

# Комплексное ультразвуковое исследование сосудов и периферических нервов у пациентов с синдромом диабетической стопы

Шуст Ю.А., Лебедева Е.В., Жестовская С.И.

ГБОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, Красноярск, Россия

Краевая клиническая больница г. Красноярск, Россия

## A Comprehensive Ultrasound Examination of Vessels and Peripheral Nerves in Patients with Diabetic Foot Syndrome

Shust Yu.A., Lebedeva E.V., Zhestovskaya S.I.

Professor V. F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk state medical University, Krasnoyarsk, Russia

Regional clinical hospital, Krasnoyarsk, Russia

**Цель исследования:** оценить возможности ультразвукового исследования (УЗИ) в диагностике состояния нервов у пациентов с сахарным диабетом с клиническими проявлениями синдрома диабетической стопы (СДС) и сопоставить полученные данные с результатами электронейромиографии (ЭНМГ).

**Материал и методы.** Обследовано 33 пациента из отделения гнойной хирургии с клиническими проявлениями СДС. Проведены комплексное УЗИ периферических нервов и артерий нижних конечностей, а также ЭНМГ.

**Результаты.** При комплексном УЗИ артерий и нервов нижних конечностей были выявлены признаки нейро- и ангиопатий одновременно. Изменения большеберцового нерва при УЗИ сочетались с отклонениями на ЭНМ-грамме в виде снижения проведения импульсов по нервному волокну в 29 (89,5%) случаях.

Дуплексное сканирование показало поражение артерий нижних конечностей и большеберцовых нервов у 30 (63%) пациентов.

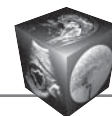
**Выводы.** Комплексное УЗИ является достаточно информативным методом диагностики в выявлении нейропатий у пациентов с сахарным диабетом, осложненным диабетической стопой. Данное обследование, в отличие от ЭНМГ, можно проводить в различных условиях и в любом месте (реанимационное отделение), не причиняя дискомфорта и болевых ощущений пациенту с сахарным диабетом, осложненным СДС, имеющему повреждение кожных покровов. Изменения периферических нервов у таких пациентов часто сочетаются с выраженными изменениями периферических артерий, поэтому возможность оценки сосудистого русла конечности по данным УЗИ позволяет расширить объем

**Для корреспонденции:** Шуст Юлия Александровна – отделение ультразвуковой диагностики Краевой клинической больницы г. Красноярск, 660022 Красноярск, ул. Партизана Железняка, 3а. Тел. +7-913-533-21-02. E-mail: yuliashust@yandex.ru

**Шуст Юлия Александровна** – врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой диагностики Краевой клинической больницы г. Красноярск, аспирант кафедры лучевой диагностики ИПО ГБОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» МЗ РФ, Красноярск; **Лебедева Елена Викторовна** – врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой диагностики Краевой клинической больницы г. Красноярск; **Жестовская Светлана Ивановна** – доктор мед. наук, профессор, заведующая кафедрой лучевой диагностики ИПО ГБОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» МЗ РФ, Красноярск.

**Contact:** Shust Yuliya Aleksandrovna – sonography Department of Regional clinical hospital of Krasnoyarsk, 660022 Krasnoyarsk, partisan Zheleznyak str., 3a. Phone: +7-913-533-21-02. E-mail: yuliashust@yandex.ru

**Shust Yuliya Aleksandrovna** – doctor of ultrasonic diagnostics of sonography Department of Regional clinical hospital of Krasnoyarsk, postgraduate of Department of radiodiagnosis of Professor V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk state medical university, Krasnoyarsk, Russia; **Lebedeva Elena Viktorovna** – doctor of ultrasonic diagnostics of Department of ultrasound of the Regional clinical hospital of Krasnoyarsk, Russia; **Zhestovskaya Svetlana Ivanovna** – doct. of med. sci., professor, head of Department of radiodiagnosis of Professor V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk state medical university, Krasnoyarsk, Russia.



полученных данных и непосредственно влияет на тактику лечения пациентов.

**Ключевые слова:** сахарный диабет, синдром диабетической стопы, ангиопатии, нейропатии, ультразвуковая диагностика, электронейромиография.

\*\*\*

**The aim:** an improvement of the algorithm of the examination the patients with diabetes mellitus (DM) with clinical manifestations of diabetic foot syndrome (DFS) using ultrasound diagnostics and to compare the obtained data with results of an electroneuromyography.

**Materials and methods.** Examination of 33 patients from the department of purulent surgery with clinical manifestations of DFS. Complex ultrasound examination of peripheral nerves and arteries of the lower extremities, as well as electroneuromyography.

**Results.** The signs of neuro- and angiopathy are received at a complex ultrasound examination of the arteries and nerves of the lower extremities simultaneously. Changes of a tibial nerve at ultrasonography were combined with deviations on ENMG in the form of decrease in carrying out impulses on nervous fiber in 29 (89.5%) cases. Duplex scanning has shown damage of arteries of the lower extremities and tibial nerves at 30 (63%) patients.

**Conclusion.** Complex ultrasonic research is rather informative method of diagnostics in the identification of neuropathy at patients with DM, complicated by DFS. This inspection, unlike an electroneuromyography, can be carried out in various conditions and in any place (intensive care department), without causing discomfort and pain to the patient with SD complicated to SDS having damages of integuments. Changes of peripheral nerves are often combined with the expressed changes of peripheral arteries at such patients therefore the possibility of an assessment of the vasculars of an extremity according to ultrasound allows to expand the volume of the obtained data and directly influences tactics of treatment of the patients.

**Key words:** diabetes mellitus, diabetic foot syndrome, angiopathy, neuropathy, diagnostic ultrasound, electroneuromyography.

\*\*\*

## Введение

Ангио- и нейропатии развиваются в результате метаболических и микрососудистых нарушений на фоне хронической гипергликемии [1, 2] и являются частыми осложнениями сахарного диабета (СД) с развитием синдрома диабетической стопы (СДС) [1, 3, 4]. Клиническими проявлениями нейропатии могут быть ощущение снижения чувствительности, позитивные неврологические симптомы (онемение, колющие, режущие боли, парестезии, жжение) в области пальцев ног, стопах, голенях [5]. Как правило, клинические симптомы СДС развиваются спустя 5 лет и более от начала основного заболевания. Патогенез поражения периферической нервной системы при СД весьма сложный и не до конца ясный. Длительная гипергликемия приводит, прежде всего, к метаболическим изменениям в нервных волокнах и нарушению процесса их кро-

воснабжения [4, 6]. Метаболические изменения преимущественно поражают нервные волокна, в результате чего возникают такие известные симптомы диабетической нейропатии, как парестезии и боли [7].

У пациентов с нейропатиями “золотым стандартом” в исследовании периферических нервов считается электронейромиография (ЭНМГ) [2, 8–10], при этом этот метод не позволяет получить изображение нервного ствола и выявить сегмент повреждения. При обострении воспалительно-некротического процесса мягких тканей голени провести ЭНМГ не представляется возможным, в таком случае ультразвуковой метод выходит на первый план и является достаточно информативным для динамического наблюдения за состоянием нервного ствола [1, 3]. Ультразвуковое исследование периферических нервов позволяет оценить структуру нервного волокна, его контуры и оболочки [1, 5, 6]. В клинической практике обследования пациентов с диабетической стопой остается актуальным вопрос дифференциальной диагностики ангио- и нейропатии. В алгоритме обследования таких пациентов для оценки кровотока в нижних конечностях применяют дуплексное сканирование (ДС) [11, 12]. Решение вопроса об изолированном или сочетанном поражении ангио- и нейропатии у пациентов с СДС послужило основанием для усовершенствования алгоритма обследования [2, 13].

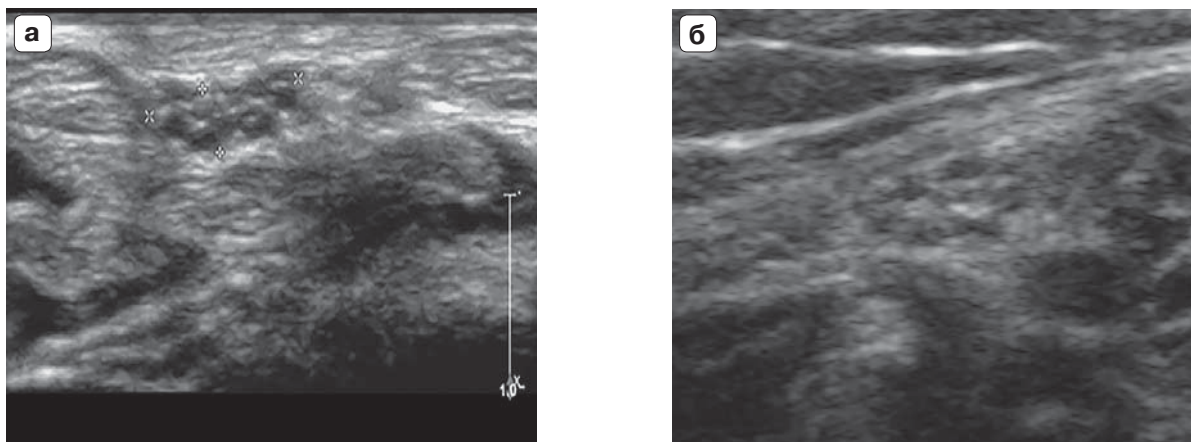
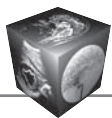
## Цель исследования

Оценить возможности ультразвукового исследования в диагностике состояния нервов у пациентов с СД с клиническими проявлениями СДС и сопоставить полученные данные с результатами ЭНМГ.

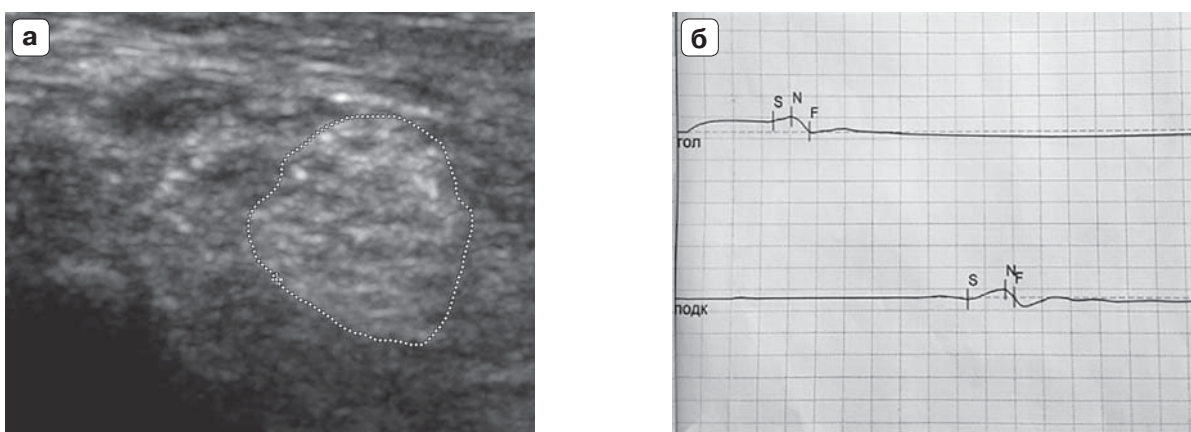
## Материал и методы

Обследовано 33 больных СД, средний возраст пациентов составил  $57 \pm 5$  лет, средний стаж заболевания – 12,4 года. У всех пациентов отмечали выраженные клинические проявления СДС (боль в ногах, онемение, жжение стоп, покраснение или бледность кожи, появление трофических язв). Всем пациентам выполняли исследование в объеме: комплексное ультразвуковое исследование и ЭНМГ.

Ультразвуковое исследование выполняли на ультразвуковом аппарате Logik 9 PhilipsiU 22 линейным датчиком от 6 до 12 МГц. Исследование включало: осмотр большеберцовых нервов в В-режиме и артерий нижних конечностей с оценкой подвздошного, бедренного и подколенного сегментов в режиме ДС с цветовым доплеровским



**Рис. 1.** УЗ-изображения срединного (а, помечен метками) и большеберцового (б) нерва в норме.



**Рис. 2.** Большеберцовый нерв при СД. а – УЗ-изображение, контуры нерва (обведен пунктиром) нечеткие, эхогенность повышена, дифференцировка на волокна не выражена; б – электронейромиограмма, отмечается в виде снижения пиков.

картированием (ЦДК) в соответствии со стандартным протоколом.

Ультразвуковую диагностику большеберцового нерва проводили в сравнении со срединным нервом (рис. 1) с оценкой четкости контуров нервных стволов, эхогенности, дифференцировки на волокна.

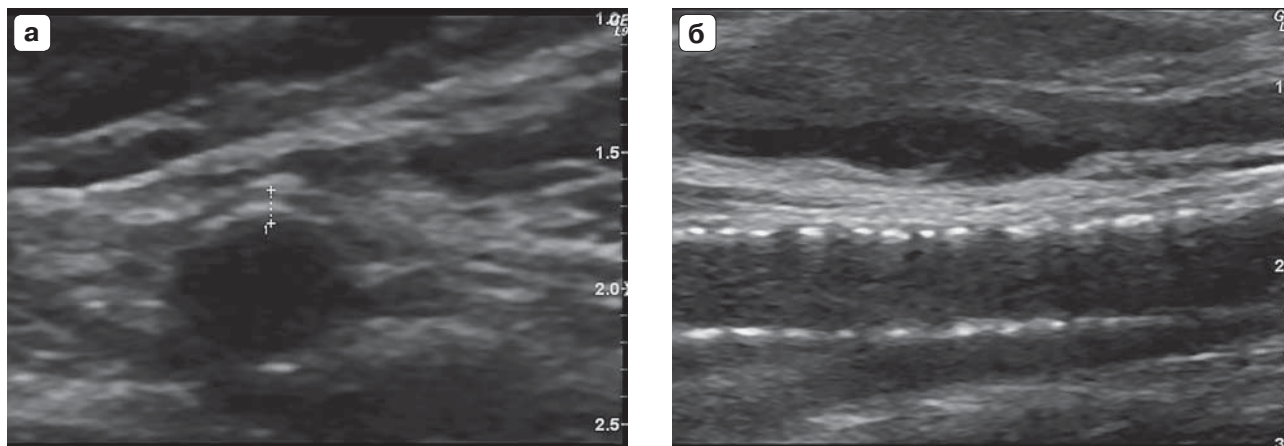
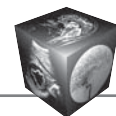
ЭНМГ выполняли на аппарате Нейроман методом стимуляционной ЭНМГ. На электронейромиограмме фиксировали передачу импульсов по нервному волокну в виде графического изображения.

### Результаты и их обсуждение

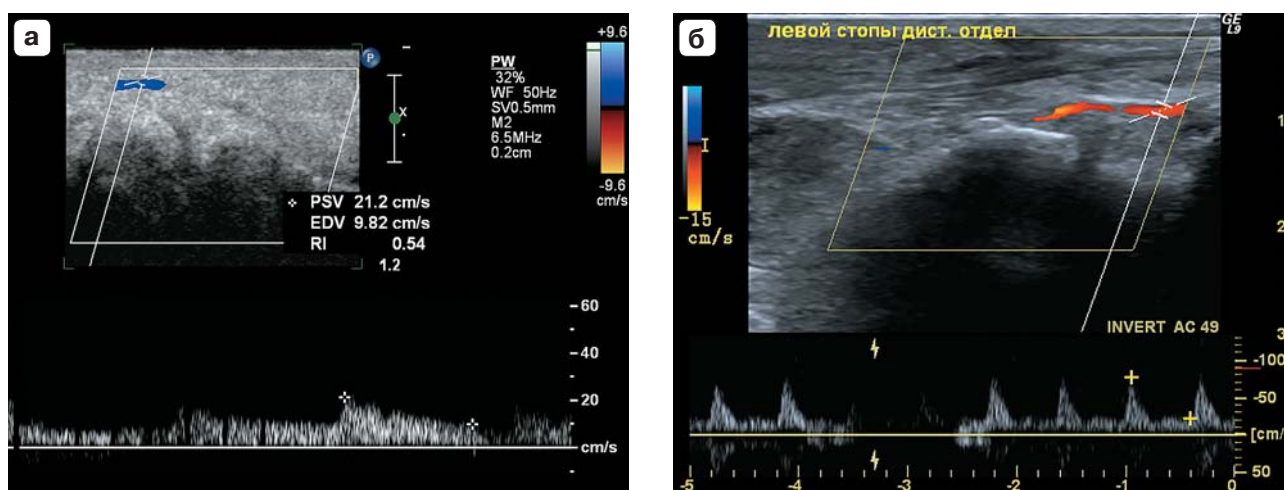
При ультразвуковом исследовании большеберцового нерва у 30 (91%) пациентов с СД с проявлениями СДС были выявлены: изменения дифференцировки на волокна, эхогенность была нормальная или повышенная, граница от окружающих тканей нечеткая (рис. 2, а).

Полученные данные ЭНМГ в 29 (89,5%) случаях соответствовали снижению проведения импульсов

по нервному волокну (рис. 2, б). Следует отметить, что у 4 (10,5%) пациентов было снижение проведения нервного импульса по результатам ЭНМГ, в то время как по данным ультразвукового исследования большеберцового нерва изменений не было выявлено. Вероятнее всего, это обусловлено тем, что структурные изменения нервного волокна визуализируются на эхограмме позже, чем регистрируются нарушения проведения нервного импульса по нерву, именно поэтому ЭНМГ является самым чувствительным и информативным методом в диагностике повреждения нервного волокна различной этиологии. Однако при проведении ЭНМГ при СД противопоказаниями являются выраженные проявления СДС в виде повреждений кожных покровов (язвенно-некротические повреждения на коже голени), в то время как при выполнении ультразвукового исследования это не является препятствием для проведения исследования и не доставляет пациенту болевых ощущений.



**Рис. 3.** УЗ-изображения изменения стенки передней большеберцовой артерии при поперечном (а) и продольном (б) сканировании, утолщение комплекса ИМ (помечен метками) с гиперэхогенными включениями в структуре.



**Рис. 4.** УЗ-изображения артерий нижних конечностей 1 – 2 сегмента при стенозах в режиме ДС. а – коллатеральный тип кровотока, регистрируется в артериях при гемодинамически значимых стенозах; б – магистральный кровоток, регистрируется в артериях при гемодинамически незначимых стенозах.

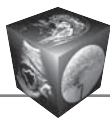
Изменения периферических нервов у пациентов с СД, осложненным СДС, чаще всего сочетаются с выраженными изменениями периферических артерий. При ДС поражение стенок артерий было выявлено у всех пациентов. В стенках большеберцовых артерий на границы интимы и меди (ИМ) визуализировали фрагментарно расположенные гиперэхогенные включения размером до 1–2 мм как начальные проявления склероза Менкеберга (рис. 3) – у 4 (12,1%) пациентов. У остальных 29 (87,9%) больных отмечали утолщение ИМ и повышение эхогенности всех слоев стенки с полным исчезновением дифференцировки на слои с множественными гиперэхогенными включениями, которые в большинстве случаев сливались между собой в берцовых и подколенных артериях.

Гемодинамически значимые стенозы выявили у 25 (75,7%) человек, при этом дистальнее стено-

зов в артериях регистрировали коллатеральный тип кровотока (рис. 4, а). Из них у 8 (24,2%) обследованных наблюдали окклюзию артерий нижних конечностей 1–2 сегментов. В окклюзированных участках просвет сосуда не окрашивался при ЦДК. Гемодинамически незначимые стенозы диагностированы у 12 (36,3%) человек. В этих случаях во всех артериях нижних конечностей регистрировали магистральный кровоток (рис. 4, б).

В литературе отмечены данные о комплексных исследованиях при нейропатиях, включающих оценку клинических проявлений и изменений при ЭНМГ [1, 6], однако работ, посвященных комплексному ультразвуковому исследованию нервов и сосудов у больных СД, осложненным СДС, в доступной литературе нами не найдено.

Одним из положительных аспектов проведения ультразвукового исследования является то, что



процедура легко выполняется непосредственно в месте локализации болевых ощущений или в проекции повреждения кожных покровов, что является противопоказанием к проведению ЭНМГ [1, 2, 5]. Изменения периферических нервов при ультразвуковом исследовании выявили у 30 (63%) пациентов с выраженными проявлениями СДС, как правило, в сочетании с гемодинамически значимыми стенозами и окклюзиями артерий нижних конечностей. Полученные нами данные показывают целесообразность расширения алгоритма обследования пациентов при клинических проявлениях нейропатии за счет ультразвукового исследования периферических нервов.

### Заключение

Комплексное ультразвуковое исследование является достаточно информативным методом диагностики в выявлении нейропатий у пациентов с СД, осложненном диабетической стопой. Данное обследование, в отличие от ЭНМГ, можно проводить в различных условиях и в любом месте (реанимационное отделение), не причиняя дискомфорта и болевых ощущений пациенту с СД, осложненным СДС, имеющему повреждение кожных покровов. Изменения периферических нервов у таких пациентов часто сочетаются с выраженными изменениями периферических артерий, поэтому возможность оценки сосудистого русла конечности по данным ультразвукового исследования позволяет расширить объем полученных данных и непосредственно влияет на тактику лечения пациентов.

### Список литературы

1. Кошиков П.С., Зеленин В.Н., Кошикова И.Н., Гольдберг О.А. Тарзальный туннельный синдром у больных сахарным диабетом. Сибирский медицинский журнал. 2009; 3: 23–27.
2. Вишневецкий К.А., Румянцев А.Ш., Коростелева А.К. Пилотное исследование накожной билатеральной электромиостимуляции нижних конечностей во время гемодиализа. Нефрология. 2014; 18 (1): 53–61.
3. Заплавнова О.Д., Шайдурова О.С., Пантюков Д.А. Опыт лечения больных с синдромом диабетической стопы в городе Барнауле. Сахарный диабет. 2011; 53 (4): 24–28.
4. Максимова Н.В. Симптомы диабетической стопы: патогенез и принципы дифференциальной диагностики. Медицинский вестник. Портал российского врача. 2014; 5: 58–62.
5. Храмин В.Н. Диабетическая полинейропатия: грани проблемы. Doktor.ru. 2012; 7 (75): 100–107.
6. Aiman D., Bosnjak J., Strineka M. et al. Median nerve imaging using high-resolution ultrasound in healthy subjects. Acta Clin. Croat. 2009; 48 (3): 265–269.

7. Самохвалова В.В. Редкие формы диабетической полинейропатии. Крымский терапевтический журнал. 2013; 1: 39–41.
8. Barker A.R., Rosson G.D., Dellon A.L. Outcome of neurolysis for failed tarsal tunnel surgery. J. Reconstr. Microsurg. 2008; 24 (2): 111–118.
9. Широков В.А., Бахтерева Е.В., Лейерман Е.Л., Макарь Т.В. Компрессионные невропатии верхних конечностей: патофизиологические особенности, подходы к диагностике (обзор литературы). Российский журнал боли. 2011; 1: 38–42.
10. Еськин Н.А. Ультразвуковая диагностика в травматологии и ортопедии. М.: Медицина, 2012: 371–386.
11. Лелюк В.Г., Лелюк С.Э. Ультразвуковая ангиология. М.: Реал тайм, 2007: 207–210.
12. Malik R.A. Diabetic foot for surgeons. Handb. Clin. Neurol. 2014; 126: 249–259.
13. Шумилина М.В. Комплексная ультразвуковая диагностика патологии периферических сосудов. М.: НЦССХ им. Бакулева РАМН, 2012: 17–96.

### References

1. Koshikov P.S., Zelenin V.N., Koshikova I.N., Goldberg O.A. Tarsal tunnel syndrome in patients with diabetes mellitus. Sibirskiy meditsinskiy zhurnal. 2009; 3: 23–27. (In Russian)
2. Visnievsky K.A., Rumyantsev A.Sh., Korosteleva A.K. A pilot study of cutaneous electrical myostimulation bilateral lower extremities during hemodialysis. Nephrologiya. 2014; 18 (1): 53–61. (In Russian)
3. Zaplanova O.D., Shaidurova O.S., Pantukhov D.A. The experience of treatment of patients with diabetic foot syndrome in Barnaul. Sakharniy diabet. 2011; 53 (4): 24–28. (In Russian)
4. Maksimova N.V. Symptoms of diabetic foot: pathogenesis and principles differential diagnosis. Meditsinskiy vestnik. Portal rossiyskogo vracha. 2014; 5: 58–62. (In Russian)
5. Khramilin V.N. Diabetic polyneuropathy: the edge problem. Doktor.ru. 2012; 7(75): 100–107. (In Russian)
6. Aiman D., Bosnjak J., Strineka M. et al. Median nerve imaging using high-resolution ultrasound in healthy subjects. Acta Clin. Croat. 2009; 48 (3): 265–269.
7. Samokhvalova V.V. Rare forms of diabetic polyneuropathy. Crimskiy terapeuticheskiy zhurnal. 2013; 1: 39–41. (In Russian)
8. Barker A.R., Rosson G.D., Dellon A.L. Outcome of neurolysis for failed tarsal tunnel surgery. J. Reconstr. Microsurg. 2008; 24 (2): 111–118.
9. Shirokov V.A., Bekhtereva V.A., Leyderman E.L., Macari T.V. Compression neuropathy of the upper extremities: pathophysiological features, approaches to diagnosis (literature review). Rossiyskiy zhurnal boli. 2011; 1: 38–42. (In Russian)
10. Eskin N. Ultrasonic diagnostics in traumatology and orthopedics. Moscow: Medtsina, 2012: 371–386. (In Russian)
11. Lelyuk V.G., Lelyuk S.E. Ultrasonic angiology. M.: Realnoye vrmya, 2007: 207–210. (In Russian)
12. Malik R.A. Diabetic foot for surgeons. Handb. Clin. Neurol. 2014; 126: 249–259.
13. Shumilina M.V. Comprehensive ultrasonic diagnostics of pathology of peripheral vessels. Moscow: NCSSKh im. Bakuleva RAMS, 2012: 17–96. (In Russian)