

Профессиональные полиневропатии: состояние магистральных артерий верхних конечностей

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

²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, ул. Кирочная, 41, Санкт-Петербург, Россия, 191015

Введение. Профессиональные полиневропатии верхних конечностей — пример наиболее распространенной патологии вследствие физических перегрузок и функционального перенапряжения мышц верхних конечностей.

Цель исследования — изучение ультразвуковых количественных показателей анатомических структур артерий в норме и при профессиональной полиневропатии.

Материалы и методы. Ультразвуковым методом в В-режиме обследовались больные с полиневропатией от физических перегрузок и функционального перенапряжения в условиях стационара. Представлены результаты ультразвуковой оценки морфологического состояния магистральных артерий предплечья при профессиональной полиневропатии от физической перегрузки и функционального перенапряжения. Критериями отбора пациентов в исследовании являлись: наличие выраженных клинических проявлений полиневропатии, подтвержденное инструментальными методами исследования, данные санитарно-гигиенической характеристики условий труда, указывающие на контакт с физическими перегрузками на рабочем месте, отсутствие хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы (ишемической болезни сердца, ревматических, онкологических, инфекционных заболеваний, пороков сердца, нарушений ритма и проводимости).

Результаты. Изучение ультразвуковых морфологических особенностей артерий верхних конечностей при профессиональной полиневропатии показало увеличение комплекса интима-медиа, уплотнение структуры сосудистой стенки в равной степени в лучевой и локтевой артерии. Выявленные изменения определялись с одинаковой частотой у мужчин и женщин. Исследование правой и левой руки показало наличие более выраженных изменений на стороне «работающей руки».

Заключение. Метод ультразвукового исследования магистральных артерий среднего калибра верхних конечностей на сегодняшний день является единственным доступным и объективным методом исследования морфологических изменений сосудистой системы при профессиональных полиневропатиях от функционального перенапряжения и физических перегрузок. В сравнении с контрольной группой у больных с полиневропатией достоверное уменьшение диаметра сосудов определялось на конечности, имеющей преимущественную нагрузку. Ультразвуковые изменения выявляются уже на начальных стадиях профессиональной полиневропатии верхних конечностей.

Ключевые слова: профессиональные полиневропатии; физические перегрузки; магистральные артерии; верхние конечности

Для цитирования: Куприна Н.И., Кочетова О.А., Шилов В.В., Улановская Е.В. Профессиональные полиневропатии: состояние магистральных артерий верхних конечностей. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-468-472>

Для корреспонденции: Куприна Надежда Игоревна, врач-рентгенолог, врач ультразвуковой диагностики федерального бюджетного учреждения науки «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора. E-mail: nadin20-sun@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Nadezhda I. Kuprina¹, Olga A. Kochetova^{1,2}, Viktor V. Shilov², Ekaterina V. Ulanovskaya¹

Professional polyneuropathy: an ultrasound study of arteries of upper extremities

¹North-West Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya str., St. Petersburg, Russia, 191036;

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 41, Kirochnaya str., St. Petersburg, Russia, 191015

Introduction. Professional polyneuropathy of the upper extremities is an example of the most common pathology due to physical overload and functional overstrain of the muscles of the upper extremities.

The aim of the study was to study the ultrasound quantitative parameters of the anatomical structures of the arteries in normal and professional polyneuropathy.

Materials and methods. Patients with polyneuropathy from physical overloads and functional overvoltage in hospital were examined by ultrasound in B-mode. The results of ultrasonic assessment of the morphological state of the main arteries of the forearm in professional polyneuropathy from physical overload and functional overvoltage are presented. The criteria for the selection of patients in the study were: the presence of severe clinical manifestations of polyneuropathy, confirmed by

instrumental methods of the study, the data of sanitary and hygienic characteristics of working conditions, indicating contact with physical overload in the workplace, the absence of chronic diseases of the cardiovascular system (coronary heart disease, rheumatic, oncological, infectious diseases, heart defects, arrhythmias and conduction).

Results. The study of ultrasound morphological features of the arteries of the upper extremities in professional polyneuropathy showed an increase in the intima-media complex, compaction of the structure of the vascular wall equally in the radial and ulnar arteries. The revealed changes were determined with the same frequency in men and women. The study of the right and left hands showed the presence of more pronounced changes on the side of the «working hand».

Conclusions. Today the method of ultrasound examination of the main arteries of the middle caliber of the upper extremities is the only available and objective method of studying the morphological changes of the vascular system in professional polyneuropathy from functional overvoltage and physical overload. In comparison with the control group in patients with polyneuropathy, a significant decrease in the diameter of the vessels was determined on the limb, which has a predominant load. Ultrasonic changes are detected at the initial stages of professional polyneuropathy of the upper extremities.

Key words: professional polyneuropathy; physical overload; main arteries; upper limbs

For citation: Kuprina N.I., Kochetova O.A., Shilov V.V., Ulanovskaya E.V. Professional polyneuropathy: the state of the main arteries of the upper extremities. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-468-472>

For correspondence: Nadezhda I. Kuprina, radiologist, doctor of ultrasonic diagnostics of the North-West Public Health Research Center. E-mail: nadin20-sun@yandex.ru

Funding: The study had no funding.

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

Введение. Профессиональные полиневропатии (ПНП) верхних конечностей — актуальная и распространенная патология периферической нервной системы, возникающая в результате действия физических перегрузок и функционального перенапряжения мышц верхних конечностей в сочетании с микротравмами кожи ладони (трение, давление, удары) у представителей разнообразных профессий (строительных, сельскохозяйственных и т. д.) [1–4]. Физические перегрузки могут быть не единственным фактором, приводящим к развитию этого заболевания, а действовать в комплексе с постоянным переохлаждением, вибрацией [5,6]. Как итог, развиваются чувствительные и вегетативные расстройства, обуславливающие типичную клиническую картину заболевания — полиневритические расстройства чувствительности на руках преимущественно дистального характера распределения по типу «перчаток», нарастание выраженности расстройств в дистальном направлении, симметричность чувствительных нарушений, частое появление болей и парестезий [1,7–9]. Наряду с этим у пациентов отмечаются и признаки нарушения периферического кровообращения: изменение окраски кожи, положительный симптом белого пятна, положительная проба Боголепова [2,5,10–12]. В настоящее время не существует единого стандарта объективной диагностики подобных сосудистых нарушений. Активно использовавшиеся ранее дополнительные методы исследования в виде ногтевой капилляроскопии, реовазографии не дают полной информации о состоянии сосудов при данной патологии. Кроме того, в литературе отсутствуют данные о морфологических изменениях в стенках сосудов магистрального типа при профессиональных ПНП, связанных с действием физических перегрузок и функционального перенапряжения мышц верхних конечностей.

Из данных литературы известно [1,12], что при вегетативно-сенсорной ПНП происходит местное рефлекторное перераспределение рецепторов периферических сосудов и околососудистых сплетений при механических, температурных и токсических воздействиях. Данные о показателях кровотока в магистральных артериях верхних конечностей достаточно противоречивы.

Цель исследования — изучение ультразвуковых количественных показателей анатомических структур артерий в норме и при профессиональной ПНП от действия физических перегрузок.

Исследование предусматривало решение следующих задач:

- Разработка методики ультразвукового исследования сосудов верхних конечностей при ПНП.
- Проведение анализа состояния сосудистой системы верхних конечностей у больных профессиональной ПНП верхних конечностей.
- Выявление и оценка степени изменений показателя диаметра и толщины комплекса интима-медиа.

Материалы и методы. В исследование были включены 68 женщин и мужчин с установленным диагнозом профессиональной вегетативно-сенсорной ПНП I и II степени. Обследованные пациенты были в трудоспособном возрасте: 29 женщин и 39 мужчин в возрасте от 41 до 58 лет, средний возраст 52 года. Пациенты были взяты с наиболее выраженными профессиональными клиническими признаками, такие как маляры, маляры-штукатуры, шахтеры (горнорабочие подземные, проходчики, горнорабочие очистного забоя). Пациенты обследованы в стационаре «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» по стандартной методике с использованием клинко-инструментальных методов [13–15]. В исследование не включались пациенты с ишемической болезнью сердца, ревматическими, онкологическими, инфекционными заболеваниями, пороками сердца, нарушениями ритма и проводимости. Для сравнительной оценки полученных данных обследованы 27 практически здоровых лиц: 12 мужчин и 15 женщин от 39 до 59 лет, средний возраст 45 лет, без выраженных физических перегрузок. Ультразвуковое сканирование магистральных артерий предплечья проводилось в В-режимах на ультразвуковом аппарате General Electrics Logic C5 Premium линейным датчиком 5–15 МГц на глубине 3,5–4 см по стандартной методике [16–18]. Сканирование проводилось в горизонтальном положении больного лежа на спине с отведенной верхней конечностью при совместном использовании продольного и поперечного сканирования артерий предплечий. Локтевая и лучевая артерии измерялись в дистальной части предплечья в зоне их наилучшей эхолокации — на 3–4 см выше запястья. Линейный датчик устанавливался в месте локтевого сгиба с последующим перемещением датчика дистально и продольно вдоль локтевой и лучевой артерии на правой и левой верхней конечности.

Количественные показатели толщины комплекса интима-медиа и диаметра на дистальном отделе локтевой и лучевой артерии у здоровых лиц и пациентов с профессиональной полиневропатией**Quantitative indicators of intima-media complex thickness and diameter on the distal ulnar and radial arteries in healthy individuals and patients with occupational polyneuropathy**

Группа	Локтевая артерия			Лучевая артерия		
	Диаметр, мм	ТКИМ, мм	2×ТКИМ/ /диаметр, мм	Диаметр, мм	ТКИМ, мм	2×ТКИМ/ /диаметр, мм
Больные ПНП, n=68	1,80±0,10	0,29±0,04	0,32±0,03	1,85±0,10	0,29±0,04	0,31±0,02
Здоровые, n=27	2,17±0,09	0,19±0,02	0,17±0,01	2,24±0,10	0,20±0,03	0,18±0,02

При ультразвуковом исследовании в В-режиме проводилась качественная оценка состояния просвета и стенок артерий, отмечалось наличие атеросклеротических бляшек, стенозов, отложения кальция, особенности хода артерий, наличие изгибов [13,19,20]. В В-режиме измерялись следующие показатели: диаметр сосуда (трансдвентициальный диаметр сосуда), толщина комплекса интима-медиа — ТКИМ (в зоне стандартной оценки — дистального отдела артерий на 3–4 см выше запястья), измерялась задняя стенка внутренней оболочки [21].

Были изучены корреляционные связи диаметра и ТКИМ с возрастом у здоровых и больных с диагнозом профессиональной ПНП, что более достоверно характеризует степень увеличения толщины интима-медиа [22–24]. Диаметр сосуда прямо пропорционален толщине интима-медиа (чем больше диаметр, тем больше толщина интима-медиа), по этой причине корреляция диаметра и толщины интима-медиа рассчитывалась по предложенной формуле $2 \times \text{ТКИМ} (\text{мм}) / \text{диаметр сосуда} (\text{мм})$ [13,23,25]. Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась с использованием программы IBM SPSS Statistics v. 22. Нормальное распределение основных показателей оценивалось с помощью одновыборочного критерия Колмогорова-Смирнова.

Результаты. При изучении особенностей хода артерий было выявлено наличие больших изгибов у больных с профессиональной ПНП верхних конечностей по сравнению со здоровыми лицами вне зависимости от возраста. В норме сосудистая стенка не утолщена, не уплотнена, с ровными, четкими контурами, просвет сосудов в режиме цветового доплеровского картирования свободен. Количественные показатели оценки стенок лучевой и локтевой артерий в контрольной группе и у больных с полиневропатией представлены в таблице (таблица).

Измерение количественных параметров состояния стенок сосудов в группе сравнения показало следующее: диаметр лучевой артерии составил $2,24 \pm 0,10$ мм, а локтевой $2,17 \pm 0,09$ мм; толщина комплекса интима-медиа (в зоне стандартной оценки) равнялась $0,19 \pm 0,02$ мм на локтевой артерии и $0,20 \pm 0,03$ мм на лучевой артерии.

В группе пациентов с профессиональной ПНП верхних конечностей в обеих исследованных артериях изменения встречаются в равной степени с одинаковой частотой с преимущественным поражением «работающей руки». В исследовании основное внимание уделялось оценке магистральных артерий предплечья, однако при осмотре артерий дополнительно производилась оценка венозной системы, отмечалось нарушение венозного оттока, расширение вен.

При исследовании лучевой артерии у больных с ПНП выявлено снижение диаметра по сравнению с контрольной группой, составляющее $1,75–1,95$ мм. Аналогичная тенден-

ция отмечалась и в локтевой артерии ($1,70–1,90$ мм). Толщина комплекса интима-медиа была значительно выше (до $0,3$ мм (на $25–30\%$)) на лучевой и на локтевой артериях по сравнению с контрольной группой.

Обсуждение. Описанные изменения отмечались с одинаковой частотой у мужчин и женщин. Исследование кровотока по локтевой и лучевой артериям правой и левой рук показало несколько более значительные изменения на стороне «работающей руки», преимущественно на правой стороне, по причине большей частоты встречаемости правой. Стенозов, окклюзий и аневризм при осмотре магистральных артерий у больных ПНП выявлено не было, артерии были полностью проходимы. Стенка имела ровный четкий контур, без акустических дефектов.

При ультразвуковом исследовании оценка морфологических изменений в артериях крупного калибра производится непосредственно путем визуального осмотра сосудистой стенки, в то время как в артериях среднего диаметра вывод о просвете и целостности сосуда делается на основании изменения плоскости сканирования и использовании режима цветового доплеровского картирования [26–28].

На сегодняшний день существуют публикации по изменению стенок артерий у больных с вибрационной болезнью методом реовазографии [3,29]. В данной статье впервые описываются закономерности изменения просвета артерий у больных с профессиональной полиневропатией от воздействия физических перегрузок с использованием метода ультразвуковой диагностики.

Заключение. Ультразвуковой метод исследования позволяет дать объективное количественное изменение толщины комплекса интима-медиа и толщины магистральных артерий среднего калибра. При профессиональной ПНП верхних конечностей изменения в сосудах наблюдаются на морфологическом уровне — в виде утолщения комплекса интима-медиа в дистальных участках лучевой и локтевой артерии, также отмечается уменьшение диаметра лучевой и локтевой артерии в дистальном отделе и значительное утолщение величины ТКИМ. Эти изменения указывают на органические изменения и повреждения в сосудах при физических перегрузках и функциональном перенапряжении мышц верхних конечностей.

При профессиональных ПНП выявленные изменения в магистральных артериях верхних конечностей можно рассматривать в рамках периферического ангиодистонического синдрома, который по данным ультразвукового исследования выявляется уже на начальных стадиях заболевания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грацианская Л.Н., Элькин М.А. Профессиональные заболевания конечностей от функционального перенапряжения. Л.: Медицина; 1984.

2. Измеров Н.Ф., ред. *Профессиональная патология: национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011.
3. Артамонова В.Г., Мухин Н.А. *Профессиональные болезни*. М.: Медицина; 2006.
4. 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.
5. Измеров Н.Ф., ред. *Руководство по профессиональным болезням*. М.: Медицина; 1983.
6. Тарасова Л.А. Профессиональные заболевания периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата от функционального (физического) перенапряжения. В кн.: *Материалы Всесоюзной конференции, Юрмала, 19–21 декабря 1990 г. Актуальные вопросы профессиональной патологии*. М.: 1990; вып. 42, т. I: 165–6.
7. Милутка Е.В., Дедкова Л.Е. *Профессиональные заболевания периферической нервной системы от физических перегрузок и функционального перенапряжения*. СПб: СЗГМУ им. И.И. Мечникова; 2014.
8. Жулев Н.М., ред. *Невропатии*. Руководство для врачей. СПб: Издательский дом СПб МАПО; 2005.
9. Кочетова О.А., Малькова Н.Ю. Характеристика болевого синдрома у больных с профессиональной полиневропатией верхних конечностей. *Медицина труда и промышленная экология*. 2015; 11:17–20.
10. 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.
11. Измеров Н.Ф., ред. *Профессиональные болезни*. М.: Издательский центр «Академия»; 2011.
12. Грацианская Л.Н., Ковшило В.Е., ред. *Справочник по профессиональной патологии*. Л.: Медицина; 1981.
13. Цвибель В.Дж., Пеллерито Дж.С. *Ультразвуковое исследование сосудов*. М.: ВидарМ; 2008.
14. Султанов Д.Д., Усманов Н.У., Гаиров А.Д. Клиника и диагностика хронической ишемии верхних конечностей. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 1998; 2: 29–35.
15. Zwiebel W.J. Orlando; N.Y., ed. *Introduction to Vascular Ultrasonography*. L.: Grune & Stratton, Inc.; 1986.
16. Kempczinski R.F., Yao J.S.T., ed. *Practical Noninvasive Vascular Diagnosis*. Chicago; L.: year Book Medical Publ., Inc.; 1982.
17. Lockhart M.E., Robbin M.L., Allon M: Preoperative sonography radial artery evaluation and correlation with subsequent radiocephalic fistula outcome. *Ultrasound Med*. 2004; 33: 161–8.
18. Zwiebel W.J. *Introduction to Vascular Ultrasonography*, Philadelphia: Saunders; 2000.
19. Girerd X, Giannattasio C, Moulin C, Safar M, Mancia G, Laurent S. Regression of radial artery wall hypertrophy and improvement of carotid artery compliance after long-term antihypertensive treatment in elderly patients. *Journal of the American College of Cardiology*. 1998; 31(5): 1064–73.
20. Покровский А.В. *Заболевания аорты и ее ветвей*. М.: Медицина; 1979.
21. Hershey F.B., Barnes R.W., Sumner D.S. *Noninvasive Diagnosis of Vascular Disease*. Pasadena: Appleton Davies; 1984.
22. Никитин Ю.М., Труханов А.И., ред. *Ультразвуковая доплеровская диагностика сосудистых заболеваний*. М.: Видар; 1998.
23. Зубарев А.Р., Григорян Р.А. *Ультразвуковое ангиосканирование*. М.: Медицина; 1991.
24. Агаджанова Л.П. *Ультразвуковая диагностика заболеваний ветвей дуги аорты и периферических сосудов*. Атлас. М.: Изд. дом ВИДАР-М; 2004.
25. Куликов В.П. *Цветовое дуплексное сканирование в диагностике сосудистых заболеваний*. Новосибирск: СО РАМН; 1997.
26. Robbins S.L. *Basic Pathology*. Philadelphia: Saunders; 1981.
27. Wiggers C. J. *Circulatory dynamics. Physiol. studies*. New York; 1954
28. Савельев В.С., Затевахин И.И. *Эмболии бифуркации аорты и магистральных артерий конечностей*. М.: Медицина; 1970.
29. Горенков Р.В., Любченко П.Н. Ультразвуковое исследование в В-режиме магистральных артерий верхних конечностей у больных вибрационной болезнью. *Мед. труда и пром. экол*. 2002; 3:24–27.

REFERENCES

1. Gratsianskaya L.N., El'kin M.A. *Occupational diseases of the limbs from functional overvoltage*. Leningrad: Meditsina; 1984 (in Russian).
2. Izmerov N.F., ed. *Professional Pathology: National Guide*. Moscow: GEOTAR-Media; 2011 (in Russian).
3. Artamonova V.G., Mukhin N.A. *Occupational Diseases*. Moscow: Meditsina; 2006 (in Russian).
4. 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. *Med. truda i prom. ekol*. 2018; 3: 6–9 (in Russian).
5. Izmerov N.F., ed. *Guide to occupational diseases*. Moscow: Meditsina; 1983 (in Russian).
6. Tarasova L.A. Occupational diseases of peripheral nervous system and support-locomotion system. In: *Materialy Vsesoyuznoj konferencii «Aktual'nye voprosy professional'noj patologii*. Moscow: 1990; 1(42): 165–166 (In Russian).
7. Milutka E.V., Dedkova L.E. *Professional'nye zabolovaniya perifericheskoy nervnoy sistemy ot fisicheskikh peregruzok i funktsional'nogo perenapryazheniya*. St. Petersburg: SZGMU im. I.I. Mechnikova; 2014 (in Russian).
8. Zhulev N.M., ed. *Nevropatii. Rukovodstvo dlya vrachey*. St. Peterburg: Izdatel'skiy dom SPb MAPO; 2005 (in Russian).
9. Kochetova O.A., Mal'kova N.YU. Characteristics of pain syndrome in patients with occupational polyneuropathy of the upper extremities. *Med. truda i prom. ekol*. 2015; 11: 17–20 (in Russian).
10. Kochetova O.A., Mal'kova N.YU. Features of professional polyneuropathy in the practice of the neurologist-occupational pathologist. In.: *Materials of the XII All-Russian Congress "Profession and Health" of the V All-Russian Congress of Occupational Pathology Doctors*. Moscow: 2013: 272–273 (in Russian).
11. Izmerov N.F., ed. *Occupational diseases*. Moscow: Akademiya; 2011 (in Russian).
12. Gratsianskaya L.N., Kovshilo V.Ye., ed. *Handbook of occupational pathology*. Leningrad: Meditsina; 1981 (in Russian).
13. Zwiebel V.J., Pellerito J.S. *Ultrasound examination of blood vessels*. Moscow: VidarM; 2008 (in Russian).
14. Sultanov D.D., Usmanov N.U., Gaibov A.D. Clinic and diagnosis of chronic ischemia of the upper extremities. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 1998; 2: 29–35 (in Russian).
15. Zwiebel W.J. Orlando; N.Y., ed. *Introduction to Vascular Ultrasonography*. L.: Grune & Stratton, Inc.; 1986.
16. Kempczinski R.F., Yao J.S.T., ed. *Practical Noninvasive Vascular Diagnosis*. Chicago; L.: year Book Medical Publ., Inc.; 1982.

17. Lockhart M.E., Robbin M.L., Allon M: Preoperative sonography radial artery evaluation and correlation with subsequent radiocephalic fistula outcome. *Ultrasound Med.* 2004; 33:161–8.
18. Zwiebel W.J. *Introduction to Vascular Ultrasonography*, Philadelphia: Saunders; 2000.
19. Girerd X, Giannattasio C, Moulin C, Safar M, Mancina G, Laurent S. Regression of radial artery wall hypertrophy and improvement of carotid artery compliance after long-term antihypertensive treatment in elderly patients. *Journal of the American College of Cardiology.* 1998; 31(5):1064–1073.
20. Pokrovskiy A.V. *Diseases of the aorta and its branches*. Moscow: Meditsina; 1979 (in Russian).
21. Hershey F.B., Barnes R.W., Sumner D.S. *Noninvasive Diagnosis of Vascular Disease*. Pasadena: Appleton Davies; 1984.
22. Nikitin Yu.M., Trukhanov A.I., red. *Ultrasonic Doppler diagnostics of vascular diseases*. Moscow: Vidar; 1998 (in Russian).
23. Zubarev A.R., Grigoryan R.A. *Ultrasound angiography*. Moscow: Meditsina; 1991 (in Russian).
24. Agadzhanova L.P. *Ultrasound diagnosis of diseases of the branches of the aortic arch and peripheral vessels*. Atlas. Moscow: Izd. dom VIDAR-M; 2004 (in Russian).
25. Kulikov V.P. *Color duplex scanning in the diagnosis of vascular diseases*. Novosibirsk: SO RAMN; 1997 (in Russian).
26. Robbins S.L. *Basic Pathology*. Philadelphia: Saunders; 1981.
27. Wiggers C. J. *Circulatory dynamics*. *Physiol. studies*. New York; 1954
28. Savel'yev V.S., Zatevakhin I.I. *Embolism of the aortic bifurcation and main arteries of the extremities*. Moscow: Meditsina; 1970 (in Russian).
29. Gorenkov R.V., Lyubchenko P.N. Ultrasound examination in B-mode of the main arteries of the upper extremities in patients with vibration disease. *Med. truda i prom. ecol.* 2002; 3:24–27.

Дата поступления / Received: 31.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.08.2019

Дата публикации / Published: 26.08.2019