

## Эффективность принятия экспертных решений по связи миофиброза с профессией с помощью современных методов лучевой диагностики

<sup>1</sup>ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-ая Советская ул., 4, Санкт-Петербург, Россия, 191036;

<sup>2</sup>Российско-финская клиника «Скандинавия», ул. Ильюшина, 4/1, Санкт-Петербург, Россия, 197372

Около 40% всех профессиональных болезней опорно-двигательного аппарата занимает дегенеративно-дистрофическое заболевание мышц от перенапряжения — миофиброз. В настоящее время диагноз устанавливается при наличии явных признаков инвалидности, когда пациент не может продолжать работу в прежней профессии. Цель исследования состояла в оценке информативности МРТ в ранней диагностике заболевания. Для разработки методики МРТ и выявления изменений поперечнополосатых мышц верхних конечностей при миофиброзе были обследованы пациенты с ранее установленным диагнозом (50 человек) и с подозрением на миофиброз (10 человек). Анализ полученного изображения показал наиболее информативные импульсные последовательности для диагностики изменений в мышцах. Оптимальной импульсной последовательностью для оценки мышечных структур является IDEAL, для определения отека мышцы — диффузно-взвешенное изображение и постконтрастное T1-взвешенное изображение для визуализации нарушения целостности гисто-гематического барьера. Наличие отека плечелучевой мышцы на диффузно-взвешенном изображении послужило объективным основанием для определения данных изменений как начальной стадии миофиброза и позволило перевести пациентов из группы с подозрением на миофиброз в группу с начальной стадией заболевания, тем самым повысив эффективность принятия экспертных решений по связи данного заболевания с профессией.

**Ключевые слова:** профессиональный миофиброз; МРТ; импульсная последовательность; эпимизий; перимизий; мышечный пучок

**Для цитирования:** Улановская Е.В., Карабанович Е.В., Крийт В.Е., Куприна Н.И. Повышение эффективности принятия экспертных решений по связи миофиброза с профессией с помощью современных методов лучевой диагностики. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-490-493>

**Для корреспонденции:** Улановская Екатерина Владимировна, зав. отделением лучевой диагностики, врач-рентгенолог, врач УЗИ ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» и общественного здоровья гигиены и общественного здоровья», канд. мед. наук. E-mail: [rentgen\\_s-znc@mail.ru](mailto:rentgen_s-znc@mail.ru)

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность главному врачу Российско-финской клиники «Скандинавия» Татьяне Николаевне Трофимовой за предоставление пространства для исследования и медицинского оборудования.

Ekaterina V. Ulanovskaya<sup>1</sup>, Elena V. Karabanovich<sup>2</sup>, Vladimir E. Kriit<sup>1</sup>, Nadezhda I. Kuprina<sup>1</sup>

## The effectiveness of expert decision-making on the connection of myofibrosis with the profession using modern x-ray methods

<sup>1</sup>North-West Public Health Research Center, 4, 2-ya Sovetskaya str., St. Petersburg, Russia, 191036;

<sup>2</sup>Russian-Finnish clinic «Scandinavia», 4/1, Il'ushina str., St. Petersburg, Russia, 197372

**Introduction.** About 40% of all occupational diseases of the musculoskeletal system is degenerative muscle disease from overstrain — myofibrosis. Currently, the diagnosis is already established in the presence of obvious signs of disability, when the patient cannot continue his work in the previous profession.

**The aim of the study** was to assess the informativeness of MRI in the early revealing of the disease. To develop the technique of MRI and detect changes in striated muscles of the upper extremities 50 patients with previously established diagnosis of myofibrosis were examined and 10 with suspicion on it. The analysis of the obtained image showed the most informative pulse sequences for revealing muscle changes. The optimal impulse sequence for the evaluation of muscle structures is IDEAL, for the determination of muscle edema — diffuse-weighted image and post-contrast T1-weighted image to visualize the disturbance of the histo-hematic barrier penetration. The presence of brachioradialis muscle edema on a diffusely weighted image served as an objective basis to regard these changes as the initial stage of myofibrosis and allowed to transfer patients from the group with suspected myofibrosis to the group with the initial stage of the disease, thus increasing the effectiveness of expert decisions on the connection of this disease with the profession.

**Key words:** occupational myofibrosis; MRI; pulse sequence; epimysium; muscle bundle

**For citation:** Ulanovskaya E.V., Karabanovich E.V., Crit E.V., Kuprina N.I. The effectiveness of expert decision-making on the connection of myofibrosis with the profession using modern x-ray methods. *Med. truda i prom. ecol.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-490-493>

**For correspondence:** Ekaterina V. Ulanovskaya, Head of Department of radiation diagnosis, radiologist, ultrasound physician of North-Western Public Health Research Center, Cand. of Sci. (Med.). E-mail: [rentgen\\_s-znc@mail.ru](mailto:rentgen_s-znc@mail.ru)

**Funding:** The study had no funding.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.

**Gratitude.** The authors express their gratitude to the Chief doctor of the Russian-Finnish clinic «Scandinavia», Tatyana Nikolaevna Trofimova for providing space for research and medical equipment.

**Введение.** Отличительной чертой настоящего времени является повышенное внимание со стороны служб охраны труда к условиям работы трудящихся, направленное на контролирование процессов деятельности труда в различных сферах, а также обеспечение сохранности здоровья работников. Решение вопросов снижения профессиональной заболеваемости невозможно без обеспечения безопасных условий труда, улучшения организации и качества проведения медицинских осмотров работников, занятых трудовой деятельностью в условиях воздействия вредных производственных факторов [1]. Об этом свидетельствуют меры, указанные в Федеральном законе № 323-ФЗ [2].

В структуре нозологических форм профессиональных заболеваний распространенность патологии костно-мышечной системы от физического (функционального) перенапряжения достаточно велика и колеблется от 10 до 45% всей выявленной профессиональной патологии [3,4]. Так, в Санкт-Петербурге заболевания, связанные с физическими перегрузками, составляют 50% [5]. В Ленинградской области данный показатель составляет 40,9%, занимая второе место, в Кемеровской области — 40,66% [6].

Около 40% всех профессиональных болезней опорно-двигательного аппарата занимает дегенеративно-дистрофическое заболевание мышц от перенапряжения — миофиброз, который может быть самостоятельным профессиональным заболеванием или сочетаться с другой профессиональной патологией верхних конечностей, а также в 30% случаев входит в комплекс синдромов вибрационной болезни [7,8].

В настоящее время каждый пятый случай профессионального миофиброза устанавливается при наличии явных признаков инвалидности, когда работник не может продолжать работу в прежней профессии [9,10].

В последние годы в диагностике мышечной патологии все большее значение получает МРТ [11,12,13].

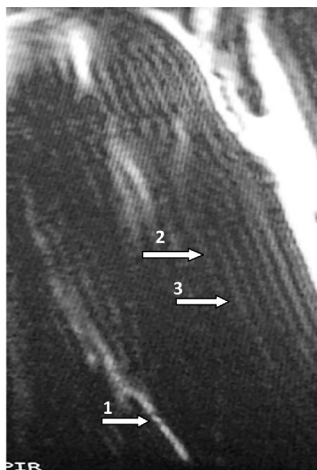
**Цель исследования** — разработка и оценка информативности метода магнитно-резонансной томографии в ранней диагностике профессионального миофиброза.

**Материалы и методики.** Группу интереса составили 50 пациентов с ранее установленным диагнозом профессионального миофиброза, которым было выполнено МР-исследование поперечнополосатых мышц супинаторно-разгибательной группы мышц предплечий. Из них с 1-й стадией миофиброза было 35 человек, со 2-й стадией — 12, с 3-й стадией — 3; с подозрением на миофиброз — 10 пациентов, у которых течение заболевания было практически бессимптомным и клинические данные не давали объективных критериев для постановки диагноза. В исследовании принимали участие 24 женщины и 36 мужчин в возрасте от 42 до 57 лет, средний возраст в группе —  $50,0 \pm 4,7$  года, средний стаж в профессии  $9,8 \pm 5,4$  года. Данная группа представляла собой работников строительных профессий (маляры, штукатуры) — 37%, горнорабочих (проходчики) — 44%, водителей большегрузных машин — 19%. Класс условий труда был не менее 3.1.

Группу контроля составили 35 практически здоровых добровольцев в профессиях без физической нагрузки или с умеренным физическим напряжением. Распределение по возрасту и полу было схожим с данными в группе интереса.

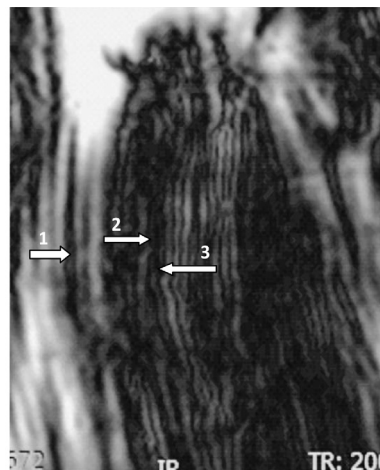
Исследование проводилось на томографе с величиной индукции магнитного поля 3Т. Использовалась большая гибкая 16-канальная катушка. Исследование проводилось в положении лежа на животе с отведенной над головой рукой в изоцентре магнитного поля. Исследование проводилось по разработанному протоколу, включающему в себя изображения, полученные в аксиальной, сагиттальной и коронарной плоскостях, малой толщиной среза и малым полем обзора, взвешенные по T1, T2, протонной плотности (PD), диффузионно-взвешенные изображения, IDEAL с изображениями в фазу, противофазу, подавлением сигнала от воды и жира. Внутривенное контрастирование проводилось контрастным препаратом Магневист 15,0 мл внутривенным кубитальным доступом.

**Результаты и обсуждение.** Анализ результатов МР-исследований показал, что стандартные T2 и T1-



**Рис. 1.** МРТ m. brachioradialis в норме. ИП IDEAL в корональной проекции. Эпимизий (1), перимизий (2), мышечный пучок (3)

**Fig. 1.** MRI m. brachioradialis normal PS IDEAL in coronal plane. Epimysium (1), perimysium (2), muscle bundle (3)



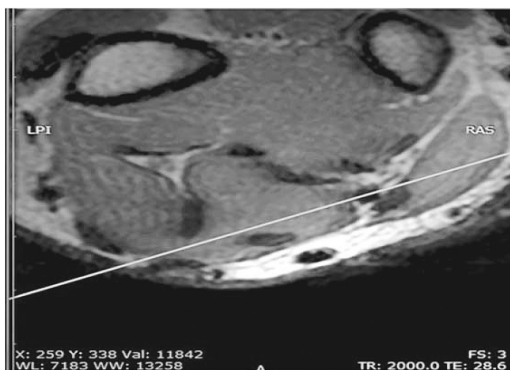
**Рис. 2.** МРТ m. brachioradialis при миофиброзе 1-й стадии. ИП IDEAL в корональной плоскости. Эпимизий (1), перимизий (2), мышечный пучок (3)

**Fig. 2.** MRI m. brachioradialis, myofibrosis 1-st stage, PS IDEAL in coronal plane. Epimysium (1), perimysium (2), muscle bundle (3)



**Рис. 3.** МРТ m. brachioradialis у пациента с клинически и инструментально подтвержденным миофиброзом. ИП PD FS в аксиальной плоскости. Стрелкой указан отек m. brachioradialis

**Fig. 3.** MRI m. brachioradialis in patient with clinically and instrumentally confirmed myofibrosis. PS PD FS in axial plane. Arrow shows m. brachioradialis edema



**Рис. 4. МРТ m. brachioradialis. T1-ВИ в аксиальной плоскости. Стрелкой указано накопление контрастного вещества в m. brachioradialis при миофиброзе 1-й стадии**

**Fig. 4. MRI m. brachioradialis. T1-weighted image on MRI in axial plane. Arrow shows accumulation of contrast agent in m. brachioradialis in a 1-st stage myofibrosis**

взвешенные изображения (ВИ) не позволяют дифференцировать тонкие структуры мышечного волокна. Эта задача выполнима при использовании импульсных последовательностей IDEAL, при этом в норме хорошо различим эпимизий, характеризующийся гиперинтенсивным сигналом линейной формы с четкими ровными контурами; перимизий, отображающийся также как структура гиперинтенсивного сигнала линейной формы с четкими ровными контурами; и мышечные пучки, визуализируемые как структуры гипointенсивного сигнала, по диаметру превышающие диаметр эпимизия и перимизия (рис. 1). При миофиброзе толщина эпимизия и перимизия увеличивается, контуры становятся нечеткими, волнистыми. Мышечные пучки уменьшаются в размере (рис. 2).

На рис. 2 эпимизий утолщен, контуры местами неровные; перимизий неравномерно утолщен; мышечный пучок уменьшен в диаметре.

Известно, что на начальных этапах миофиброза определяется воспалительная реакция соединительной ткани на внешнее вредное воздействие, проявляющаяся отеком эпимизия, что находит отражение в виде зон гиперинтенсивного сигнала на DWI и PD FS импульсных последовательностях [14] (рис. 3).

Постконтрастные изображения позволяют оценить активность патологического процесса, приведшего к хроническому воспалению вследствие повторяющейся профессиональной травматизации. В доклиническую и 1-ю стадию миофиброза воспаленные элементы мышцы активно накапливают контрастное вещество (рис. 4). В далеко зашедших случаях миофиброза (2–3-я стадия) мышца не накапливает контрастный препарат, следовательно, интенсивность МР-сигнала на T1-ВИ не меняется.

В результате проведенного МР-исследования у всех пациентов с 1-ой стадией и с подозрением на миофиброз был выявлен отек плече-лучевой мышцы на ИП DWI, что явилось прогностическим критерием и послужило объективным основанием расценивать данные изменения как начальную стадию миофиброза, а также позволило поставить диагноз начальной стадии заболевания 10 пациентам с подозрением на миофиброз. На более поздних стадиях наличие отека, а, следовательно, и накопление контрастного вещества не определялось.

Чувствительность и специфичность метода были рассчитаны по общепринятым критериям оценки информативности и составили 100% при использовании МРТ для

диагностики 1-й стадии миофиброза и при подозрении на него.

Таким образом, проведение МРТ приобретает большое диагностическое значение в тех случаях, когда нет надежных клинических данных миофиброза, в то время как у обследованного пациента имеются отдаленные признаки патологии, большой стаж (более 10 лет), работа с физическим перенапряжением и неадаптация в отношении данной заболеваемости на предприятии. МРТ позволяет визуализировать изменения на ранних этапах развития заболевания в виде накопления контрастного препарата. С применением данного метода лучевого обследования решение по установлению связи миофиброза с профессией приобретает существенное объективное обоснование.

#### **Выводы:**

1. Разработана методика магнитно-резонансной томографии при профессиональном миофиброзе. Оптимальной импульсной последовательностью для оценки мышечных структур является IDEAL, для определения отека мышцы — DWI и постконтрастное T1-ВИ для визуализации нарушения целостности гисто-гематического барьера.

2. Магнитно-резонансная томография наиболее информативна на ранних стадиях профессионального миофиброза.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Измеров Н.Ф. Здоровье трудоспособного населения России. *Мед. труда и пром. экол.* 2005;11:3–9.
2. Федеральный закон от 21.12.2011 № 323-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (одобрен Советом Федерации 09.11.2011). Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_121895/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/).
3. Бойко, И.В., Наумова Т.М., Герасимова Л.Б. О структуре профессиональной заболеваемости в Санкт-Петербурге. *Мед. труда и пром. экол.* 1998; 3: 31–3.
4. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Л.В. Прокопенко. Вопросы профессиональной заболеваемости: ретроспектива и современность. В кн.: «Материалы XI Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье»». М.; 2012. 29–36.
5. Башкетова Н.С., Наумова Т.Н., Волчкова О.В., Герасимова Л.Б. Профессиональные заболевания в Санкт-Петербурге. В кн.: «Материалы научно-практической конференции с международным участием «Медико-экологические проблемы здоровья работающих Северо-Западного региона и пути их решения»». СПб.; 2014. 10–4.
6. Горбанев С.А., Ветров В.В., Панкина Е.Н. Региональные особенности условий труда в промышленности Ленинградской области и связанной с ними профессиональной заболеваемости. В кн.: «Материалы научно-практической конференции «Медико-экологические проблемы здоровья работающих Северо-Западного региона и пути их решения»». СПб.; 2014. 23–6.
7. Элькин М.А. *Миозит. Справочник по профессиональной патологии.* Л.: Медицина; 1981.
8. House, R. *Upper extremity disability in workers with handarm vibration syndrome.* London; 2009.
9. Karvonen M., Mikheev M.I. *Epidemiology of Occupational Health.* Sweden: WHO; 1986.
10. Lutmann A. *Preventing musculoskeletal disorders in the workplace. Protecting workers' health series.* 2003; 5: 38.
11. Догра В. *Секреты ультразвуковой диагностики.* М.: МЕДпресс-информ; 2009.
12. Jacobson J.A. Musculoskeletal sonography and MR imaging. A role for both imaging methods. *Radiol. Clin. North. Am.* 1999. 37 (4): 713–735.

13. Stoller D.W. *Magnetic resonance imaging in orthopaedics and sports medicine*. Phil.: Williams&Wilknis; 2007.

14. Виноградова Т.П. *Многотомное руководство по патологической анатомии*. М.: 1962.

## REFERENCES

1. Izmerov N.F. Health of able-bodied population of Russia. *Med. truda i prom. ekol.* 2005; 11: 3–9 (in Russian).

2. Federal law from 21.11.2011 № 323 (edit. from 03.07.2016) «About bases of citizens health protection in Russian Federation» (approved by Federation Council 09.11.2011). [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_121895/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/). (in Russian).

3. Boyko I.V., Naumova T.M., Gerasimova L.B. About the structure of occupational morbidity in St. Petersburg. *Med. truda i prom. ekol.* 1998; 3: 31–3 (in Russian).

4. Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Prokopenko L.V. Occupational morbidity issues: past and present. In: *Proceedings of XI Russian Congress «Occupation and Health»*. М.; 2012. 29–36 (in Russian).

5. Bashketova N.S., Naumova T.N., Volchkova O.V., Gerasimova L.B. Occupational diseases in St.-Petersburg. In: *Proceedings of the scientific and practical conference with international participation «Health and environmental problems of workers in the North-West region and the ways of solving them»* SPb.; 2014. 10–4 (in Russian).

6. Gorbanev S.A., Vetrov V.V., Pankina E.N. Regional features of working conditions in the industry of the Leningrad region and related occupational diseases. In: *Proceedings of the scientific and practical conference with international participation «Health and environmental problems of workers in the North-West region and the ways of solving them»*. SPb.; 2014. 23–6 (in Russian).

7. Elkin M.A. *Miositis*. Guide of occupational pathology. L.: Medicine; 1981 (in Russian).

8. House R. *Upper extremity disability in workers with handarm vibration syndrome*. London; 2009.

9. Karvonen M., Mikheev M.I. *Epidemiology of Occupational Health*. Sweden: WHO; 1986.

10. Lutmann A. *Preventing musculoskeletal disorders in the workplace. Protecting workers' health series*. 2003; 5: 38.

11. Dogra V. *Secrets of ultrasound investigation*. М.: MEDpress-inform; 2009.

12. Jacobson, J.A. Musculoskeletal sonography and MR imaging. A role for both imaging methods. *Radiol. Clin. North. Am.* 1999. 37(4): 713–35.

13. Stoller D.W. *Magnetic resonance imaging in orthopedics and sports medicine*. Phil.: Williams&Wilknis; 2007.

14. Vinogradova T.P. *A multi-volume guide on pathological anatomy*. М.: 1962 (in Russian).

Дата поступления / Received: 31.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.08.2019

Дата публикации / Published: 26.08.2019