

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD430369>

Возможности ультразвуковой диагностики в оценке травматического повреждения периферических нервов при боевой травме

А.В. Татарина, С.Н. Дубровских, Э.А. Гумерова

Центральный военный клинический госпиталь имени А.А. Вишневого, Красногорск, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование: травматическое повреждение периферических нервов является существенной клинической и социальной проблемой и характеризуется высоким уровнем инвалидизации у молодых пациентов.

Цель: оценить диагностическую эффективность ультразвукового исследования в диагностике повреждений периферических нервов при боевой травме.

Методы: обследовано 163 пациента (362 периферических нерва). Давность травматического поражения нервов составила 2–273 дней. Все пациенты — мужчины в возрасте 20–48 лет. Ультразвуковое исследование проводили с использованием линейных датчиков 7–17 МГц на аппарате ACUSSON S2000 по стандартной методике в В-режиме, в продольной и поперечной плоскостях сканирования, с использованием доплеровских методик. С целью оценки эффективности диагностики применяли статистический анализ. Вычисление операционных (чувствительность и специфичность) и интегральной (точность) характеристик проводили по методике качественной оценки референтного (оперативное вмешательство) и изучаемого метода (ультразвуковое исследование).

Результаты: причиной повреждения периферических нервов была боевая травма. В 120 (73,6%) случаях повреждения конечностей сопровождалась травмами костно-суставного аппарата и повреждением сосудов. 274 (75,7%) нерва были с признаками травматического повреждения. Повреждения нескольких нервов отмечены у 95 человек (58,3%). Чаще повреждались нервы верхних конечностей — 185 (67,5%), нервы нижних конечностей — 89 (32,5%). Контузионные структурные изменения отмечены у 181 (66%) нерва. Нарушение анатомической целостности диагностировано у 46 (16,8%) нервов, полное — в 29 (10,6%) случаях с наличием диастаза между концами нерва. В ранние сроки после травмы вблизи нерва визуализировались раневой канал, гематомы, в 4 случаях в оболочках нерва визуализировалось инородное тело металлической плотности. По прошествии 3 нед. от момента травмы отмечалось образование концевых невром. Размеры невром составляли: для проксимального конца — от 0,5×0,3 до 1,6×0,6 см, для дистального конца — от 0,4×0,2 до 1,3×0,6 см, аваскулярные. Прилежащие участки нерва на протяжении 3–5 см были утолщены, характеризовались сохранением экоструктуры, но с утолщением всех фасцикул, отмечался кровоток по периферии нерва. Краевое повреждение нерва отмечалось в 17 (6,2%) случаях. При формировании краевой невромы фиксировалось значительное утолщение нерва в 1,4–3,2 раза на небольшом расстоянии (от 0,4 до 1,5 см) с потерей пучковой дифференцировки части нерва, выраженным снижением эхогенности и отсутствием доплеровского сигнала. Сдавление нервов в 47 случаях (17,1%) сопровождалось утолщением нервных стволов в 1,2–2,3 раза, нечёткостью контуров, снижением эхогенности, существенным изменением структуры нерва. Причинами сдавлений являлись рубцовые изменения, гематомы, инородные тела, костные отломки, в 2 случаях — спицы от аппаратов внешней фиксации. Прооперированы 106 пациентов.

Заключение: чувствительность ультразвукового исследования составляет 96%, специфичность — 67%. К особенностям обследования относятся наличие обширных дефектов мягких тканей, аппаратов внешней фиксации, значительно затрудняющих проведение исследования. Диагностическая точность составляет 91%. Основной причиной ложноположительных (6,6%) и ложноотрицательных (2,8%) результатов являлся выраженный рубцовый процесс (70%).

Ключевые слова: травматическое повреждение нерва; ультразвуковое исследование периферических нервов; диагностика повреждений нервов.

КАК ЦИТИРОВАТЬ

Татарина А.В., Дубровских С.Н., Гумерова Э.А. Возможности ультразвуковой диагностики в оценке травматического повреждения периферических нервов при боевой травме // *Digital Diagnostics*. 2023. Т. 4, № 1 Supplement. С. 129–132. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD430369>

Рукопись получена: 15.05.2023

Рукопись одобрена: 05.06.2023

Опубликована Online: 10.07.2023



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айтемиров Ш.М., Нинель В.Г., Коршунова Г.А., Щаницын И.Н. Высокоразрешающая ультразвукография в диагностике и хирургии периферических нервов конечностей (обзор литературы) // Травматология и ортопедия России. 2015. Т. 3. С. 116–125.
2. Арсаханова Г.А. Клинико-инструментальная диагностика повреждений периферических нервов у больных с травмой конечностей // StudNet. 2020. Т. 3, № 10. С. 5.
3. Гайворонский А.И., Журбин Е.А., Декан В.С., и др. Интраоперационное ультразвуковое исследование в хирургии периферических нервов верхней конечности // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2015. № 2 (50). С. 56–59.
4. Гречаньк Е.И., Абдуллаев Р.Я., Бубнов Р.В. Ультразвуковая диагностика повреждений периферических нервов при боевой травме // Международный медицинский журнал. 2016. № 2. С. 96–100.
5. Еськин Н.А., Матвеева Н.Ю., Приписнова С.Г. Возможности ультразвукового исследования в диагностике повреждений и заболеваний периферических нервов верхней конечности // Вестник травматологии и ортопедии. 2008. № 2. С. 82–87.
6. Журбин Е.А., Гайворонский А.И., Железняк И.С., и др. Возможности ультразвукового исследования при травматических повреждениях периферических нервов конечностей // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2017. Т. 7, № 3. С. 127–134. doi:10.21569/2222-7415-2017-7-3-127-135
7. Комягина И.В., Беляков К.М. Особенности клинико-электронейромиографической картины и результатов ультразвукового исследования периферических нервов при полиневропатиях // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». 2013. Т. 15, № 1–4. С. 37–39.
8. Литвиненко И.В., Одинак М.М., Живолупов С.А., и др. Клинико-инструментальные характеристики травматических поражений периферических нервов конечностей // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2018. № 3. С. 50–56.
9. Малецкий Э.Ю., Короткевич М.М., Бутова А.В., и др. Измерение периферических нервов: сопоставление ультразвуковых, магнитно-резонансных и интраоперационных данных // Медицинская визуализация. 2015. № 2. С. 78–86.
10. Маргасов А.В. Актуальные проблемы травмы периферических нервов // Русский медицинский журнал. 2018. № 12(1). С. 21–24.
11. Наумова Е.С., Никитин С.С., Дружинин Д.С. Количественные сонографические характеристики периферических нервов у здоровых людей // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. 2017. Т. 11, № 1. С. 55–61.
12. Нинель В.Г., Айтемиров Ш.М., Коршунова Г.А., Норкин И.А. Комплексная диагностика в тактике хирургического лечения поврежденных периферических нервов конечностей // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2016. № 1. С. 62–66.
13. Одинак М.М., Живолупов С.А. Заболевания и травмы периферической нервной системы (обобщение клинического и экспериментального опыта). Санкт-Петербург : СпецЛит, 2009. 367 с.
14. Салтыкова В.Г. Ультразвуковая диагностика состояния периферических нервов (норма, повреждения, заболевания) : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2011. 48 с.
15. Салтыкова В.Г., Голубев И.О., Меркулов М.В., Шток А.В. Роль ультразвукового исследования при планировании объема пластики периферических нервов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2012. № 4. С. 62–69.
16. Чуловская И.Г., Коршунов В.Ф., Еськин Н.А., Магдиев Д.А. Возможности ультразвукографии в диагностике повреждений периферических нервов верхней конечности // Радиология-практика. 2005. № 3. С. 11–16.
17. Gruber H., Loizides A., Moriggl B., editors. Sonographic Peripheral Nerve Topography: A Landmark-based Algorithm. Springer International Publishing, 2019.
18. Hannaford A., Vucic S., Kiernan M.C., Simon N.G. Review Article "Spotlight on Ultrasonography in the Diagnosis of Peripheral Nerve Disease: The Evidence to Date" // Int J Gen Med. 2021. Vol. 14. P. 4579–4604. doi: 10.2147/IJGM.S295851
19. Holzgrefe R.E., Wagner E.R., Singer A.D., Daly C.A. Imaging of the Peripheral Nerve: Concepts and Future Direction of Magnetic Resonance Neurography and Ultrasound // J Hand Surg Am. 2019. Vol. 44, N 12. P. 1066–1079. doi: 10.1016/j.jhsa.2019.06.021
20. Lauretti L., D'Alessandris Q.G., Granata G., et al. Ultrasound evaluation in traumatic peripheral nerve lesions: from diagnosis to surgical planning and follow-up // Acta Neurochir (Wien). 2015. Vol. 157, N 11. P. 1947–1951. doi: 10.1007/s00701-015-2556-8
21. Martinoli C., Airaldi S., Zaotini F. Ultrasound of the peripheral nerves // Musculoskeletal Imaging. 2019. Vol. 2. P. 382.
22. Omer Jr E.G. Traumatic peripheral nerve injuries. In: Benzel E, editor. Neurosurgical topics: practical approaches to peripheral nerve surgery. Park Ridge : American Association of Neurological Surgeons, 1992. P. 109–117.
23. Strakowski J.A. Ultrasound Evaluation of Peripheral Nerve Trauma // Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports. 2022. Vol. 10, N 2. P. 1–8. doi:10.1007/s40141-022-00346-7
24. Wijntjes J., Borchert A., van Alfen N. Nerve Ultrasound in Traumatic and Iatrogenic Peripheral Nerve Injury // Diagnostics (Basel). 2020. Vol. 11, N 1. P. 30. doi: 10.3390/diagnostics11010030

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD430369>

Ultrasound diagnostics in the assessment of traumatic peripheral nerve damage in combat trauma

Alena V. Tatarina, Svetlana N. Dubrovskikh, Elmira A. Gumerova

Central Military Clinical Hospital of A.A. Vishnevsky, Krasnogorsk, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Traumatic peripheral nerve damage is a significant clinical and social problem, which is characterized by a high level of disability in young patients.

AIM: To assess the diagnostic efficiency of ultrasound in the diagnosis of peripheral nerve damage in combat trauma.

METHODS: A total of 163 patients (362 peripheral nerves) were examined. The duration of traumatic nerve damage was 2–273 days. All patients were men aged 20–48 years. Ultrasound was performed with 7–17 MHz linear transducers on an ACUSSON S2000 device using standard technique in B-mode, in longitudinal and transverse scanning planes, with the use of Doppler techniques. Statistical analysis was conducted to assess diagnostic efficiency. Calculation of operational (sensitivity and specificity) and integral (accuracy) characteristics was performed by the qualitative assessment of the reference method (surgical intervention) and the method under study (ultrasound).

RESULTS: Peripheral nerve damage resulted from combat trauma. In 120 (73.6%) cases, injuries of the limbs were accompanied by injuries of the osteoarticular apparatus and vessels. A total of 274 (75.7%) nerves had signs of traumatic damage. Multiple nerve injuries were observed in 95 (58.3%) people. Nerves of the upper extremities were damaged more frequently (185 [67.5%]) compared to nerves of the lower extremities (89 [32.5%]). Contusional structural changes were observed in 181 (66%) nerves. Impairment of anatomical integrity was diagnosed in 46 (16.8%) nerves, while complete impairment was found in 29 (10.6%) cases with the presence of diastasis between the nerve ends. Early after injury, a wound canal and hematomas were visualized near the nerve. In 4 cases, a foreign body of metallic density was visualized in the nerve sheath. After 3 weeks from the moment of injury, terminal neuromas were observed. The neuroma sizes for the proximal and distal ends were 0.5×0.3 to 1.6×0.6 cm and 0.4×0.2 to 1.3×0.6 cm (avascular), respectively. Adjacent sections of the nerve over 3–5 cm were thickened and characterized by echo structure, however, with thickening of all fasciculi and blood flow observed along the periphery of the nerve. Marginal nerve damage was observed in 17 (6.2%) people. In case of marginal neuroma, a significant nerve thickening of 1.4–3.2 times over a short distance (from 0.4 cm to 1.5 cm) with loss of bundle differentiation of the part of the nerve, pronounced decrease in echogenicity, and absence of Doppler signal was detected. Nerve compression in 47 cases (17.1%) was accompanied by 1.2–2.3 times thickening of nerve trunks, indistinct contours, decreased echogenicity, and significant changes in the nerve structure. Compression was due to cicatricial changes, hematomas, foreign bodies, bone fragments, and — in 2 cases — spokes from external fixation devices. A total of 106 patients underwent surgery.

CONCLUSIONS: The ultrasound sensitivity and specificity were 96% and 67%, respectively. The peculiarities of the examination included extensive soft tissue defects and external fixation devices, which significantly complicated the examination. The diagnostic accuracy was 91%. A pronounced cicatricial process (70%) was the main cause of false-positive (6.6%) and false-negative (2.8%) results.

Keywords: traumatic nerve damage; nerve ultrasound; diagnosis of nerve damage.

FOR CITATION

Tatarina AV, Dubrovskikh SN, Gumerova EA. Ultrasound diagnostics in the assessment of traumatic peripheral nerve damage in combat trauma. *Digital Diagnostics*. 2023;4(1S):129–132. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD430369>

REFERENCES

1. Aitemirov ShM, Ninel VG, Korshunova GA, Shchanitsyn IN. High-resolution ultrasonography in the diagnosis and management of peripheral nerve lesions (review). *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2015;3:116–125. (In Russ).

Received: 15.05.2023

Accepted: 05.06.2023

Published Online: 10.07.2023

2. Arsakhanova GA. Kliniko-instrumental'naya diagnostika povrezhdenii perifericheskikh nervov u bol'nykh s travmoi konechnosti. *StudNet*. 2020;3(10):5. (In Russ).
3. Gaivoronsky AI, Zhurbin EA, Dekan VS, et al. Intraoperative ultrasound research in surgery of peripheral nerves of upper limb. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2015;(2(50)):56–59. (In Russ).
4. Grechanyk OI, Abdullaev RYa, Bubnov RV. Ultrasound diagnosis of combat injuries of peripheral nerves. *Mezhdunarodnyi meditsinskii zhurnal*. 2016;(2):96–100. (In Russ).
5. Es'kin NA, Matveeva NYu, Pripisnova SG. Potentialities of ultrasound examination in diagnosis of injuries and diseases of upper extremity peripheral nerves. *N.N. Priorov journal of traumatology and orthopedics*. 2008;(2):82–87. (In Russ).
6. Zhurbin EA, Gaivoronsky AI, Zhelezniak IS, et al. The possibility of ultrasound in traumatic injuries of peripheral nerves of extremities. *Russian Electronic Journal of Radiology*. 2017;7(3):127–134. (In Russ). doi:10.21569/2222-7415-2017-7-3-127-135
7. Komyagina IV, Belyakov KM. Osobennosti kliniko-elektroneiomiograficheskoi kartiny i rezul'tatov ul'trazvukovogo issledovaniya perifericheskikh nervov pri polinevropatiyakh. *Medical & pharmaceutical journal "Pulse"*. 2013;15(1–4):37–39. (In Russ).
8. Litvinenko IV, Odinak MM, Zhivolupov SA, et al. Clinical and instrumental characteristics of traumatic lesions of peripheral nerves of limbs. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2018;(3):50–56. (In Russ).
9. Maletskiy EYu, Korotkevich MM, Butova AV, et al. Measurements of Peripheral Nerves: Comparison of Ultrasound, MRI and Direct Intraoperative Data. *Medicinskaâ vizualizaciâ*. 2015;(2):78–86.
10. Margasov AV. Actual problems of peripheral nerve injuries. *Russkii Meditsinskii Zhurnal*. 2018;(12(1)):21–24. (In Russ).
11. Naumova ES, Nikitin SS, Druzhinin DS. Quantitative sonographic parameters of the peripheral nerves in healthy individuals. *Annals of Clinical and Experimental Neurology*. 2017;11(1):55–61. (In Russ.)
12. Ninel' VG, Aitemirov ShM, Korshunova GA, Norkin IA. Complex Diagnosis in Surgical Treatment of Peripheral Nerves Injuries of the Extremities. *N.N. Priorov journal of traumatology and orthopedics*. 2016;(1):62–66. (In Russ).
13. Odinak MM, Zhivolupov SA. *Zabolevaniya i travmy perifericheskoi nervnoi sistemy (obobshchenie klinicheskogo i eksperimental'nogo opyta)*. Saint Perersburg: SpetsLit; 2009. 367 p. (In Russ).
14. Saltykova V.G. *Ul'trazvukovaya diagnostika sostoyaniya perifericheskikh nervov (norma, povrezhdeniya, zabolevaniya)* [abstract of dissertation]. Moscow; 2011. 48 p. (In Russ).
15. Saltykova VG, Golubev IO, Merkulov MV, Shtok Av. Value of Ultrasound in Planning of Peripheral Nerves Surgical Repair. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika*. 2012;(4):62–69. (In Russ).
16. Chulovskaya IG, Korshunov VF, Es'kin NA, Magdiev DA. Vozmozhnosti ul'trasonografii v diagnostike povrezhdenii perifericheskikh nervov verkhnei konechnosti. *Radiologiâ-praktika*. 2005;(3):11–16. (In Russ).
17. Gruber H, Loizides A, Moriggl B, editors. *Sonographic Peripheral Nerve Topography: A Landmark-based Algorithm*. Springer International Publishing; 2019.
18. Hannaford A, Vucic S, Kiernan MC, Simon NG. Review Article "Spotlight on Ultrasonography in the Diagnosis of Peripheral Nerve Disease: The Evidence to Date". *Int J Gen Med*. 2021;14:4579–4604. doi: 10.2147/IJGM.S295851
19. Holzgreffe RE, Wagner ER, Singer AD, Daly CA. Imaging of the Peripheral Nerve: Concepts and Future Direction of Magnetic Resonance Neurography and Ultrasound. *J Hand Surg Am*. 2019;44(12):1066–1079. doi: 10.1016/j.jhssa.2019.06.021
20. Lauretti L, D'Alessandris QG, Granata G, et al. Ultrasound evaluation in traumatic peripheral nerve lesions: from diagnosis to surgical planning and follow-up. *Acta Neurochir (Wien)*. 2015;157(11):1947–1951. doi: 10.1007/s00701-015-2556-8
21. Martinoli C, Airdi S, Zaottini F. Ultrasound of the peripheral nerves. *Musculoskeletal Imaging*. 2019;2:382.
22. Omer Jr EG. Traumatic peripheral nerve injuries: In: Benzel E, editor. *Neurosurgical topics: practical approaches to peripheral nerve surgery*. Park Ridge: American Association of Neurological Surgeons; 1992. P. 109–117.
23. Strakowski JA. Ultrasound Evaluation of Peripheral Nerve Trauma. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*. 2022;10(2):1–8. doi:10.1007/s40141-022-00346-7
24. Wijntjes J, Borchert A, van Alfen N. Nerve Ultrasound in Traumatic and Iatrogenic Peripheral Nerve Injury. *Diagnostics (Basel)*. 2020;11(1):30. doi: 10.3390/diagnostics11010030

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

* Татарина Алёна Владимировна;
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4452-6012>;
e-mail: Tatarina.74@mail.ru

Дубровских Светлана Николаевна;
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9498-006X>;
e-mail: dwetlana1975@icloud.com

Гумерова Эльмира Анваровна;
ORCID: <https://orcid.org/0009-000301277-2614>;
e-mail: Elmiragumerova1992@yandex.ru

AUTHORS' INFO

* Alena V. Tatarina;
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4452-6012>;
e-mail: Tatarina.74@mail.ru

Svetlana N. Dubrovskikh;
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9498-006X>;
e-mail: dwetlana1975@icloud.com

Elmira A. Gumerova;
ORCID: <https://orcid.org/0009-000301277-2614>;
e-mail: Elmiragumerova1992@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author