



Куприна Н.И.¹, Улановская Е.В.¹, Шилов В.В.^{1,2}

Современные ультразвуковые методы диагностики вибрационной болезни

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 191036, Санкт-Петербург, Россия;

²ГБУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 191015, Санкт-Петербург, Россия

Введение. Согласно анализу последних статистических данных, вибрационная болезнь (ВБ) остаётся ведущей патологией в структуре профессиональной заболеваемости РФ. Основным симптомом ВБ является периферический ангиодистонический синдром, развивающийся в результате ангиоспазма периферических сосудов конечностей, что клинически проявляется жалобами на боли в кистях рук, снижением температуры и бледностью кожи фаланг пальцев верхних конечностей.

Материалы и методы. В статье представлены результаты ультразвуковой оценки скоростных и анатомических показателей магистральных артерий верхних конечностей у пациентов с ВБ II стадии от воздействия общей и локальной вибрации.

Результаты. Согласно данным санитарно-гигиенических характеристик, у всех обследованных пациентов с ВБ II стадии от воздействия общей и локальной вибрации класс условий труда оценивался как класс 3 (вредный), при этом превышения по локальной вибрации по осям X, Y, Z составили от 1 до 7 дБА. При УЗИ магистральных артерий верхних конечностей отмечается снижение скоростных показателей по лучевой и локтевой артериям симметрично, значительное повышение тонуса стенки артерий предплечья.

Заключение. Для ВБ II стадии от воздействия общей и локальной вибрации характерно снижение пульсовой скорости на локтевой и лучевой артериях симметрично на обеих сторонах при выраженном повышении показателей периферического сопротивления, что в свою очередь может свидетельствовать об ангиоспастическом синдроме выраженной степени, вплоть до генерализованного.

Ключевые слова: вибрационная болезнь; ультразвуковое исследование; периферический ангиодистонический синдром; артерии

Для цитирования: Куприна Н.И., Улановская Е.В., Шилов В.В. Современные ультразвуковые методы диагностики вибрационной болезни. *Гигиена и санитария*. 2021; 100 (8): 803–806. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-8-803-806>

Для корреспонденции: Куприна Надежда Игоревна, врач-рентгенолог, врач УЗД кабинета лучевой диагностики отдела клинических исследований ФБУН «Северо-Западный центр гигиены и общественного здоровья» МЗ РФ, 191036, Санкт-Петербург. E-mail: nadin20-sun@yandex.ru

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

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов: Куприна Н.И. — концепция и план исследования, сбор данных, анализ данных и выводы, подготовка рукописи; Улановская Е.В. — концепция и план исследования, сбор данных литературы, подготовка рукописи; Шилов В.В. — утверждение окончательного варианта статьи, редактирование.

Поступила 30.03.2021 / Принята к печати 09.07.2021 / Опубликована 31.08.2021

Nadezhda I. Kuprina¹, Ekaterina V. Ulanovskaya¹, Viktor V. Shilov^{1,2}

Modern ultrasound methods for the diagnosing vibration disease

¹North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation;

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg, 191015, Russian Federation

Introduction. According to the latest statistical data analysis, vibration disease (VD) remains the leading pathology in the structure of occupational morbidity in the Russian Federation. The main symptom of VD is peripheral angiodystonic syndrome, which develops as a result of peripheral vessels angiospasm of extremities, which is clinically manifested in the form of pain in hands, temperature decrease and pallor of the skin.

Materials and methods. The article presents the results of an ultrasound assessment of the velocity and anatomical parameters of the main arteries of upper extremities in patients with stage 2 VD from exposure to general and local vibration.

Results. According to the data of sanitary and hygienic characteristics, in all examined patients with stage 2 VD from exposure to general and local vibration, the class of working conditions was assessed as class 3 (harmful). In contrast, the excess in local vibration along the X, Y, Z axes ranged from 1 to 7 dBA. Ultrasound of the main arteries of upper extremities shows a decrease in the velocity parameters along the radial and ulnar arteries symmetrically, a significant increase in the tone of the wall of the forearm arteries.

Discussion. One of the most critical problems in solving expert questions is assessing pathological process severity due to the lack of transparent and objective methods. Ultrasound research is the most affordable and safest method for evaluating the vascular system of upper extremities in stage 2 VD. It also significantly increases the objectification of expert decisions on the connection of this disease with occupation.

Conclusion. VD II from the impact of general and local vibration is characterized by decreased pulse velocity on the ulnar and radial arteries symmetrically on both sides with a pronounced increase of peripheral resistance, indicating a severe angiospastic syndrome to generalized.

Keywords: vibration disease; ultrasound examination; peripheral angiodystonic syndrome; arteries

For citation: Kuprina N.I., Ulanovskaya E.V., Shilov V.V. Modern ultrasound methods for diagnosing vibration disease. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100 (8): 803–806. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-8-803-806> (In Russ.)

For correspondence: Nadezhda I. Kuprina, Doctor of x-ray department of North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191015, Russian Federation. E-mail: nadin20-sun@yandex.ru

Information about authors:

Kuprina N.I., <https://orcid.org/0000-0002-1468-3186> Ulanovskaya E.V., <https://orcid.org/0000-0001-9583-0522> Shilov V.V., <https://orcid.org/0000-0003-3256-2609>

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

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Contribution: Kuprina N.I. — contribution to the concept and plan of the study, contribution to data collection, contribution to data analysis and conclusions, contribution to the preparation of the article; Ulanovskaya E.V. — contribution to the concept and plan of the study, contribution to data analysis, contribution to the preparation of the article; Shilov V.V. — editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Received: March 30, 2021 / Accepted: July 9, 2021 / Published: August 31, 2021

Введение

Отличительной чертой настоящего времени является повышенное внимание со стороны служб охраны труда к условиям работы трудящихся, направленное на контролирование процессов деятельности в различных сферах, а также обеспечение сохранности здоровья работников [1–4]. Среди многих социально-гигиенических и научно-технических проблем, направленных на обеспечение безопасных условий труда и определяющих экономическую эффективность производства, первостепенное значение продолжает занимать проблема вибрационной болезни (ВБ) [5, 6]. Широкое внедрение в промышленность ручных машин выдвигает необходимость решения ряда сложных гигиенических и медицинских задач, связанных с воздействием вибрации [6, 7].

Анализ имеющихся литературных данных показал, что ВБ на сегодняшний день является лидирующей патологией в структуре профессиональных заболеваний и составляет до 42,7% за 2019 г. [8]. Ведущую роль в формировании данного заболевания играют несовершенство технологического процесса, конструктивные недостатки оборудования и несовершенство средств индивидуальной защиты [9, 10]. Как известно, распространение колебаний по телу человека зависит не только от частоты, но и от статических мышечных нагрузок. С увеличением усилия, прилагаемого к рукоятке, проводимость вибрации достоверно увеличивается [5].

ВБ характеризуется многообразием и сложностью клинических проявлений, протекает преимущественно с поражением нервной и сердечно-сосудистой систем [4–6, 11]. Многообразие патогенетических механизмов объясняет полиморфизм и полисиндромность клинических проявлений ВБ, в симптомокомплекс которой входит периферический ангиодистонический синдром [12–15]. До настоящего времени одной из важнейших проблем при решении экспертных вопросов остаётся оценка выраженности патологического процесса вследствие отсутствия чётких и объективных методов [16–23].

В последние годы в диагностике патологии сосудистого русла лидирующее место занимает ультразвуковое исследование, не получившее широкого распространения в клинике профессиональной патологии.

Цель работы – изучение особенностей сосудистого русла магистральных артерий верхних конечностей при ВБ II стадии от воздействия общей и локальной вибрации.

Материалы и методы

Проведён анализ медицинской документации, санитарно-гигиенических характеристик условий труда, анализ стажа работы и развития выявленного заболевания, пациентов основной группы с ранее установленным диагнозом ВБ II стадии от воздействия общей и локальной вибрации (вегето-сенсорная полиневропатия верхних и нижних конечностей с умеренно выраженным периферическим ангиодистоническим синдромом, трофическими и чувствительными нарушениями) профессионального генеза. Выполнялось рентгенологическое обследование кистей рук, проводились лабораторные исследования.

Контрольную группу составили практически здоровые добровольцы с оптимальными или допустимыми условиями труда. Распределение по полу и возрасту было схожим с основной группой.

Ультразвуковое сканирование артерий верхних конечностей проводилось на аппарате экспертного класса Samsung Medison HS50-rus линейным датчиком на глубине до 1,5–2 см по разработанной методике. Для исследования магистральных артерий предплечья использовали датчик 7,5 МГц. Перед обследованием пациент находился в помещении с комфортной температурой не менее 20 мин. Исследование сосудов начинали с проксимальных отделов, а именно локтевой ямки, в положении пациента лежа на спине с отведением руки под углом 45° с ротацией кнаружи. Далее от уровня бифуркации плечевой артерии спускались по

передне-латеральному краю предплечья, прослеживая ход лучевой артерии на всём протяжении и по передне-медиальному краю для визуализации прослеживая ход локтевой артерии. Учитывая разность хода локтевой и лучевой артерий, показатели кровотока сравнивались на симметричных дистальных отделах. В связи с анатомическими особенностями хода локтевой артерии (извилистый ход в проксимальном отделе, выравнивание хода сосуда в дистальном отделе) измерения скоростных и спектральных показателей проводили в дистальной трети предплечья. Оценивали наличие или отсутствие стенозов, окклюзий, аневризм, осуществляли поиск участков с аномальным кровотоком. В PW-режиме на дистальном участке предплечья измеряли скоростные и спектральные показатели, систолическую (пульсовую) скорость кровотока, RI-индекс резистентности, индекс Пулсело.

Статистическую обработку проводили на программном обеспечении Microsoft Excel 2010, программ Epi Info v. 7.0 и IBM SPSS Statistics v. 22 с определением медианы и межквартильного диапазона систолической скорости и показателей периферического сопротивления.

Результаты

В основу настоящего исследования положены результаты обследования 96 пациентов-мужчин. Все пациенты находились на стационарном обследовании и лечении в отделении профпатологии ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» в период с 2019 по 2020 г. Критериями включения пациента в данную группу были выраженные клинические проявления ВБ, данные санитарно-гигиенической характеристики, позволяющие подтвердить клинический диагноз.

Анализ представленных документов показал, что на момент установления диагноза ВБ II стадии от воздействия общей и локальной вибрации средний возраст пациентов в основной группе составил $54,7 \pm 4,3$ года. Стаж работы в условиях воздействия опасных, вредных веществ и неблагоприятных производственных факторов, которые могли вызвать профзаболевание, составил $20,3 \pm 5,4$ года. Пациенты трудились в профессиях машинист погрузочно-доставочной машины (ПДМ), машинист экскаватора, на горно-металлургическом комбинате. Общая оценка тяжести трудового процесса оценивалась как класс 3 (вредный).

Источниками вредных производственных факторов являлись технологическое оборудование и транспорт. Производственные источники локальной вибрации были ударного действия (частота 20–30–60 Гц, масса 1,1–2,9–11 кг), ударно-вращательного действия (частота 20–35 Гц, масса 20–30 кг), вращательного действия (частота 50–100, 150–300 Гц, масса 0,5–6 кг). Эквивалентный скорректированный уровень локальной вибрации на рабочем месте машиниста ПДМ превышал ПДУ на 1–5 дБ. Производственным источником общей вибрации была транспортная вибрация. Эквивалентный скорректированный уровень общей транспортно-технологической вибрации на рабочем месте ПДМ превышал ПДУ по оси X_0 до 15,1 дБА, по оси Y_0 до 3,6 дБА, по оси Z_0 до 2,2 дБА. Эквивалентный скорректированный уровень локальной вибрации на рабочем месте машиниста экскаватора превышал ПДУ на 2–6 дБА. Эквивалентный скорректированный уровень общей вибрации на рабочем месте машиниста экскаватора превышал ПДУ по оси X_0 до 3 дБА, по оси Y_0 до 4 дБА, по оси Z_0 до 7 дБА.

Основные жалобы пациентов с ВБ II стадии были на незначительные нарушения чувствительности в верхних конечностях – чувство онемения в пальцах рук, ноющие боли в кистях и предплечьях, слабость в руках, парестезии. К периферическим нервно-сосудистым нарушениям при ВБ II стадии присоединялись и церебральные сосудистые нарушения в виде появления спонтанной диффузной, тупой давящей головной боли, несистемного головокружения, повышенной утомляемости, нечёткости видения предметов, мелькания «мушек» перед глазами, снижения памяти, нарушения сна, неустойчивости АД с тенденцией к повышению.

Результаты УЗ-обследования магистральных артерий верхних конечностей у пациентов с ВБ II стадии от воздействия общей и локальной вибрации и у пациентов контрольной группы

Results of ultrasound examination of the main arteries of upper extremities in patients with stage 2 vibration disease under exposure to general and local vibration and in patients of the control group

Сторона Side	Артерия Artery	Vps, см/с V ps, sm/sec		RI	
		ME	IQR	ME	IQR
Пациенты с ВБ II стадии <i>Patients with stage 2 vibration disease</i>					
Правая рука Right arm	Лучевая Radial artery	48	43–53	1.10	1.00–1.20
	Локтевая Ulnar artery	47	42–53	1.10	1.00–1.20
Левая рука Left arm	Лучевая Radial artery	46	41–51	1.10	1.00–1.20
	Локтевая Ulnar artery	47	42–53	1.10	1.00–1.20
Пациенты контрольной группы <i>Patients of the control group</i>					
Правая рука Right arm	Лучевая Radial artery	55	53–64	0.75	0.75–0.80
	Локтевая Ulnar artery	54	50–59	0.77	0.67–0.82
Левая рука Left arm	Лучевая Radial artery	55	53–64	0.75	0.75–0.80
	Локтевая Ulnar artery	54	50–59	0.77	0.67–0.82

При тщательном объективном осмотре определялись выраженные вегетативные симптомы, обусловленные вазомоторными нарушениями: цианотичный оттенок кожи кистей рук с проявлениями кружевного рисунка, снижение кожной температуры. Результаты исследования клинической симптоматики пациентов показали положительную пробу Боголепова, побледнение пальцев при напряжённом натягивании, снижение сухожильных рефлексов.

При рентгенологическом обследовании кистей рук у всех пациентов с ВБ II стадии отмечались трофические нарушения костной ткани – диффузная остеопения, множественные кисты в костях запястья – преимущественно в полулунной и головчатой костях, деформирующий остеоартроз межфаланговых, пястно-фаланговых и лучезапястных суставов с обеих сторон, выраженное сужение рентгеновских межсуставных щелей костей запястья.

Какие-либо изменения в клиническом и биохимическом анализах крови не определялись. Системные заболевания, вызывающие схожую клиническую картину, зарегистрированы не были.

При УЗ-обследовании магистральных артерий верхних конечностей в основной группе отмечались венозная дисциркуляция по венам предплечья, несостоятельность клапанного аппарата, выраженная S-образная и C-образная извитость хода лучевой и локтевой артерий больше в дистальной трети. Выраженных гемодинамически значимых стенозов, окклюзий и аневризм артерий предплечья не выявлено. Атеросклеротические бляшки, тромбозы по ходу сосудов предплечий не выявлены.

В ходе проводимого исследования для изучения сосудистого русла магистральных артерий верхних конечностей в норме контрольную группу сравнения составили 60 человек в возрасте от 32 до 63 лет. Распределение по полу было аналогичным основной группе. Данные обследования были представлены лицами в профессиях без физической нагрузки или с умеренным физическим напряжением – преподаватели высших учебных заведений, инженеры.

Результаты УЗИ-обследования артерий верхних конечностей в основной группе и группе контроля по описанной методике представлены в таблице.

Из приведённых в таблице данных видно, что пиковая систолическая скорость у пациентов с ВБ II стадии справа по лучевой артерии составила в среднем 48 см/с (IQR 53–64), индекс резистентности 1,10 (IQR 1,00–1,20), по локтевой артерии 47 см/с (IQR 42–53), индекс резистентности 1,10 (IQR 1,00–1,20). Слева по лучевой артерии составила в среднем 46 см/с (IQR 41–51), индекс резистентности 1,10 (IQR 1,00–1,20), по локтевой артерии 47 см/с (IQR 42–53), индекс резистентности 1,10 (IQR 1,00–1,20).

В контрольной группе данные показатели были следующие: справа по лучевой артерии пиковая систолическая скорость в среднем 55 см/с (IQR 53–64), индекс резистентности 0,75 (IQR 0,75–0,80), по локтевой артерии 54 см/с (IQR 50–59), индекс резистентности 0,77 (IQR 0,67–0,82). Слева по лучевой артерии составила в среднем 55 см/с (IQR 53–64), индекс резистентности 0,75 (IQR 0,75–0,80), по локтевой артерии 54 см/с (IQR 50–59), индекс резистентности 0,77 (IQR 0,67–0,82).

Таким образом, для ВБ II стадии от воздействия локальной и общей вибрации характерно снижение пульсовой скорости на локтевой и лучевой артериях симметрично на обеих сторонах при выраженном повышении показателей периферического сопротивления.

Обсуждение

На сегодняшний день не существует единого стандарта объективной диагностики и классификации степени выраженности сосудистых нарушений при ВБ. Активно используются ранее дополнительные методы исследования в виде околоногтевой капилляроскопии, реовазографии дают неполную и косвенную информацию о состоянии сосудов при данной патологии [8, 21]. Изучая периферические сосудистые реакции на вибрационный раздражитель, нельзя ограничиваться определением показателей только систолической и диастолической скорости, необходимо учитывать и выраженное повышение тонуса артерий. Учитывая, что сосудистая система относится к числу наиболее лабильных в организме, вполне возможно допустить возникновение таких сосудистых реакций, когда большие изменения изучаемой функции в любой отрезок времени воздействия могут соответствовать меньшей интенсивности или продолжительности воздействия вибрации и наоборот. Поэтому целесообразно осуществлять УЗ-обследование верхних конечностей на всех стадиях развития ВБ и получать достоверную и объективную информацию о состоянии периферической гемодинамики, проследить за глубиной и фазностью сосудистых реакций в зависимости от клинической картины и жалоб пациента.

Из приведённых данных клинико-ультразвукового обследования можно предположить, что состояние гемодинамики тесно связано с обменными процессами в тканях. Изменения последних вызываются нарушением оксигенации тканей, что даёт возможность определить характерные сочетания гипоксии с нарушениями сосудистого тонуса.

Заключение

Таким образом, метод ультразвукового обследования магистральных артерий верхних конечностей на сегодняшний день является наиболее доступным и безопасным методом исследования сосудистой системы при ВБ II стадии, повышающим объективизацию принятых решений по связи данного заболевания с профессией.

Для вибрационной болезни II стадии от воздействия локальной и общей вибрации характерно снижение пульсовой скорости на локтевой и лучевой артериях симметрично на обеих сторонах при выраженном повышении показателей периферического сопротивления, что в свою очередь может свидетельствовать об ангиоспастическом синдроме выраженной степени, вплоть до генерализованного.

Литература

(п.п. 16, 17, 22, 23 см. References)

1. Кочетова О.А., Куприна Н.И., Малькова Н.Ю., Шилов В.В. Профессиональные полиневропатии верхних конечностей – современные подходы к диагностике, лечению и профилактике. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; (3): 6–9.
2. Кочетова О.А., Малькова Н.Ю., Куприна Н.И. Состояние здоровья у лиц с профессиональной полиневропатией верхних конечностей. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(12): 1226–30. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1226-1230>
3. Кочетова О.А., Малькова Н.Ю. Особенности профессиональных полиневропатий в практике невролога-профпатолога. В кн.: *Материалы XII Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье» V Всероссийского съезда врачей-профпатологов*. М.; 2013: 272–3.
4. Улановская Е.В., Трофимова Т.Н., Шилов В.В., Орницан Ю.Э., Андренко О.Н. Возможности метода ультразвукового исследования в ранней диагностике профессионального миофиброза. *Лучевая диагностика и терапия*. 2016; (3): 69–72.
5. Алексеев С.В., Микулинский А.М., Шейман Л.С. *Методы исследования вибрации и мышечных нагрузок, воздействующих на оператора ручных машин*. Горький; 1982.
6. Кончаловский Н.М. *Сердечно-сосудистая система при действии профессиональных факторов*. М.: Медицина; 1976.
7. Кочетова О.А., Малькова Н.Ю. Изучение условий труда лиц с профессиональной полиневропатией верхних конечностей. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(7): 636–41. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-7-636-640>
8. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 г.». М.; 2019.
9. Куприна Н.И., Малькова Н.Ю., Кочетова О.А., Улановская Е.В. *Способ дифференциальной диагностики периферического ангиодистонического синдрома верхних конечностей профессиональной этиологии*. Патент РФ № 2020104317; 2020.
10. Азовская Т.А., Вакурова Н.В. О проблемах классификации вибрационной болезни. *Гигиена, токсикология, профпатология: традиции и современность*. В кн.: *Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 125-летию основания Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана*. М.; 2016: 409–14.
11. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Прокопенко Л.В. Вопросы профессиональной заболеваемости: ретроспектива и современность. В кн.: *Материалы XI Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье»*. М.; 2012: 36.
12. Попова А.Ю., Яцына И.В. Профессиональная заболеваемость в Российской Федерации. *Гигиена, токсикология, профпатология: традиции и современность*. В кн.: *Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 125-летию основания Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана*. М.; 2016: 401–4.
13. Никанов А.Н., Скрипаль Б.А. *Теплоизионный метод исследования в диагностике профессиональных болезней у работников промышленного комплекса Крайнего Севера*. Апатиты; 2011.
14. Кончаловский Н.М. *Сердечно-сосудистая система при действии профессиональных факторов*. М.; 1976.
15. Микулинский А.М., Шейман Л.С., Радзюкевич Т.М. *Воздействие локальной вибрации и вопросы виброзащиты*. Горький; 1983.
16. Мойкин Ю.В., Киколов А.И. *Психофизиологические основы профилактики перенапряжения*. М.; 1987.
17. Артамонова В.Г., Мухин Н.А. *Профессиональные болезни*. М.: Медицина; 2006.
18. Лагутина Г.Н. Классификация вибрационной болезни в современных условиях с точки зрения доказательной медицины. В кн.: *Материалы научно-практической конференции «Связь заболевания с профессией с позиции доказательной медицины»*. Казань; 2011: 107–10.
19. Малькова Н.Ю., Попов А.В., Ушкова И.Н. Состояние здоровья лиц, работающих с тяжелыми физическими нагрузками и вибрацией на руки. *Экология человека*. 2012; (6): 21–4.

References

1. Kochetova O.A., Kuprina N.I., Mal'kova N.Yu., Shilov V.V. Occupational polyneuropathy of upper limbs – contemporary approach to diagnosis, treatment and prevention. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2018; (3): 6–9. (in Russian)
2. Kochetova O.A., Mal'kova N.Yu., Kuprina N.I. Study of the health state in patients with occupational polyneuropathy of upper extremities. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(12): 1226–30. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1226-1230> (in Russian)
3. Kochetova O.A., Mal'kova N.Yu. Features of professional polyneuropathies in the practice of a neurologist-occupational pathologist. In: *Materials of the XII All-Russian Congress «Profession and Health» of the V All-Russian Congress of Professional Pathologists [Materialy XII Vserossiyskogo kongressa «Professiya i zdorov'e» V Vserossiyskogo s'ezda vrachev-profpatologov]*. Moscow; 2013: 272–3. (in Russian)
4. Ulanovskaya E.V., Trofimova T.N., Shilov V.V., Ornitcan Yu.E., Andreenko O.N. The possibilities of ultrasound study in early occupational myofibrosis revealing. *Luchevaya diagnostika i terapiya*. 2016; (3): 69–72. (in Russian)
5. Alekseev S.V., Mikulinskiy A.M., Sheyman L.S. *Methods of Studying Vibration and Muscle Loads Affecting the Operator of Manual Machines [Metody issledovaniya vibratsii i myshechnykh nagruzok, vozdeystviyushchikh na operatora ruchnykh mashin]*. Gor'kiy; 1982. (in Russian)
6. Konchalovskiy N.M. *The Cardiovascular System under the Action of Professional Factors [Serdechno-sosudistaya sistema pri deystvii professional'nykh faktorov]*. Moscow: Meditsina; 1976. (in Russian)
7. Kochetova O.A., Mal'kova N.Yu. Study of working conditions in patients with occupational polyneuropathy of upper extremities. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(7): 636–41. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-7-636-640> (in Russian)
8. State Report «On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2019». Moscow; 2019. (in Russian)
9. Kuprina N.I., Mal'kova N.Yu., Kochetova O.A., Ulanovskaya E.V. Method of differential diagnosis of peripheral angiodystonic syndrome of the upper extremities of professional etiology. Patent № 2020104317; 2020. (in Russian)
10. Azovskaya T.A., Vakurova N.V. On the problems of classification of vibration disease. Hygiene, toxicology, porphpathology: traditions and modernity. In: *Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation Dedicated to the 125th Anniversary of the Foundation of the Federal Scientific Center for Hygiene Named after F. F. Erisman [Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 125-letiyu osnovaniya Federal'nogo nauchnogo tsentra gigieny im. F.F. Erismana]*. Moscow; 2016: 409–14. (in Russian)
11. Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Prokopenko L.V. Questions of occupational morbidity: a retrospective and modernity. In: *Materials of the XI All-Russian Congress «Profession and Health» [Materialy XI Vserossiyskogo kongressa «Professiya i zdorov'e»]*. Moscow; 2012: 36. (in Russian)
12. Popova A.Yu., Yatsyna I.V. Occupational morbidity in the Russian Federation. Hygiene, toxicology, occupational pathology: traditions and modernity. In: *Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation Dedicated to the 125th Anniversary of the Foundation of the Federal Scientific Center for Hygiene Named after F. F. Erisman [Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 125-letiyu osnovaniya Federal'nogo nauchnogo tsentra gigieny im. F.F. Erismana]*. Moscow; 2016: 401–4. (in Russian)
13. Nikanov A.N., Skripal' B.A. *Thermal Imaging Method of Research in the Diagnosis of Occupational Diseases in Workers of the Industrial Complex of the Far North [Teplovizionnyy metod issledovaniya v diagnostike professional'nykh bolezney u rabotnikov promyshlennogo kompleksa kraynego Severa]*. Apatity; 2011. (in Russian)
14. Konchalovskiy N.M. *The Cardiovascular System under the Action of Professional Factors [Serdechno-sosudistaya sistema pri deystvii professional'nykh faktorov]*. Moscow; 1976. (in Russian)
15. Mikulinskiy A.M., Sheyman L.S., Radzyukovich T.M. *The Impact of Local Vibration and Issues of Vibration Protection [Vozdeystvie lokal'noy vibratsii i voprosy vibrozashchity]*. Gor'kiy; 1983. (in Russian)
16. Poole C.J.M., Cleveland T.J. Vascular hand-arm vibration syndrome-magnetic resonance angiography. *Occup. Med. (Lond.)*. 2016; 66(1): 75–8. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqv151>
17. Noël B., Holtz J., Savolainen H., Depairon M. Hand-arm vibration syndrome with proximal ulnar artery occlusion. *Vasa*. 1998; 27(3): 176–8.
18. Moykin Yu.V., Kikolov A.I. *Psychophysiological Bases of Prevention of Overexertion [Psikhofiziologicheskie osnovy profilaktiki perenapryazheniya]*. Moscow; 1987. (in Russian)
19. Artamonova V.G., Mukhin N.A. *Occupational Diseases [Professional'nye bolezni]*. Moscow: Meditsina; 2006. (in Russian)
20. Lagutina G.N. Classification of vibration disease in modern conditions from the point of view of evidence-based medicine. In: *Materials of the Scientific and Practical Conference «Connection of the Disease with the Profession from the Position of Evidence-Based Medicine» [Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Svyaz' zabolevaniya s professiyey s pozitsii dokazatel'noy meditsiny»]*. Kazan'; 2011: 107–10. (in Russian)
21. Mal'kova N.Yu., Popov A.V., Ushkova I.N. Health status of workers exposed to heavy physical loads and hand vibration. *Ekologiya cheloveka*. 2012; (6): 21–4. (in Russian)
22. Nieradko-Iwanicka B. Hand-arm vibration syndrome. *Reumatologia*. 2019; 57(6): 347–9. <https://doi.org/10.5114/reum.2019.90364>
23. Stahl S., Stahl A.S., Meisner C., Rahmani-Schwarz A., Schaller H.E., Lotter O. A systemic review of the etiopathogenesis of Kienbock's disease and critical appraisal of its recognition as an occupational disease related to hand-arm vibration. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2012; 13: 225. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-225>