

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2020

Ямщикова А.В., Флейшман А.Н., Гидаятова М.О., Кунгурова А.А.

Особенности дистального поражения периферических нервов верхних конечностей при вибрационной болезни от локальной вибрации

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», 654041, Новокузнецк

Введение. Актуальность исследования продиктована трудностями дифференциальной диагностики невралгических поражений верхних конечностей при вибрационной болезни от локальной вибрации. Наиболее частое вовлечение дистальных отделов нервов верхних конечностей может быть обусловлено как полинейропатическим диффузным нарушением проведения без компрессии, так и компрессионным туннельным поражением. Учитывая разный подход к терапии данных состояний, существует необходимость изучения особенностей дистального поражения нервов при вибрационной болезни.

Цель исследования — изучить макроструктурные и функциональные особенности дистального поражения периферических нервов верхних конечностей у больных вибрационной болезнью.

Материал и методы. В клинике НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний г. Новокузнецка обследованы 57 мужчин в возрасте 40–60 лет, из которых 30 пациентов с установленным диагнозом вибрационной болезни включены в основную группу, а 27 человек, никогда не работавших в контакте с производственной вибрацией, вошли в контрольную группу. Всем обследуемым проведено электронейромиографическое обследование, а также УЗИ срединных и локтевых нервов.

Результаты. Выявлено значимое увеличение дистальной латентности срединных нервов, снижение скорости сенсорного проведения по нервам верхних конечностей в основной группе. По данным УЗИ нервов, статистической разницы в площади поперечного сечения нервов на уровне запястья в основной и контрольной группах не обнаружено. Частота компрессионного поражения срединного нерва в карпальном канале в основной группе составила 16%.

Выводы. При длительном воздействии локальной вибрации чаще развивается дистальное полинейропатическое диффузное поражение нервов верхних конечностей. Сочетание вибрационной болезни от локальной вибрации и синдрома запястного канала встречается в 16% случаев.

Ключевые слова: профессиональные полинейропатии; синдром карпального канала; вибрационная болезнь; локальная вибрация.

Для цитирования: Ямщикова А.В., Флейшман А.Н., Гидаятова М.О., Кунгурова А.А. Особенности дистального поражения периферических нервов верхних конечностей при вибрационной болезни от локальной вибрации. Гигиена и санитария. 2020; 99 (7): 699-703. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-7-699-703>

Для корреспонденции: Ямщикова Анастасия Валерьевна, науч. сотр. лаб. прикладной нейрофизиологии, врач-невролог, ФГБНУ «НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», 654041, Новокузнецк. E-mail: anastyam@bk.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – Флейшман А.Н., Ямщикова А.В.; сбор и обработка материала – Ямщикова А.В., Гидаятова М.О., Кунгурова А.А.; статистическая обработка – Ямщикова А.В.; написание текста – Ямщикова А.В.; редактирование – Ямщикова А.В., Флейшман А.Н.; утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – все соавторы.

Поступила 19.03.2020

Принята к печати 19.05.2020

Опубликована 28.08.2020

Anastasia V. Yamshchikova, Arnold N. Fleishman, Margarita O. Gidayatova, Alla A. Kungurova

Features of distal lesion of the peripheral nerves in the upper extremities in vibration disease due to local vibration

Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, 654041, Russian Federation

Introduction. The relevance of the study is dictated by the difficulties of differential diagnosis of neural lesions of the upper extremities in vibration disease induced by local vibration. The most frequent involvement of the distal nerves of the upper extremities can be due to both a polyneuropathic diffuse disturbance without compression and a compression tunnel lesion. Taken into account the different approaches to the treatment of these conditions, there is a need to study the features of distal nerve damage in the case of vibration disease.

Aim of the study was to investigate the macrostructural and functional features of distal lesions of the peripheral nerves of the upper extremities in vibration disease patients.

Material and methods. 57 men aged 40–60 years were examined at the clinic of the Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases in Novokuznetsk, 30 patients with a proven diagnosis of vibration disease were included in the main group, 27 cases who had never worked in contact with industrial vibration were included in the control group. An electroneuromyographic and ultrasound study of the median and ulnar nerve were performed in all cases.

Results. A significant increase in the distal latency of the median nerves and a decrease in the speed of sensory conduction along the nerves of the upper extremities in the main group were revealed. According to the ultrasound examination of the nerves, there was no statistical difference in the nerve cross-sectional area at the level of the wrist in the main and control groups. The frequency of compression lesions of the median nerve in the carpal canal in the main group accounted for 16%.

Conclusions. With prolonged exposure to local vibration, a distal polyneuropathic diffuse lesion of the nerves of the upper extremities often develops. A combination of vibration disease due to local vibration and carpal tunnel syndrome occurs in 16% of cases.

К е у о р д с : occupational polyneuropathies; carpal tunnel syndrome; vibration disease; local vibration.

For citation: Yamshchikova A.V., Fleishman A.N., Gidayatova M.O., Kungurova A.A. Features of distal lesion of the peripheral nerves in the upper extremities in vibration disease due to local vibration. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99 (7): 699-703. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-7-699-703> (In Russian)

For correspondence: Anastasia V. Yamshchikova, researcher of the laboratory for applied neurophysiology, neurologist, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, 23, Kutuzova Str., Novokuznetsk, 654041, Russian Federation. E-mail: anastyam@bk.ru

Information about the authors:

Yamshchikova A.V., <http://orcid.org/0000-0002-6609-8923>; Fleishman A.N., <http://orcid.org/0000-0002-2823-4074>

Gidayatova M.O., <http://orcid.org/0000-0002-8003-036X>; Kungurova A.A., <https://orcid.org/0000-0002-6804-2966>

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

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Contribution: Yamshchikova A.V. – concept and design of the study, collection and processing of the material, statistical processing, writing and editing the text. Fleishman A.N. – concept and design of the study, editing. Gidayatova M.O. – collection and processing of the material. Kungurova A.A. – collection and processing of the material. All co-authors – approval of the final version of the manuscript, responsibility for the integrity of all parts of the manuscript.

Received: March 19, 2020

Accepted: May 19, 2020

Published: August 28, 2020

Введение

Профессиональные полинейропатии являются частой причиной временной и стойкой утраты трудоспособности населения, что определяет социальную значимость этой проблемы [1].

Первичным патологическим процессом, повреждающим периферические нервы при вибрационной болезни (ВБ), является демиелинизация, уменьшение плотности миелинизированных волокон [2], за которым следуют отёк, эндоневральный фиброз, а в некоторых случаях аксональная дегенерация [3]. Ухудшение проведения по дистальным участкам моторных и сенсорных нервов верхних конечностей, по данным электронейромиографии (ЭНМГ) при ВБ, показано в исследованиях Alaranta Н. и соавт. ещё в 1977 г. [4], а также в современных публикациях [5–7]. Демиелинизация может развиваться как при прямом воздействии вибрации, так и при возникновении туннельной компрессии нерва. Наличие туннельных синдромов запястья, чаще синдрома карпального канала (СКК), предполагает особый подход к лечению с включением в план оперативного вмешательства. Сложности дифференциальной диагностики полинейропатического и компрессионного дистального поражения нервов у больных ВБ от локальной вибрации обусловлены схожей симптоматикой данных состояний с преобладанием болевого синдрома, онемения и парестезий верхних конечностей [8]. Таким образом, у пациентов с ВБ можно предположить синдром карпального канала (даже при отсутствии истинной компрессии нерва) и подвергнуть ненужному оперативному вмешательству [9]. Оценка только функции нервов по данным ЭНМГ у таких пациентов не всегда однозначно позволяет диагностировать туннельное поражение. Для дифференциальной диагностики невралных расстройств последние 10–15 лет стал применяться метод УЗИ нервов. Существуют немногочисленные публикации с включением в протокол исследования сонографии периферических нервов у профбольных [10, 11]. Данные исследования не обнаруживают значимых макроструктурных изменений срединных нервов на уровне карпальных каналов у пациентов с ВБ, что предполагает преимущественное отсутствие истинной компрессии нерва в канале. Тогда как множественные УЗИ срединного нерва у пациентов общей популяции с диагнозом СКК показали чёткое утолщение последнего на входе в карпальный канал [12–17].

Частота ассоциации ВБ и СКК в зарубежных исследованиях составляет 14–20% [18–20].

Актуальность данного исследования обусловлена сложностями дифференциальной диагностики дистального поражения периферических нервов верхних конечностей у больных ВБ от локальной вибрации.

Цель исследования – изучить макроструктурные и функциональные особенности дистального поражения периферических нервов верхних конечностей у больных вибрационной болезнью.

Материал и методы

В клинике НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний г. Новокузнецка обследованы 57 мужчин 40–60 лет, из которых 30 пациентов с установленным диагнозом вибрационной болезни включены в основную группу, а 27 человек, никогда не работавших в контакте с производственной вибрацией, вошли в контрольную группу. Медиана (*Me*) возраста в основной группе – 52 (50–53) года, в контрольной – 48 (47–53) лет. Статистического различия по возрасту в группах по критерию Манна–Уитни нет ($p = 0,064$; при критическом уровне значимости $p < 0,05$).

Стаж работы участников основной группы в условиях воздействия производственной локальной вибрации составил 13–41 год, *Me* – 26 (21–30) лет. Наиболее многочисленными профессиями участников исследования были: проходчик подземный – 25%, горнорабочий очистного забоя – 17%, машинист бульдозера – 13%. Эквивалентный скорректированный уровень виброускорения, согласно санитарно-гигиеническим характеристикам представленных профессий, составил *Me* – 130 (126,5–131) дБ. Превышение ПДУ локальной вибрации – в среднем на 4 дБ, максимально до 8 дБ. В 44% случаев локальная вибрация сочеталась с воздействием шума выше ПДУ и в 80% – с тяжестью трудового процесса.

Все обследуемые дали информированное согласие на участие в исследовании, которое соответствовало нормам документов по биомедицинской этике и было одобрено биоэтическим комитетом института.

Всем участникам исследования проведено: 1) ЭНМГ-исследование периферических нервов верхних конечностей с определением дистальной латентности (ДЛ, мс) локтевого и срединного нервов, амплитуд дистальных М-ответов (*Am*, мВ) срединного и локтевого нервов, средней скорости распространения возбуждения по сенсорным волокнам (СРВс, м/с) срединных и локтевых нервов, средней амплитуды сенсорных ответов срединных и локтевых нервов (*Ac*, мкВ); 2) УЗИ срединного и локтевого нервов с определением площади поперечного сечения (ППС, мм²) нервов на уровне запястья.

Статистическая обработка данных осуществлялась на базе программ Biostat 2009, Statistica v. 10. С учётом малых размеров выборок и преимущественно ненормального распределения данные представлены в виде *Me* (медианы) и

межквартильных интервалов 25(Q₁)–75(Q₃) процентилей. Оценка значимости статистических различий при парном сравнении групп исследуемых проводилась с помощью непараметрического *U*-критерия Манна–Уитни. Для определения взаимозависимости показателей применялось вычисление коэффициента корреляции Спирмена (*R*). Сила корреляций оценивалась как слабая при коэффициенте корреляции < 0,3; средняя – 0,3–0,6; сильная – > 0,6. Принимались во внимание только сильные и средней силы корреляционные зависимости.

Статистически достоверными считались значения при $p < 0,05$.

Результаты

Выявлено статистически достоверное различие в основной и контрольной группах практически по всем исследованным ЭНМГ-показателям ($p < 0,05$), наиболее значимо различие ДЛ срединных нервов, СРВ по сенсорным волокнам ($p < 0,001$), как видно из табл. 1.

По данным УЗИ нервов, в обеих группах достоверных различий в ППС нервов выявлено не было (табл. 2).

Согласно коэффициенту ранговой корреляции Спирмена, корреляция ДЛ и ППС срединного и локтевого нервов на уровне запястья в данной группе пациентов на границе средней и слабой ($R = 0,32$, $p = 0,2$), то есть выявление увеличенной ДЛ нервов верхних конечностей у больших ВБ не позволяет говорить о туннельных синдромах запястья.

Сочетание патологических параметров ЭНМГ и УЗИ срединного нерва (ДЛ > 4 мс, ППС срединного нерва на запястье > 11 мм²), что указывает на наличие компрессии нерва на уровне запястья, выявлено у 5 пациентов основной группы из 30 (16,7%). Подобного сочетания патологических параметров локтевого нерва в основной группе не обнаружено.

На рис. 1, 2 показаны примеры сочетанного применения ЭНМГ-исследования и УЗИ нервов.

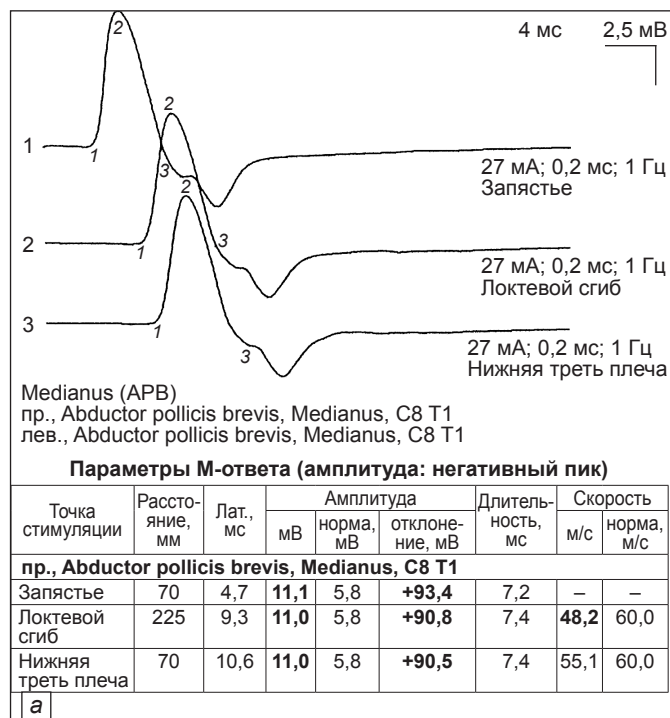


Рис. 1. Электронейромиографическое исследование срединного нерва и УЗИ на уровне запястья при синдроме карпального канала. Пациент Суб-н, 46 лет, стаж с вибрацией 20 лет: а – ЭНМГ-исследование, ДЛ = 4,7 мс; б – УЗИ, ППС на запястье = 13 мм².

Таблица 1

Показатели электронейромиографии в основной и контрольной группах, Me (Q₁–Q₃)

Нерв	ЭНМГ-показатель	Основная группа, n = 30	Контрольная группа, n = 27	<i>p</i> по критерию Манна–Уитни
Срединный	ДЛ, мс	4,1 (3,5–4,6)	3,3 (3,1–3,7)	< 0,0001
	Ам, мВ	7,4 (5,8–9,8)	8,5 (7,2–10,0)	0,03
Локтевой	ДЛ, мс	3,0 (2,6–3,4)	2,7 (2,5–3,2)	0,055
	Ам, мВ	9,7 (8,5–11,2)	10,0 (9,2–11,5)	0,14
Сенсорные волокна	Ас ответа, мкВ	8,3 (5,6–11,5)	15,2 (11,4–19,3)	< 0,0001
	СРВс, м/с	42,9 (39,9–46,2)	52,5 (50,5–55,1)	< 0,0001

Таблица 2

Площадь поперечного сечения периферических нервов верхних конечностей в основной и контрольной группах, Me (Q₁–Q₃)

Нерв	Точка измерения ППС, мм ²	Основная группа, n = 30	Контрольная группа, n = 27	<i>p</i> по критерию Манна–Уитни
Срединный	запястье	9,0 (8,0–11,0)	8,0 (7,0–9,0)	0,28
Локтевой	запястье	5,0 (4,5–5,0)	5,0 (5,0–5,0)	0,43

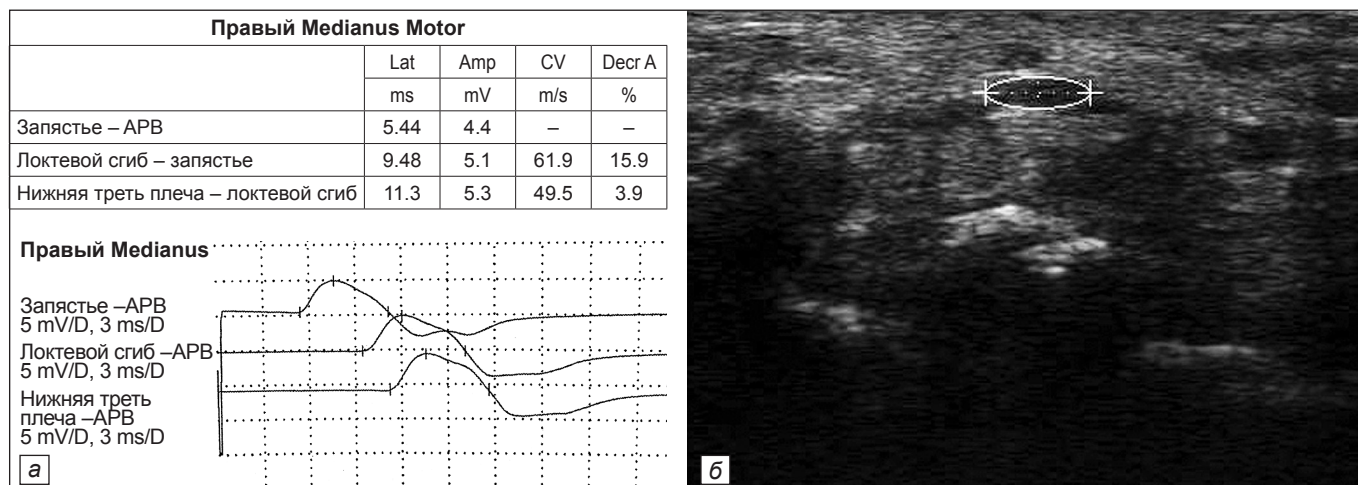


Рис. 2. Электронеуромиографическое исследование срединного нерва и УЗИ на уровне запястья при отсутствии истинной компрессии. Пациент Сав-в, 59 лет, стаж с вибрацией 28 лет: а – ЭНМГ-исследование, ДЛ = 5,44 мс; б – УЗИ, ППС на запястье = 8 мм².

В примере на рис. 1 можно говорить об истинной компрессии срединного нерва в карпальном канале, то есть наличие СКК подтверждается ЭНМГ + УЗИ.

В примере на рис. 2, несмотря на увеличение ДЛ срединного нерва до 5,44 мс, ППС нерва на входе в карпальный канал не увеличена, что говорит об отсутствии истинной компрессии.

Обсуждение

Данные проведенного исследования соотносятся с литературными данными о преимущественном дистальном полинейропатическом поражении периферических нервов у пациентов с вибрационной болезнью (83,3% пациентов). Компрессия срединного нерва в карпальном канале, согласно полученным данным, встречается у 16,7% больных вибрационной болезнью (от 14 до 20% по данным литературы). Необходимо рекомендовать комплексное исследование периферических нервов верхних конечностей у пациентов с ВБ с оценкой не только функции (ЭНМГ-показатели), но и макроструктуры (УЗИ) нервов. Соглас-

но корреляционному анализу, увеличение ДЛ срединных нервов (что является наиболее частой находкой у больных ВБ при ЭНМГ-исследовании) не всегда означает наличие туннельного синдрома в карпальном канале (корреляция слабая). С помощью УЗИ можно подтвердить наличие компрессии нерва на уровне карпального канала и определить тактику лечения.

Заключение

При вибрационной болезни от воздействия локальной вибрации в большей степени страдает функция дистального проведения периферических нервов, нежели их макроструктура.

Преобладающим поражением при ВБ от локальной вибрации, в соответствии с полученными данными, является дистальное полинейропатическое поражение – 83,3%.

Согласно результатам исследования, СКК при ВБ от локальной вибрации встречается в 16,7% случаев. Выявление компрессии необходимо в связи с эффективностью оперативного лечения в данной группе пациентов.

Литература

(п.п. 2–4, 7, 9–20 см. References)

- Суворов Г.А., Денисов Э.И., Прокопенко Л.В., Ермоленко А.Е., Кравченко О.К. Локальная вибрация и риск вибрационной болезни. В кн.: *Профессиональный риск для здоровья работников (руководство)*. М.: 2003: 125–34.
- Русанова Д.В., Лахман О.Л. Электронеуромиографическое исследование периферических нервов при вибрационной болезни. *Бюллетень ВСНЦ СО РАМН*. 2006; (3): 90–5.
- Катаманова Е.В., Нурбаева Д.Ж. Математический подход к диагностике степени выраженности профессиональной полинейропатии. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016; (11): 71–5.
- Шавловская О.А. Нарушение функции нейромоторного аппарата верхних конечностей, вызванное локальной вибрацией. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2015; 7(2): 67–74. DOI: <http://doi.org/10.14412/2074-2711-2015-2-67-74>

References

- Suvorov G.A., Denisov E.I., Prokopenko L.V., Ermolenko A.E., Kravchenko O.K. Local vibration and the risk of vibration disease. In: *Occupational Health Risk for Workers (Guidelines) [Professional'nyy risk dlya zdorov'ya rabotnikov (rukovodstvo)]*. Moscow; 2003: 125–34. (in Russian)
- Dahlin L.B., Sandén H., Dahlin E., Zimmerman M., Thomsen N., Björkman A. Low myelinated nerve-fibre density may lead to symptoms associated with nerve entrapment in vibration-induced neuropathy. *J Occup Med Toxicol*. 2014; 9(1): 7. DOI: <http://doi.org/10.1186/1745-6673-9-7>
- Strömberg T., Dahlin L.B., Brun A., Lundborg G. Structural nerve changes at wrist level in workers exposed to vibration. *Occup Environ Med*. 1997; 54(5): 307–11. DOI: <http://doi.org/10.1136/oem.54.5.307>
- Alaranta H., Seppäläinen A.M. Neuropathy and the automatic analysis of electromyographic signals from vibration exposed workers. *Scand J Work Environ Health*. 1977; 3(3): 128–34. DOI: <http://doi.org/10.5271/sjweh.2784>
- Rusanova D.V., Lakhman O.L. Electroneuromyo-graphical studies of peripheral nerves in vibration-induced diseases. *Byulleten' VSNTs SO RAMN*. 2006; (3): 90–5. (in Russian)
- Katamanova E.V., Nurbaeva D.Zh. Mathematical approach to the diagnosis of polyneuropathy expression degree of professional. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2016; (11): 71–5. (in Russian)
- Hirata M., Sakakibara H. Sensory nerve conduction velocities of median, ulnar and radial nerves in patients with vibration syndrome. *Int Arch Occup*

- Environ Health.* 2007; 80(4): 273–80. DOI: <http://doi.org/10.1007/s00420-006-0131-6>
8. Shavlovskaya O.A. Upper extremity neuromotor dysfunction caused by local vibration. *Nevrologiya, neyropsikhiatriya, psikhosomatika.* 2015; 7(2): 67–74. DOI: <http://doi.org/10.14412/2074-2711-2015-2-67-74> (in Russian)
 9. Heaver C., Goonetilleke K.S., Ferguson H., Shiralkar S. Hand-arm vibration syndrome: a common occupational hazard in industrialized countries. *J Hand Surg Eur Vol.* 2011; 36(5): 354–63. DOI: <http://doi.org/10.1177/1753193410396636>
 10. Nazhakaiti M., Liu Y.Z., Xu X.R., Lu Q.J., Ye Z.H., Li Z.M., et al. Diagnostic value of high-frequency ultrasonography in testing carpal canal structure in patients with occupational hand-arm vibration disease. In: *Hand-Arm Vibration. Abstracts of the 14th International Conference.* Bonn: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV); 2019.
 11. Liu Y.Z., Ye Z.H., Yang W.L., Zhu J.X., Lu Q.J., Su W.L. [Carpal canal ultrasound examination in patients with mild hand-arm vibration disease]. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi.* 2016; 34(8): 608–11. DOI: <http://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2016.08.013> (in Chinese)
 12. Wiesler E.R., Chloros G.D., Cartwright M.S., Smith B.P., Rushing J., Walker F.O. The use of diagnostic ultrasound in carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Am.* 2006; 31(5): 726–32. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jhsa.2006.01.020>
 13. Fu T., Cao M., Liu F., Zhu J., Ye D., Feng X. et al. Carpal tunnel syndrome assessment with ultrasonography: value of inlet-to-outlet median nerve area ratio in patients versus healthy volunteers. *PLoS One.* 2015; 10(1): e0116777. DOI: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0116777>
 14. Kapuścińska K., Urbanik A. High-frequency ultrasound in carpal tunnel syndrome: assessment of patient eligibility for surgical treatment. *J Ultrason.* 2015; 15(62): 283–91. DOI: <http://doi.org/10.15557/JoU.2015.0025>
 15. Peer S., Gruber H., Loizides A. Sonography of carpal tunnel syndrome: why, when and how. *Imaging Med.* 2012; 4(3): 287–97. DOI: <http://doi.org/10.2217/IIM.12.25>
 16. Takata S.C., Kysh L., Mack W.J., Roll S.C. Sonographic reference values of median nerve cross-sectional area: a protocol for a systematic review and meta-analysis. *Syst Rev.* 2019; 8(1): 2. DOI: <http://doi.org/10.1186/s13643-018-0929-9>
 17. Billakota S., Hobson-Webb L.D. Standard median nerve ultrasound in carpal tunnel syndrome: A retrospective review of 1,021 cases. *Clin Neurophysiol Pract.* 2017; 2: 188–91. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.cnp.2017.07.004>
 18. Burke F.D., Lawson I.J., McGeoch K.L., Miles J.N.V., Proud G. Carpal tunnel syndrome in association with hand-arm vibration syndrome: a review of claimants seeking compensation in the Mining industry. *J Hand Surg Br.* 2005; 30(2): 199–203. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jhsb.2004.11.007>
 19. Koskimies K., Färkkilä M., Pyykkö I., Jäntti V., Aatola S., Starck J. et al. Carpal tunnel syndrome in vibration disease. *Br J Ind Med.* 1990; 47(6): 411–16. DOI: <http://doi.org/10.1136/oem.47.6.411>
 20. van Rijn R.M., Huisstede B.M., Koes B.W., Burdorf A. Associations between work-related factors and the carpal tunnel syndrome. A systematic review. *Scand J Work Environ Health.* 2009; 35(1): 19–36. DOI: <http://doi.org/10.5271/sjweh.1306>