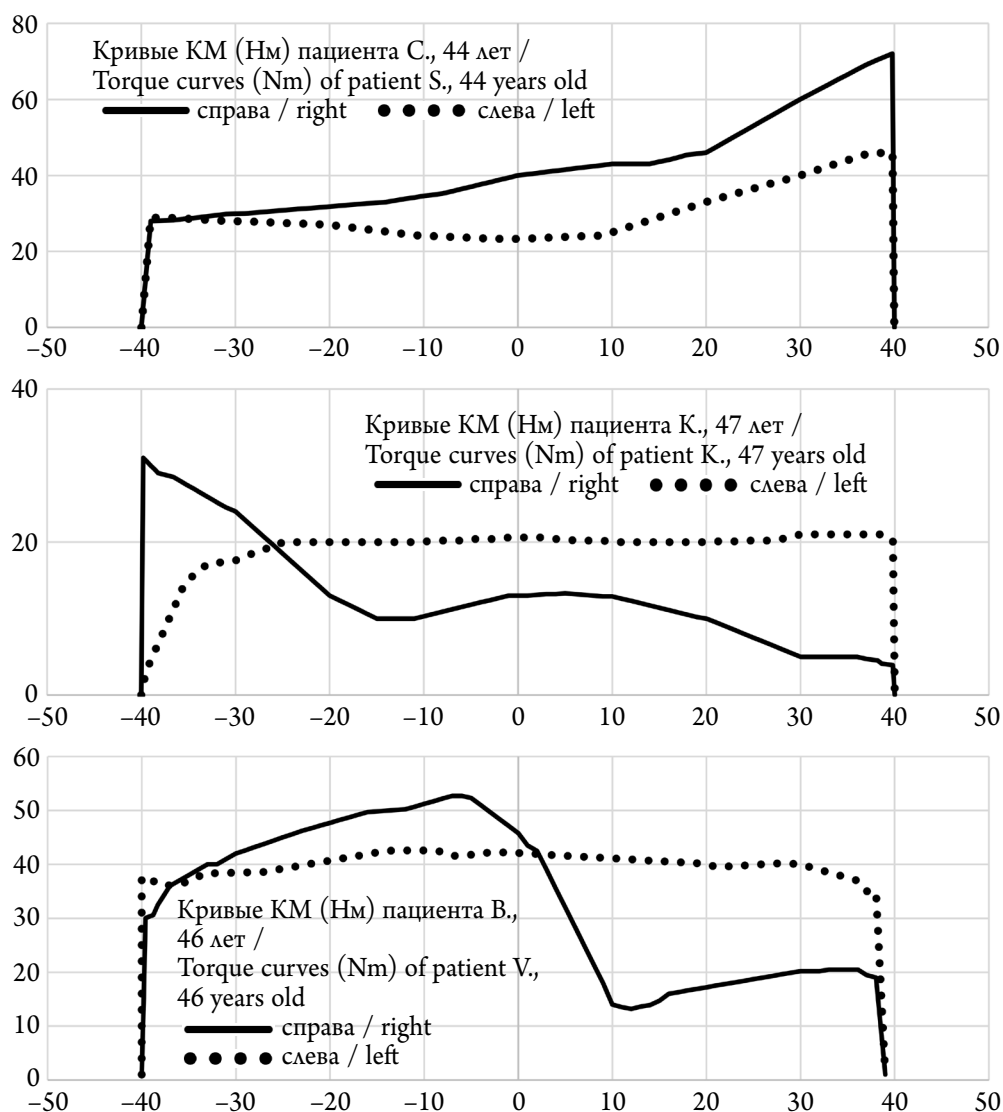


Рис. 2. Примеры кривых КМ (Нм) с различной локализацией патологии при формирующемся синдроме сдавления ротатора плеча

Fig. 2. Examples of Torque curves (Nm) with different localization of pathology in the developing rotator cuff syndrome

вает на значительные статические нагрузки с участием рук и плечевого пояса, в том числе с поднятием рук выше уровня плеч. Результаты опросника могут сориентировать специалистов о факторах профессионального риска развития поражений плеча, послужить основанием отнесения работника к группе риска, однако не могут учитываться при решении экспертных вопросов. Полученный результат подтверждает актуальность вопросов, освещённых в Государственном докладе Роспотребнадзора, требующих системных управленческих решений для повышения качества СОУТ при оценке тяжести трудового процесса.

При клиническом обследовании была определена высокая частота поражений плеча у горнорабочих основной группы в сочетании с вибрационной болезнью. Преобладающей формой поражений плеча был синдром сдавления ротатора плеча, выявленный изолированно в 59% случаев, либо в сочетании с другими поражениями плеча (39,3% обследованных). Тендиоз длинной головки двуглавой мышцы плеча и другие поражения плеча диагностировались реже (23,9% случаев). Относительный риск развития поражений плеча у работников основной группы составил $RR=7,4$.

Полученные данные в полной мере согласуются с исследованиями А.Н. Шпагиной (2011, 2013), свидетельствующими о высокой частоте тендиозов мышц ротаторной манжеты (64,3%) и длинной головки двуглавой мышцы плеча (14,3%) у шахтёров Кузбасса. На высокий риск формирования поражений плеча у подземных горнорабочих ($RR=7,6$) со стажем 16–20 лет указывается в исследовании А.В. Талыковой и И.В. Гузиной (2017). Выявленное частое сочетание поражений плеча с вибрационной болезнью согласуется с результатами других научных исследований, указывающих на высокую частоту сочетанной профессиональной патологии рабочей руки [15–18].

Более низкая частота тендиопатии длинной головки двуглавой мышцы плеча по сравнению с поражением ротаторной манжеты и практически отсутствие изолированных поражений данного образования, согласно современным представлениям обусловлено тем, что функция двуглавой мышцы плеча в подъёме и стабильности плечевого сустава при отсутствии патологии минимальна, а при имеющейся патологии ротаторной манжеты плеча резко возрастает. Следовательно, нагрузка на сухожилие двуглавой мышцы плеча и развитие его изменений вторично — данная патология, как правило формируется вследствие уже сформировавшейся патологии ротаторной манжеты [19].

Адгезивный капсулит не был диагностирован ни у одного пациента, что согласуется с современными представлениями, указывающими на отсутствие его связи с физическими перегрузками и рассматривающими данное заболевание как вариант комплексного регионального болевого синдрома [20], что подтверждает необходимость внесения изменений в действующий перечень профессиональных поражений плеча.

Результаты проведённого исследования подтвердили данные тех научных источников, которые свидетельствуют о высокой диагностической эффективности клинических

ортопедических тестов, что позволяет рекомендовать их к применению для верификации патологии плеча в клинической профпатологической практике. Сопоставление клинических проявлений поражений плеча и ультразвуковых признаков выявило их положительную корреляционную связь ($r=0,7$). Подобные результаты представлены и в других научных источниках, указывающих на высокую частоту бессимптомных изменений в сухожилиях мышц ротаторной манжеты при проведении УЗИ [21–23]. Это свидетельствует о необходимости комплексного клинического и инструментального исследования при постановке диагноза поражения плеча.

Результаты изометрической динамометрии подтвердили выдвинутую гипотезу о формировании функциональных нарушений на ранних стадиях развития поражений плеча. Максимальные и средние значения КМ у горнорабочих с отдельными признаками заболевания были ниже как в доминирующей (правой) руке, так и в левой руке, что обусловлено двусторонностью поражения плеча в значительном числе случаев. Подобные результаты, указывающие на снижение силы мышц при динамометрии на фоне бессимптомных поражений сухожилий мышц ротаторной манжеты, указывается и в других исследованиях [24].

Помимо снижения средних показателей КМ в группе обследованных с начальными проявлениями патологии были выявлены индивидуальные особенности кривых КМ, определяемые изменёнными паттернами движений при патологии ротаторной манжеты. Наличие проградентного снижения КМ, резкого снижения КМ в «точке боли», асимметрия КМ (более 20 Нм) при осуществлении пронации и супинации свидетельствовали о наличии нарушений в конкретных мышцах и могут быть расценены как критерии ранней диагностики формирующегося поражения плеча.

Заключение. Анализ условий труда подземных горнорабочих (проходчиков, ГРОЗ) свидетельствует о повышенном априорном риске формирования поражений плеча, что подтверждается уровнем относительного риска данной патологии — $RR=7,4$. В структуре профессиональных поражений плеча преобладает синдром сдавления ротатора плеча, реже выявляются тендиоз длинной головки двуглавой мышцы плеча и другие поражения плеча (поддельтовидный и/или субакромиальный бурсит). Установлена высокая диагностическая точность ортопедических тестов и положительная корреляционная связь между степенью выраженности клинических проявлений и ультразвуковыми признаками поражений плеча ($r=0,7$), подтверждающие эффективность комплексного клинко-инструментального обследования. Изокинетическая динамометрия при начальных проявлениях поражений плеча выявила достоверное снижение крутящего момента (КМ), что свидетельствует о формировании дефицита мышечной силы ротаторной манжеты уже на ранних стадиях патологии. Определены формы кривой КМ, соответствующие изменениям паттернов движения при ротации плеча, позволяющие оценить силу, выносливость (истощаемость) и местонахождение проблемных областей, позволяющие определить критерии ранней диагностики данной патологии.

Список литературы (пп. 12–14, 19, 21–24 см. References)

1. Кольшеников В.А., Фесюн А.Д., Яковлев М.Ю. Оценка функциональных и биомеханических нарушений в плечевом суставе: проспективное когортное исследование 119 пациентов с повреждением ротаторной манжеты плеча. *Вестник восстановительной медицины*. 2022; 21(4): 148–158. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-4-148-158>

2. Суворов В.Г., Ачкасов Е.Е. Особенности поражения параартикулярных тканей плечевого сустава, связанные с физическим функциональным перенапряжением. *Мед. труда и пром. экол.* 2018; 4: 38–41. <https://elibrary.ru/ywrkhp>
3. Sirén M., Viikari-Juntura E., Arokoski J., Solovieva S. Occupational and non-occupational risk factors of sickness absence due to a shoulder lesion. *Occup. Environ. Med.* 2020; 77(6): 393–401. <https://doi.org/10.1136/oemed-2019-106335>
4. Каратеев А.Е., Лиля А.М., Загородний Н.В., Алексеева Л.И. и др. Совет экспертов: хроническая боль в области плечевого сустава как мультидисциплинарная проблема. *Современная ревматология.* 2023; 17(3): 111–120. <https://doi.org/10.14412/1996-7012-2023-3-111-120>
5. Халимов Ю., Власенко А., Цепкова Г. Профессиональные заболевания, обусловленные функциональным перенапряжением опорно-двигательного аппарата. *Врач.* 2018; 29(3): 3–9. <https://doi.org/10.29296/25877305-2018-03-01> <https://elibrary.ru/yvrpvz>
6. Шавловская О.А., Гордеева И.Е., Ансаров Х.Ш., Прокофьева Ю.С. Хронический болевой синдром при заболеваниях периартикулярных тканей. *Журн. неврол. и псих. им. С.С. Корсакова.* 2020; 120(3): 109–118. <https://doi.org/10.17116/jnevro2020120031109> <https://elibrary.ru/jzcywv>
7. Берхеева З.М., Гарипова Р.В., Имамов А.А., Юсупова Н.З. Профессиональная патология у тружеников сельского хозяйства Республики Татарстан: структура и динамика. *Обществ. здоровье и здравоохранение.* 2024; 3(82): 24–31. https://doi.org/10.56685/18120555_2024_82_3_24
8. Суворов В.Г. Синдром сдавления ротаторов плеча: клиника, диагностика. *Мед. труда и пром. экол.* 2008; 10: 15–19. <https://elibrary.ru/kgxcm1>
9. Сюрин С.А. Состояние здоровья горняков при подземной и открытой добыче апатитовой руды. *Гигиена и санитария.* 2025; 104(1): 37–44. <https://elibrary.ru/dapgxk> <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-1-37-44>
10. Шпагина Л.Н., Захаренков В.В., Филимонов С.Н. Болевой синдром плечелопаточной области у работников угледобывающей промышленности Кузбасса. *Медицина в Кузбассе.* 2013; 12(1): 66–69. <https://elibrary.ru/rarhxf>
11. 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. <https://clck.ru/3N8Ewy>
15. Шпагина Л.Н. Филимонов С.Н. Плечелопаточный болевой синдром у шахтеров Кузбасса. *Фундаментальные исследования.* 2013; 5(2): 448–450. <https://elibrary.ru/qaaoor>
16. Талыкова Л.В., Гушин И.В. Связь патологии костно-мышечной системы с профессией у рабочих подземных рудников Арктической зоны Российской Федерации. *Экол. чел.* 2017; 6: 11–15. <https://elibrary.ru/yunonf> <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2017-7-11-15>
17. Данилов А.Н., Безрукова Г.А., Новикова Т.А. Тяжесть трудового процесса как детерминанта профессионального риска здоровью работников сельского хозяйства. *Мед. труда и пром. экол.* 2017; 9: 59. <https://elibrary.ru/zfqjdb>
18. Полунина Н.В., Безрукова Г.А., Новикова Т.А., Елисеев Ю.Ю. Современные тенденции профессиональной заболеваемости работников промышленного сектора в разрезе видов экономической деятельности. *Российский мед. журнал.* 2022; 28(6): 419–430. <https://doi.org/10.17816/medjrf112587>
20. Эйсмонт О.А. Адгезивный капсулит плечевого сустава. *Новости хирургии.* 2021; 29(4): 470–479. <https://doi.org/10.18484/2305-0047.2021.4.470> <https://elibrary.ru/rkvadn>

References

1. Kolyshenkov V.A., Fesyun A.D., Yakovlev M.Yu. Assessment of functional and biomechanical disorders in the shoulder joint: a prospective cohort study of 119 patients with rotator cuff injury. *Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny.* 2022; 21(4): 148–158. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-4-148-158>. (in Russian).
2. Suvorov V.G., Achkasov E.E. Features of damage to the periarticular tissues of the shoulder joint associated with physical and functional overstrain. *Med. truda i prom. ekol.* 2018; 4: 38–41. <https://elibrary.ru/ywrkhp> (in Russian).
3. Sirén M., Viikari-Juntura E., Arokoski J., Solovieva S. Occupational and non-occupational risk factors of sickness absence due to a shoulder lesion. *Occup. Environ. Med.* 2020; 77(6): 393–401. <https://doi.org/10.1136/oemed-2019-106335>
4. Karateev A.E., Lila A.M., Zagorodniy N.V., Alekseeva L.I. et al. Expert advice: chronic shoulder joint pain as a multidisciplinary problem. *Sovremennaya revmatologiya.* 2023; 17(3): 111–120. <https://doi.org/10.14412/1996-7012-2023-3-111-120> (in Russian).
5. Khalimov Yu., Vlasenko A., Tsepikova G. Occupational diseases caused by functional overstrain of the musculoskeletal system. *Vrach.* 2018; 29(3): 3–9. <https://doi.org/10.29296/25877305-2018-03-01> <https://elibrary.ru/yvrpvz> (in Russian).
6. Shavlovskaya O.A., Gordeeva I.E., Ansarov Kh.Sh., Prokof'eva Yu.S. Chronic pain syndrome in diseases of periarticular tissues. *Zhurn. неврол. i psikh. im. S.S. Korsakova.* 2020; 120(3): 109–118. <https://doi.org/10.17116/jnevro2020120031109> <https://elibrary.ru/jzcywv> (in Russian).
7. Berkheeva Z.M., Garipova R.V., Imamov A.A., Yusupova N.Z. Occupational pathology among agricultural workers of the Republic of Tatarstan: structure and dynamics. *Obshchestv. zdorov'e i zdavookhranenie.* 2024; 3(82): 24–31. https://doi.org/10.56685/18120555_2024_82_3_24 (in Russian).
8. Suvorov V.G. Shoulder rotator compression syndrome: clinic, diagnosis. *Med. truda i prom. ekol.* 2008; 10: 15–19. <https://elibrary.ru/kgxcm1> (in Russian).
9. Syurin S.A. The health status of miners during underground and open-pit mining of apatite ore. *Gigiena i sanitariya.* 2025; 104(1): 37–44. <https://elibrary.ru/dapgxk> <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-1-37-44> (in Russian).
10. Shpagina L.N., Zakharenkov V.V., Filimonov S.N. Pain syndrome of the shoulder area in workers of the Kuzbass coal mining industry. *Meditsina v Kuzbasse.* 2013; 12(1): 66–69. <https://elibrary.ru/rarhxf> (in Russian).
11. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2024: State Report. Moscow: Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-being; 2025. <https://clck.ru/3N8Ewy> (in Russian).
12. Jain N.B., Luz J., Higgins L.D., Dong Y. et al. The Diagnostic Accuracy of Special Tests for Rotator Cuff Tear: The ROW Cohort Study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation.* 2017; 3(96): 176–183. <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000000566>
13. Millar N.L., Silbernagel K.G., Thorborg K. et al. Tendinopathy. *Nat. Rev. Dis. Primers.* 2021; 7(1): 1. <https://doi.org/10.1038/s41572-020-00234-1>
14. Stanborough R.O., Bestic J.M., Peterson J.J. Shoulder Osteoarthritis. *Radiol. Clin. North Am.* 2022; 60(4): 593–603. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2022.03.003>
15. Shpagina L.N., Filimonov S.N. Shoulder pain syndrome in Kuzbass miners. *Fundamental'nye issledovaniya.* 2013; 5(2): 448–450. <https://elibrary.ru/qaaoor> (in Russian).
16. Talykova L.V., Gushchin I.V. The relationship of pathology of the musculoskeletal system with the profession of workers in underground mines of the Arctic zone of the Russian Federation. *Ekol. cheloveka.* 2017; 6: 11–15. <https://elibrary.ru/yunonf> <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2017-7-11-15> (in Russian).
17. Danilov A.N., Bezrukova G.A., Novikova T.A. The severity of the labor process as a determinant of occupational health risk

- for agricultural workers. *Med. truda i prom. ekol.* 2017; 9: 59 (in Russian).
18. Polunina N.V., Bezrukova G.A., Novikova T.A., Eliseev Yu.Yu. Current trends in occupational morbidity of industrial sector workers in the context of economic activities. *Rossiyskiy med. zhurnal.* 2022; 28(6): 419–430. <https://doi.org/10.17816/medjrf12587> (in Russian).
 19. Diplock B., Hing W., Marks D. The long head of biceps at the shoulder: a scoping review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2023; 24(1): 232. <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06346-5>
 20. Eysmont O.L. Adhesive capsulitis of the shoulder joint. *Novosti khirurgii.* 2021; 29(4): 470–479. <https://doi.org/10.18484/2305-0047.2021.4.470> <https://elibrary.ru/rkvadn> (in Russian).
 21. Mall N.A., Kim H.M., Keener J.D., Steger-May K. et al. Symptomatic progression of asymptomatic rotator cuff tears: a prospective study of clinical and sonographic variables. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2010; 92(16): 2623–2633. <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.00506>
 22. Sambandam S.N., Khanna V., Gul A. et al. Rotator cuff tears: An evidence based approach. *World J. Orthop.* 2015; 6(11): 902–18. <https://doi.org/10.5312/wjo.v6.i11.902>
 23. Stanborough R.O., Bestic J.M., Peterson J.J. Shoulder Osteoarthritis. *Radiol Clin North Am.* 2022; 60(4): 593–603. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2022.03.003>
 24. Kim H.M., Teefey S.A., Zelig A. et al. Shoulder strength in asymptomatic individuals with intact compared with torn rotator cuffs. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2009; 91(2): 289–96. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2022.03.003>

Сведения об авторах:

- Щетинина Анастасия Александровна** врач-невролог отделения заболеваний нервной и скелетно-мышечной систем клиники профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова».
E-mail: nervous@irioh.ru
<https://orcid.org/0009-0004-5551-2561>
- Сааркоппель Людмила Мейнхардовна** зав. отделением заболеваний нервной и скелетно-мышечных систем ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова»; профессор кафедры профпатологии и производственной медицины ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; ведущий научный сотрудник Центра профпатологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр оториноларингологии» ФМБА России, д-р мед. наук, профессор, заслуженный врач РФ.
E-mail: lmsaarkoppel@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8937-381X>
- Лагутина Галина Николаевна** вед. науч. сотр. клинического отдела профессиональных и производственно обусловленных заболеваний ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», заслуженный врач РФ, канд. мед. наук.
E-mail: gn_lagutina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7887-6454>
- Непершина Ольга Павловна** ст. науч. сотр., врач-невролог отделения заболеваний нервной и скелетно-мышечной систем ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», канд. мед. наук.
E-mail: op_nepershina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7083-3655>
- Лагутина Александра Петровна** мл. науч. сотр., врач-невролог отделения заболеваний нервной и скелетно-мышечной систем ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова».
E-mail: lagutina1@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0008-9361-4920>

About the authors:

- Anastasiya A. Shchetinina** Neurologist, Department of Diseases of the Nervous and Musculoskeletal Systems, Clinic of Occupational and Work-Related Diseases (Izmerov Research Institute of Occupational Health).
E-mail: nervous@irioh.ru
<https://orcid.org/0009-0004-5551-2561>
- Lyudmila M. Saarkoppel'** Head of the Department of Diseases of the Nervous and Musculoskeletal Systems (Izmerov Research Institute of Occupational Health); Professor of the Department of Occupational Pathology and Industrial Medicine (Russian Medical Academy of Postgraduate Education); Leading Researcher of the Center for Occupational Pathology (The National Medical Research Center for Otorhinolaryngology), Dr. of Sci. (Med.), Professor, Honored Doctor of the Russian Federation.
E-mail: lmsaarkoppel@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8937-381X>
- Galina N. Lagutina** Leading Researcher of the Clinical Department of Professional and Work-Related Diseases (Izmerov Research Institute of Occupational Health), Honored Doctor of the Russian Federation, Cand. of Sci. (Med.).
E-mail: gn_lagutina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7887-6454>
- Ol'ga P. Nepershina** Senior Researcher, Neurologist, Department of Diseases of the Nervous and Musculoskeletal Systems (Izmerov Research Institute of Occupational Health), Cand. of Sci. (Med.).
E-mail: op_nepershina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7083-3655>

Alexandra P. Lagutina

Junior Researcher, Neurologist of the Department of Diseases of the Nervous and Musculoskeletal Systems (Izmerov Research Institute of Occupational Health).

E-mail: lagutina1@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0008-9361-4920>
