

DOI: 10.34921/amj.2022.3.010

**Tsybalyuk V.I.¹, Lurin I.A.¹, Abdullayev R.Ya.², Qreçanik Ye.I.³,
Tsybalyuk Ya.V.¹, Neqoduyko V.V.², Posoxov M.F.⁵, Gumenyuk K.V.⁴, Korol S.A.⁶**

PERİFERİK SİNİRLƏRİN ODLU SİLAHLA ZƏDƏLƏNMƏSİNİN ULTRASƏS DİAQNOSTİKASI

¹Ukrayna Milli Tibb Elmləri Akademiyası, Kiyev, Ukrayna

²Xarkov Diplomdansonrakı Tibb Akademiyası, Xarkov, Ukrayna;

³Baş Hərbi Klinik Hospital” Milli Klinik Hərbi-Tibb Mərkəzi, Kiyev, Ukrayna;

⁴Ukrayna Silahlı Qüvvələrinin Tibb Qüvvələrinin Komandanlığı, Kiyev

⁵Ukrayna Milli Tibb Elmləri Akademiyası Neyrologiya, Psixiatriya və
Narkologiya İnstitutunun Neyrocərrahlik şöbəsi, Xarkov, Ukrayna

⁶Ukrayna Hərbi-Tibb Akademiyası, Kiyev, Ukrayna

⁷Xarkov Milli Tibb Universiteti, Şimal Bölgəsinin Hərbi Tibbi Klinik Mərkəzi, Xarkov, Ukrayna

Xülasə. Məqalədə Ukraynanın şərqində hərbi əməliyyatlar zamanı periferik sinirlərin zədələnməsinin diaqnostikasında ultrasəs müayinəsinin nəticələri təqdim edilir. Göstərilmişdir ki, müharibə şəraitində aşağı ətraflar ($57,5 \pm 3,1\%$) yuxarı ətraflara nisbətən ($42,5 \pm 3,1\%$) daha tez-tez zədələnir ($p < 0,001$), eləcə də çoxsaylı zədələr ($63,2 \pm 3,1\%$) tək zədələrə nisbətən ($36,8 \pm 3,1\%$) daha tez-tez törənir ($p < 0,01$). Periferik sinirlər arasında zədələnmə tezliyinə görə birinci yeri oturaq ($25,9 \pm 5,8\%$) siniri, sonrakı yerləri dirsək ($20,7 \pm 5,3\%$), orta ($17,2 \pm 5,0\%$) və mil ($15,5 \pm 4,8\%$) sinirləri tutur. Periferik sinirin tam kəsilməsi 4 ($6,9 \pm 3,3\%$), qismən kəsilməsi – 12 ($20,7 \pm 5,3\%$), kontuziya – 42 ($72,4 \pm 5,9\%$) halda baş verib ($p < 0,001$).

Əldə etdiyimiz məlumatlara görə, periferik sinirin tam kəsilməsinin əsas əlaməti bunlar olmuşdur: fragmentlərinin ayrılması (100%), qismən qırılmasının əlaməti – lifli strukturun təsvirində lokal kəsilmə (75,0%), kontuziyanın əlamətləri – daxili arxitektikanın bulanıqlaşması (90,5) və zədələnmiş sinirin qalınlaşması, exogenliyin azalması (54,8%).

Açar sözlər: periferik sinirlər, ultrasəs diaqnostikasi, hərbi travma

Ключевые слова: периферические нервы, ультрасонография, боевая травма

Key words: peripheral nerves, ultrasound diagnostics, combat trauma

**Цымбалюк В.И.¹, Лурия И.А.¹, Абдуллаев Р.Я.², Гречаник Е.И.³,
Цымбалюк Я.В.¹, Негодуйко В.В.⁷, Посохов Н.Ф.⁵, Гуменюк К.В.⁴, Король С.А.⁶**

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ

¹Национальная академия медицинских наук Украины», Киев, Украина;

²Харьковская медицинская академия последипломного образования, Харьков Украина;

³Национальный военно-медицинский клинический центр «Главный военный клинический госпиталь», Киев, Украина;

⁴Командование Медицинскими Силами Вооруженных Сил Украины, г. Киев

⁵Государственное учреждение «Институт неврологии, психиатрии и наркологии
НАМН Украины», Харьков, Украина

⁶Украинская военно-медицинская академия, г. Киев, Украина

⁷Харьковский национальный медицинский университет,
Военно-медицинский клинический центр Северного региона, Харьков, Украина

В статье представлены результаты ультразвукового исследования в диагностике повреждений периферических нервов в ходе боевых действий на востоке Украины. Показано, что нижние конечности ($57,5 \pm 3,1\%$) повреждаются чаще ($p < 0,001$), чем верхние ($42,5 \pm 3,1\%$), а также мно-

жественные повреждения ($63,2 \pm 3,1\%$) встречаются чаще ($p < 0,01$), чем изолированные ($36,8 \pm 3,1\%$). Среди периферических нервов по частоте повреждения первое место занимает седалищный ($25,9 \pm 5,8\%$), затем локтевой ($20,7 \pm 5,3\%$), срединный ($17,2 \pm 5,0\%$) и лучевой ($15,5 \pm 4,8\%$) нервы. Полный разрыв периферического нерва встречался в 4 ($6,9 \pm 3,3\%$), частичный разрыв – в 12 ($20,7 \pm 5,3\%$), ушиб – в 42 ($72,4 \pm 5,9\%$) случаев ($p < 0,001$).

По данным авторов основным признаком полного разрыва периферического нерва является диастаз его фрагментов ($100 \pm 25,0\%$), частичного разрыва – локальная прерывистость изображения волокнистой структуры ($75,0 \pm 12,5\%$), ушиба – размытость архитектоники с сохранением изображения нерва (38 ($90,5 \pm 4,5\%$)) и утолщение поврежденного нерва со снижением эхогенности ($54,8 \pm 7,7\%$).

В период боевых действий на востоке Украины: антитеррористической операции/операции объединенных сил и полномасштабной российско-украинской войны частота огнестрельных ранений отдельных частей тела военнослужащих составляла: голова – $13,2\%$, шея – $4,5\%$, позвоночник – $2,6\%$, грудная клетка – $8,1\%$, брюшная полость – $3,2\%$, таз – $6,5\%$, ожоги различной степени тяжести – $4,1\%$, конечности – $57,8\%$ [1]. Высокую частоту поражений конечности можно объяснить использованием амуниций в виде касок и бронежилетов, которые делают более защищенным голову и туловище [2].

Повреждения периферических нервов (ПН) являются важным фактором, определяющим отдаленный прогноз у пострадавших с огнестрельными ранениями конечностей, несмотря на успешное лечение сосудистых и ортопедических осложнений [3]. Во время боевых действий на востоке Украины огнестрельные ранения конечностей с поражением сосудов составляли около 65% , а нервных стволов 37% [4, 5]. Penn-Barwell J. и соавт. (2016) проводили анализ 450 случаев боевых ранений и выяснили, что среди всех выживших 56% составляли повреждение только конечностей [6]. В современной войне количество раненых с повреждением ПН может составлять $9-25\%$, с приблизительно одинаковым соотношением поражений верхних и нижних конечностей [7].

Травматическое повреждение ПН, особенно при их полном анатомическом повреждении, является тяжелой инвалидизирующей травмой. Экспериментально установлено, что электросварочное эпиневральное соединение пересеченного седалищного нерва обеспечивает надежную фиксацию сегментов нерва с последующим восста-

новлением передачи импульсов и частичной нормализацией морфологических характеристик нервных волокон в месте разрыва [8, 9].

Осколочные ранения являются одной из наиболее частых причин травматического повреждения ПН. В отличие от пулевых ранений мягких тканей, имеющих в основном прямую траекторию раневого канала, осколочные взрывные ранения за счет большой ударной волны создают кавитационный эффект с широкой площадью поражения тканей [10]. Моделирование канала огнестрельной раны является очень важным для изучения механизма огнестрельных ранений. Установлено, что при использовании пуль с цельным наконечником площадь входного отверстия соответствует калибру пули, и наоборот с неполным наконечником – отсутствует корреляция между калибром пули и площадью входного отверстия [11].

Повреждения периферического нерва, полученные в бою, более тяжелые, чем бытовые и это связано со значительным нарушением архитектоники мягких тканей из-за большего разрушающего действия фрагментов используемых снарядов. Разрыв седалищного нерва при огнестрельных ранениях имеет более тяжелое течение, так как происходит обширная деструкция поврежденной ткани, выраженные неврологические нарушения [12]. Наличие металлических фрагментов в тканях ограничивает применение электро- и магнитно-резонансной диагностики.

Ультрасонография периферического нерва с высоким разрешением является наиболее эффективным методом оценки их повреждений при боевых действиях [13-15]. Наиболее очевидными преимуществами УСГ по сравнению с магнитно-резонансной диагностикой являются четкая визуализация

структур мягких тканей, низкая стоимость, портативность, отсутствие артефактов магнитной восприимчивости. Кроме того, при УСГ не возникает необходимости в нахождении пациента в ограниченном пространстве в неподвижном положении [16-18]

Целью исследования явилась оценка возможности ультразвукографии в диагностике повреждений периферических нервов при боевой травме конечностей.

Материал и методы исследования. Проведен ретроспективный анализ результатов ультразвукографии (УСГ) в диагностике характера повреждений мягких тканей конечностей у 153 бойцов (общее количество ранений 247) с различными видами огнестрельной травмы конечностей, которые находились на стационарном лечении в травматологическом отделении Национального военно-медицинского клинического центра «Главный военный клинический госпиталь». У 92 раненых зарегистрирована изолированная огнестрельная травма конечности, у 61 – множественная и сочетанная. Повреждение ПН имело место у 58 пострадавших воинов. Их возраст варьировал в пределах 19-56 лет, в среднем $36,3 \pm 12,1$ года.

Боевые травмы конечностей были пулевыми, осколочными и взрывными за счет ударной волны. Наиболее частой локализацией огнестрельных ранений мягких тканей были: голень, бедро, плечо и предплечье (табл. 1). Изучен характер повреждений мышц, ПН, артериальных и венозных сосудов. Для изучения анатомической целостности, четкости контуров, структуры и состояния окружающих тканей использовали УСГ в режиме серой шкалы, цветной доплерографии и эластографии. Анализировали состояние архитектоники поврежденной ткани и тип инородных тел (пуль, металлических осколков, костных фрагментов). Исследования проводились с помощью датчиков частотой 5–17 МГц, на аппарате «ULTIMA RA EXPERT» в стандартных настройках.

Достоверность отличий средних показателей оценивали по методу углового преобразования Фишера и по t критерию Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение. В таблице 1 представлена частота встречаемости повреждений различных сегментов конечностей при огнестрельных ранениях в современной войне.

У 91 раненого были изолированные огнестрельные ранения, с моносегментарным характером повреждения конечности, а у 62 – полисегментарным, с повреждением нескольких сегментов конечностей при множественных и сочетанных ранениях. Общее количество огнестрельных ранений составило 247, из них с моносегментарным характером – 91 ($36,8 \pm 3,1\%$), с полисегментарным двухсторонним – 156 ($63,2 \pm 3,7\%$), соответственно ($p < 0,01$). Общее количество изолированных огнестрельных ранений голени составило 25 ($10,1 \pm 2,3\%$), множественных и сочетанных – 51 ($20,6 \pm 2,8\%$). Для бедра эти показатели составляли 23 ($9,3 \pm 2,2\%$) и 43 ($17,4 \pm 2,4\%$); для плеча – 21 ($8,5 \pm 2,1\%$) и 28 ($11,3 \pm 2,0\%$); для предплечья – 22 ($8,9 \pm 2,1\%$) и 34 ($13,8 \pm 2,2\%$), соответственно. Изолированные огнестрельные ранения голени и бедра отмечались достоверно ($p < 0,01$) реже, чем множественные и сочетанные.

В таблице 2 представлена сравнительная частота различных видов боевых (огнестрельных) ранений/травм верхних и нижних конечностей. Изолированные ранения нижних конечностей отмечались в 48 ($19,4 \pm 2,5\%$), множественные и сочетанные –

Таблица 1. Частота встречаемости повреждений сегментов конечностей вследствие огнестрельных ранений (абс.колич./%)

Сегменты конечностей	Пациенты с одной локализацией повреждения (n=91)	Пациенты с несколькими локализациями повреждения (n=62)	Всего n=153
Голень	25 ($10,1 \pm 2,3\%$)	51 ($20,6 \pm 2,8\%$) $P < 0,01$	76 ($30,8 \pm 2,9\%$)
Бедро	23 ($9,3 \pm 2,2\%$)	43 ($17,4 \pm 2,4\%$) $P < 0,01$	66 ($26,7 \pm 2,8\%$)
Плечо	21 ($8,5 \pm 2,1\%$)	28 ($11,3 \pm 2,0\%$)	49 ($19,8 \pm 2,7\%$)
Предплечье	22 ($8,9 \pm 1,8\%$)	34 ($13,8 \pm 2,2\%$)	56 ($22,7 \pm 2,7\%$)
Всего травм	91 ($36,8 \pm 3,1\%$)	156 ($63,2 \pm 3,1\%$) $P < 0,01$	247 ($100,0\%$)

Таблица 2. Частота огнестрельных повреждений конечностей

Локализация повреждений	Пациенты с одной локализацией повреждения (n=91)	Пациенты с несколькими локализациями повреждения (n=156)	Всего повреждения (n=247)
Нижние конечности	48 (19,4±2,5%)	94 (38,1±3,1%) P<0,001 P<0,001	142 (57,5±3,1%) P<0,001
Верхние конечности	43 (17,4±2,4%)	62 (25,1±2,8%) P<0,05	105 (42,5±3,1%)

в 94 (38,1±3,1%) случаев (p<0,001), верхних конечностей – в 43 (17,4±2,4%) и в 62 (25,1±2,8%) случаев, соответственно. Частота огнестрельных изолированных и множественных ранений нижних конечностей между собой отличалась с высокой достоверностью (p<0,001), чего не наблюдалась в верхних конечностях. Достоверное отличие (p<0,001) также имело место между частотой ранений/травм нижних и верхних конечностей с преобладанием полисегментарного повреждения нижних конечностей. В верхних конечностях полисегментарные повреждения с минимальной (p<0,05) достоверностью превышали моносегментарные.

Распределение локализации повреждений конечностей в зависимости от характера и типа боевых травм представлено в таблице 3.

Как следует с таблицы 3, из 142 (57,5±3,1%) повреждений нижних конечностей в 108 (43,7±3,2%) случаях достоверно (p<0,001) преобладали осколочные ранения над другими типами огнестрель-

ной травмы данной локализации. Среди всех локализаций повреждений верхних конечностей (105 - 42,5±3,1% случаев) достоверно чаще (p<0,001) отмечалась взрывная травма (67 - 27,1±2,8% случаев), к которой относятся закрытые повреждения периферических нервов, вследствие воздействия ударной волны.

Повреждение периферических нервов вследствие боевой травмы было отмечено в 58 случаев. Распределения типа и характера повреждений периферических нервов представлено в таблице 4. Нами были проанализированы такие виды повреждений периферических нервов, как полный или частичный разрыв, а также ушиб (или контузия). Повреждения седалищного нерва регистрировались в 15 (25,9±5,8%) случаев – из них полный разрыв в 1 (1,7±1,7%), частичный разрыв – в 2 (3,4±2,4%), ушиб – в 12 (20,7±5,3%) случаев (p<0,001), соответственно. Из 7 (12,1±4,3%) случаев повреждения большеберцового нерва частичный разрыв отмечался в 1 (1,7±1,7%),

Таблица 3. Типы боевых травм и локализация повреждения конечностей

Типы и локализация повреждений	Пулевые	Осколочные	Взрывное повреждение	Всего
	1	2	3	
Нижние конечности	2 (0,8±0,6%)	108 (43,7±3,2%) P 2-1 <0,001 P 2-3 <0,001 P <0,001	32 (13,0±2,1%)	142 (57,5±3,1%)
Верхние конечности	1 (0,4±0,4%)	37 (15,0±2,3%)	67 (27,1±2,8%) P 3-1 <0,001 P 3-2 <0,001	105 (42,5±3,1%)
Всего	3 (1,2±0,7%)	145 (58,7±3,1%) P 2-1 <0,001 P 2-3 <0,001	99 (40,0±3,1%)	247 (40,9±3,1%)

Таблица 4. Вид и характер повреждений периферических нервов (абс. колич./%) (n=58)

Всего	Полный разрыв	Частичный разрыв	Ушиб	Всего n=58
	1	2	3	
Седалищный	1 (1,7±1,7%)	2 (3,4±2,4%)	12 (20,7±5,3%) P 3-1 <0,001 P 3-2 <0,01	15 (25,9±5,8%)
Больше-берцовый	-	1 (1,7±1,7%)	6 (10,3±4,0%) P 3-2 <0,05	7 (12,1±4,3%)
Мало-берцовый	-	1 (1,7±1,7%)	4 (6,9±3,3%)	5 (8,6±3,7%)
Локтевой	1 (1,7±1,7%)	3 (5,2±2,9%)	8 (13,8±4,5%)	12 (20,7±5,3%)
Срединный	1 (1,7±1,7%)	2 (3,4±2,4%)	7 (12,1±4,3%)	10 (17,2±5,0%)
Лучевой	1 (1,7±1,7%)	3 (5,2±2,9%)	5 (8,6±3,7%)	9 (15,5±4,8%)
Всего	4 (6,9±3,3%)	12 (20,7±5,3%) P 2-1 <0,05	42 (72,4±5,9%) P 3-1 <0,001 P 3-2 <0,001	58 (100%)

ушиб – в 6 (10,3±4,0%) случаев. Для мало-берцового нерва эти показатели составляли 5 (8,6±3,7%), 1 (1,7±1,7%) и 4 (6,9±3,3%) случаев, соответственно. Повреждения локтевого нерва регистрировались в 12 (20,7±5,3%) случаев, из них полный разрыв в 1 (1,7±1,7%), частичный разрыв – в 3 (5,2±2,9%), ушиб – в 8 (13,8±4,5%) случаев. Повреждения срединного нерва отмечались в 10 (17,2±5,0%) случаев, из них полный разрыв в 1 (1,7±1,7%), частичный разрыв – в 2 (3,4±2,9%), ушиб – в 7 (12,1±4,3%) случаев. Для лучевого нерва эти показатели составляли 9 (15,5±4,8%), 1 (1,7±1,7%), 3 (5,2±2,9%) и 5 (8,6±3,7%), соответственно. Минимальное достоверное различие ($p<0,05$) было выявлено только между частотой ушиба и частичного разрыва большеберцового нерва.

При сканировании периферических нервов оценивали анатомическую целостность нервных стволов, четкость контуров, структуру, состояние окружающих тканей. Всегда поврежденную сторону сравнивали с противоположной стороной, что облегчало как поиск, так и оценку архитектоники поврежденного нерва. В норме нерв имеет нежную волокнистую структуру.

Диастаз между разорванными концами нерва регистрировался во всех 4 случаях

полного разрыва, а в группе с частичным разрывом и ушибом – этот симптом не отмечался. Отсутствие визуализации нерва в проекции травмы отмечалось также во всех 4 случаях полного разрыва и в 1 (8,3±8,0%) случае частичного разрыва ($p<0,001$). Это было обусловлено наличием отека нерва и окружающей ткани в области разрыва. При повторном осмотре был исключен полный разрыв. Наличие гематомы в проекции травмы регистрировалось во всех 4 случаях полного разрыва и в 1 (8,3±8,0%) случае частичного разрыва ($p<0,001$). Утолщение поврежденного нерва со снижением эхогенности отмечалось в 2 (16,6±10,8%) случаях частичного разрыва и в 23 (54,8±7,7%) случаях ушиба нерва ($p<0,01$), размытость архитектоники с сохранением изображения нерва – в 3 (25,0±12,5%) и в 23 (54,8±7,7%) случаях ($p<0,01$), локальная прерывистость изображения волокнистой структуры внутри нерва – в 9 (75,0±12,5%) и в 3 (54,8±7,7%) случаях ($p<0,01$), размытость архитектоники с сохранением изображения нерва – в 3 (25,0±12,5%) и в 38 (90,5±4,5%) случаях ($p<0,001$), локальная прерывистость волокнистой структуры внутри нерва – в 9 (75,0±12,5%) и в 4 (9,5±4,5%) случаях ($p<0,01$), соответственно (рис. 1-6).

Таблица 5. УСГ характеристика различных видов повреждений периферических нервов (n=58)

УСГ характеристика	Полный разрыв	Частичный разрыв	Ушиб
	n = 4	n = 12	n = 42
	1	2	3
Диастаз между разорванными концами нерва	4 (100,0±25,0%)	-	-
Отсутствие визуализации нерва в проекции травмы	4 (100,0±25,0%) p 1-2<0,001	1 (8,3±8,0%)	-
Наличие гематомы в проекции травмы	4 (100,0±25,0%) p 1-2<0,01	2 (16,6±10,8%)	-
Утолщение поврежденного нерва со снижением эхогенности	-	2 (16,6±10,8%)	23 (54,8±7,7%) P 3-2<0,01
Размытость архитектоники с сохранением изображения нерва	-	3 (25,0±12,5%)	38 (90,5±4,5%) P 3-2<0,001
Локальная прерывистость изображения волокнистой структуры внутри нерва	-	9 (75,0±12,5%) P 2-3<0,001	4 (9,5±4,5%)

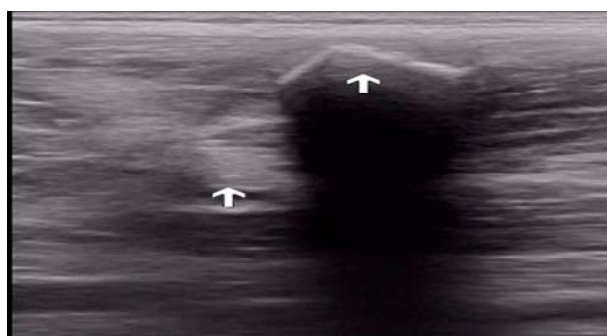


Рис. 1. Ультрасонограмма в режиме серой шкалы. Продольный срез. Повреждение осколками. Из-за акустической тени позади крупного осколка изображение седалищного нерва прерывается, что не позволяет уверенно определить наличие разрыва.



Рис. 2. Тот же случай. Фронтальный срез позволяет провести срез мимо осколка и визуализировать седалищный нерв с полным разрывом. Горизонтальные стрелки показывают полный диастаз между разорванными концами нерва, а вертикальные стрелки – гематому.



Рис. 3. Пулевое ранение задней поверхности бедра. Вертикальный гипоэхогенный участок показывает раневой канал. Стрелка показывает полный диастаз между разорванными концами нерва с формированием маленькой гематомы внутри нерва.

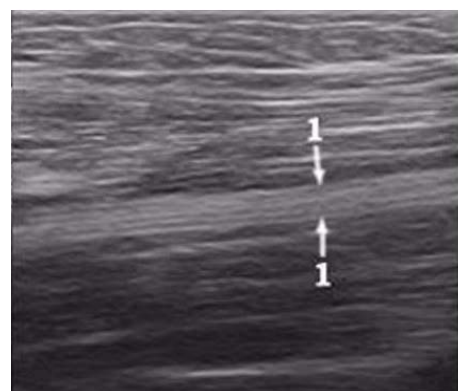
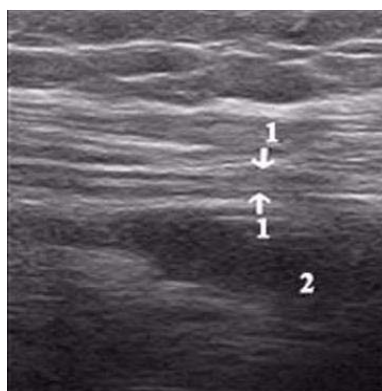


Рис. 4. Частичный разрыв седалищного нерва (1 - левая часть эхограммы), стрелки показывают размытость внутренней структуры, частичную прерывистость волокнистой структуры седалищного нерва (1) и гематому мягких тканей (2). На правой части эхограммы стрелки показывают неизмененный седалищный нерв противоположной стороны.

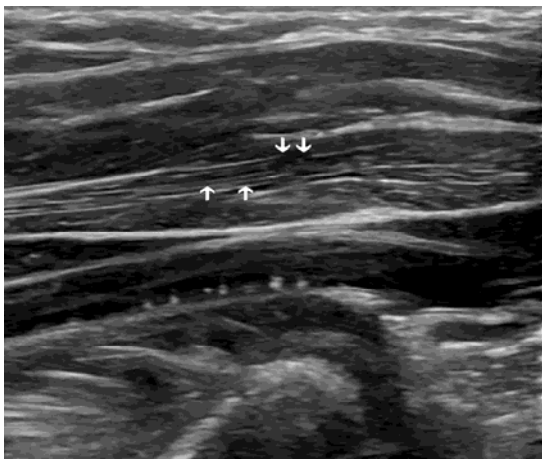


Рис. 5. Частичный разрыв большеберцового нерва. Верхние стрелки показывают локальную прерывистость волокнистой структуры нерва, гипо-анэхогенный участок. Левые стрелки показывают нормальную волокнистую структуру нерва.



Рис. 6. Ультразвуковое изображение локтевого и срединного нервов. Ушиб локтевого нерва. Стрелки показывают утолщение локтевого нерва, небольшую размытость внутренней структуры с сохранением волокнистой структуры.

При огнестрельных ранениях конечностей с переломами трубчатых костей после первичной хирургической обработки оценивался раневой канал, состояние анатомо-топографических зон, наличие гематом окружающих тканей, инородных тел (ранящие снаряды, пули, их обшивки, металлические осколки), состояние наложенных швов магистральных сосудов, периферических нервов. Визуализация периферических нервов значительно осложнялась массивностью повреждения мягких тканей и отеком поврежденных сегментов конечностей, наличием приточно промывных дренажей, фиксаторов костей, визуализации сосудисто-нервных пучков и травматическими повреждениями костно-суставной системы. Цветной доплеровский режим помогает визуализировать сосуды, выявить тромбы. В режиме СЭГ на сонограммах поврежденных конечностей нами отмечены признаки «мертвой зоны» огнестрельного осколочного перелома трубчатых костей (рис. 7, 8 А, Б, В).

Среди всех видов огнестрельных повреждений конечностей ведущее место занимают осколочные ранения, которые сопровождаются поражением всех структур мягких тканей – мышц, нервов, кровеносных и лимфатических сосудов. Ранняя диагностика характера повреждения структур мягких тканей конечностей, в част-

ности периферических нервов имеет важное значение для выбора лечебной тактики. Только визуальная оценка площади раны не позволяет выявить глубоко лежащие очаги поражения. Среди методов ранней диагностики наиболее адекватным и информативным является ультрасонография, которую можно проводить у постели больного, особенно у нетранспортабельного. Ранее опубликованные работы показывают возможности метода в основном в оценке размеров гематомы и повреждения крупных сосудов [19, 20].

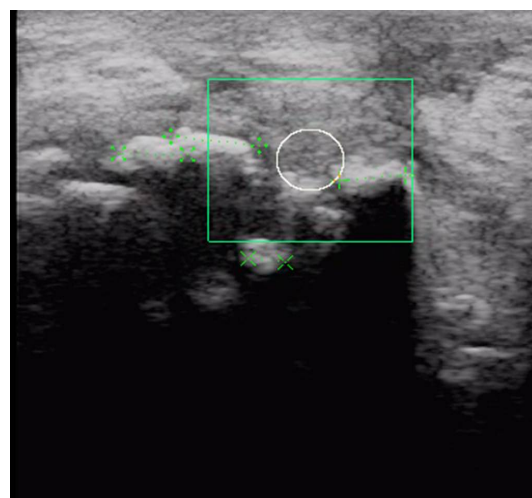


Рис. 7. Сквозное огнестрельное ранение нижней трети левой голени с множественным переломом малоберцовой кости со смещением отломков. Посттравматическая невропатия левого малоберцового нерва.

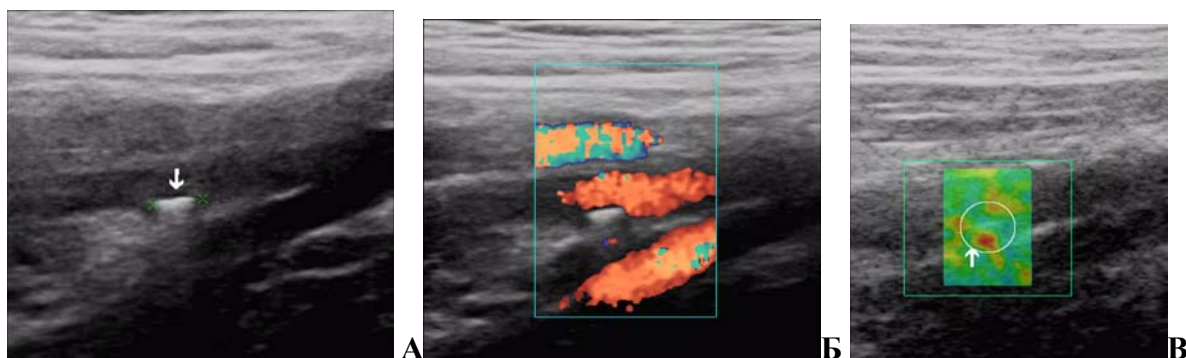


Рис. 8. Огнестрельный осколок верхней трети левого бедра, расположенный в участке слияния глубокой и поверхностной бедренной вены. Нервно-сосудистый пучок – левая стрелка показывает бедренный нерв

Повреждения периферических нервов, полученные в бою, обычно тяжелые и часто связаны с заметным повреждением мягких тканей, анатомическими искажениями и наличием металлических фрагментов. Эти особенности усложняют клиническую и электродиагностическую оценку и могут препятствовать проведению МРТ [15, 21].

Akhavan-Sigari R. и соавт. (2018) проведен анализ проведенных исследований по повреждению лучевого нерва в результате огнестрельных ранений в Иракской войне. Однако, не была показана роль визуализирующих методов исследования в диагностическом процессе [22]. Другими авторами использовавшими ультразвуграфию в диагностике поражений периферических нервов, описано малое количество случаев [12, 23].

В нашем исследовании в В-режиме оценивали анатомическую целостность, четкость контуров, структуру, состояние окружающих тканей. Анализировали раневые каналы у раненых, гематомы окружающих тканей, инородные тела (пули, металлические осколки), разрывы периферических

нервов. Высокочастотные датчики позволяли визуализировать фибриллярную структуру неизмененных фрагментов нервных стволов, выявить участки прерывистости изображения нервных волокон, а в режиме цветного доплеровского картирования дифференцировать отек нервов окружающих тканей, а также кровоток в рядом расположенных сосудах, тромбоз последних.

Заключение. Ультрасонография является важным лучевым методом в диагностике травматических повреждений периферических нервов. Она позволяет одинаково визуализировать инородные тела, а также анатомические структуры конечностей.

Основными признаками полного разрыва периферического нерва является диастаз его фрагментов, гематома, явное нарушение архитектоники в виде размытости фибриллярной структуры.

При частичном разрыве нерва происходит локальная прерывистость изображения волокнистой структуры, размытость контуров. Для ушиба характерно сочетание утолщение нерва с размытостью внутренней структуры.

Конфликт интересов. Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов в отношении исследования, авторства и/или публикации этой статьи.

ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Military field surgery: [textbook for military doctors and general practitioners of the healthcare system of Ukraine] / edited. Ya. L. Zarutsky, V. Ya. Bely. - Kiev: Phoenix, 2018. - 544 p.
2. Yakovenko V.V., Grechanik E.I., Abdullaiev R.Ya, Bychenkov V.V., Gumenyuk K.V., Sobko I.V. Modeling of the influence of fragments of ammunition on the biological tissue of a military in protective elements of combat equipment. //Azerbaijan Medical Journal, 2020, №4, С. 107-115.

3. Chandler H., McLeod K., Penn-Barwell J.G. Extremity injuries sustained by the UK military in the Iraq and Afghanistan conflicts: 2003-2014”// *Injury* 48.7 (2017): 1439-1443.
4. Grechanyk O.I., Adbullaiev R. Ya., Bubnov R. V. Ukrainian experience in hybrid war — the challenge to update algorithms for personalized care and early prevention of different military injuries / // *EPMA J.* — 2016.— No 7 (Suppl 1).— A30.
5. Rogovskyi V.M., Gybalo R.V., Lurin I.A., Sivash Y.Y., Oklei D.V., Taraban I.A. A Case of Surgical Treatment of a Gunshot Wound to the Left Scapular Region With Damage to the Distal Axillary and Proximal Brachial Arteries // *World J Surg.* 2022 Apr; 46 (7):1625-1628].
6. Penn-Barwell J. G. Severe Lower Extremity Combat Trauma (SeLECT) Study Group. Gun-shot injuries in UK military casualties — Features associated with wound severity / J. G. Penn-Barwell, I. D. Sargeant // *Injury.*— 2016 — № 47 (5).— P. 1067–1071. doi: 10.1016/j. injury.2016.02.004.
7. Tsymbalyuk V.I., Danchyn A.O., Luzan B.M., Pedachenko E.H., Pichkur L.D., Polishchuk M.E. Principles of providing care for combat injuries of peripheral nerves (methodological recommendations Kiev – 2015).
8. Tsymbaliuk V.I., Medvediev V.V., Ivanchov P.V., Molotkovets V.Yu., Chaikovsky Yu.B., Korsak A.V. Electrical welding technology in restoring the integrity of the injured peripheral nerve: review of literature and own experimental research // *Ukrainian neurosurgical journal.* (2020) 26(2), 24–33. <https://doi.org/10.25305/unj.199507>;
9. Molotkovets V.Yu., Medvediev V.V., Korsak A.V., Chaikovsky Yu.B., Marynsky G.S., Tsymbaliuk V.I. Restoration of the Integrity of a Transected Peripheral Nerve with the Use of an Electric Welding Technology // *Neurophysiology* 2020. V 52. P. 31-42.
10. Oberlin C. Gunshot injuries to the nerves // *Chirurgie de la main.* 2011; 30: 176-182.
11. Lurin I. A., Tsema Ie.V., Gumenuik K.V., Susak Ya.V., Dubenko D.Ye., Tsema Ye. Ie. (2021). Experimental modeling of a residual wound cavity on a ballistic plasticine using conventional and hollow point bullets // *Medical Science of Ukraine (MSU).* 17(4). <https://doi.org/10.32345/2664-4738.4.2021.02>.
12. Jones P.E., Meyer R.M., Faillace W.J., Landau M.E., Smith J.K., McKay P.L., Nesti L. Combat Injury of the Sciatic Nerve - An Institutional Experience. *Mil Med.* 2018 Sep 1;183 (9-10):e434-e441. doi: 10.1093/milmed/usy030.
13. Hollister A. M., Simoncini A., Sciuk A., Jordan J. High frequency ultrasound evaluation of traumatic peripheral nerve injuries. *Neurol. Res.*— 2012.— № 34 (1).— P. 98–103. doi: 10.1179/1743132811Y.
14. Padual L., Di Pasquale A., Liotta G. Et al. Ultrasound as a useful tool in the diagnosis and management of traumatic nerve lesions // *Clin Neurophysiol* 2013; 124:1237-1243.
15. Lee S.W., Thomas S., Drakes S., Kim D.D. Ultrasonography of a sciatic nerve injury caused by a gunshot wound // *PMR.*— 2014.— № 6 (7).— P. 662–663. doi: 10.1016/j.pmrj.2013.11.011.
16. Reginelli A., Russo A., Maresca D. et al. Imaging assessment of gunshot wounds. *Semin. Ultrasound CT MR.* — 2015.— № 36 (1).— P. 57–67. doi: 10.1053/j. sult.2014.10.005.
17. Yablon C.M., Hammer M.R., Morag Y., Brandon C.J., Fessell D., Jacobson J.A. US of the Peripheral Nerves of the Lower Extremity: A Landmark Approach. *RadioGraphics* 2016; 36:464–478.
18. Abdullaiev R.Ya., Grechanik E.I., Slesarenko D.A., Kulikova F.I., Abramov S.V., Kirichenko A.G., Khomiakov V.M. Ultrasound diagnosis of vessels injury of the neck in case of combat trauma//*Azerbaijan Medical Journal*, 2021, №2, C.11-18.
19. Wani M.L., Sheikh M.T., Hassan N.U., Irshad I., Ahangar A.G., Ganie F.A., Sheikh M.T., Wani S.N. Evaluating Peripheral Vascular Injuries: Is Color Doppler Enough for Diagnosis? // *Int Cardiovasc Res J.* 2014 Jan; 8(1): 15–17.
20. Burns B. Bedside emergency department ultrasound in assessment of a gunshot wound // *Australas J. Ultrasound*, 2012 Feb; 15 (1): 24-25. doi: 10.1002/i.2205-0140.2012.tb00138x.].
21. Smith J.K., Miller M. E., Carroll C. G. et al. High-Resolution Ultrasound in Combat-Related Peripheral Nerve Injuries // *Muscle Nerve* — 2016 — № 14. doi: 10.1002/mus.25216.
22. Akhavan-Sigari R., Mielke D., Farhadi A., Rohde V. Study of Radial Nerve Injury Caused By Gunshot Wounds and Explosive Injuries among Iraqi Soldiers // *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences.* 2018 Sep 25; 6(9):1622-1626.
23. Bilgici A., Çokluk C., Aydın K. Ultrasound Neurography in the Evaluation of Sciatic Nerve Injuries // *J. Phys. Ther. Sci.* 25: 1209–1211, 2013.

**Tsymbaliuk V.I.¹, Lurin I.A.¹, Abdullaiev R.Ya.², Grechanik E.I.³,
Tsymbaliuk Ya V.¹, Nehoduiko V.V.⁷, Posokhov M.F.⁵, Gumeniuk K.V.⁴, Corol S.A.⁶**

ULTRASOUND DIAGNOSIS OF PERIPHERICAL NERVES IN CASE OF COMBAT TRAUMA

¹*Ukrainian National Academy of Medical Sciences, Kyiv, Ukraine*

²*Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Ukraine*

³*National Military Medical Clinical Center "GVKG", Kiev, Ukraine*

⁴*Command of the Medical Forces of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv*

⁵*Institute of Neurology, Psychiatry and Narcology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine''
State Institution, Kharkov, Ukraine*

⁶*Ukrainian military medical academy, Kiyev, Ukrayna*

⁷*Kharkiv National Medical University, Military Medical Clinical Center of the Northern Region, Kharkiv,
Ukraine*

The article presents the results of ultrasound examination in the diagnosis of damage to peripheral nerves during military operations in the east of Ukraine. It was shown that the lower limbs ($57.5 \pm 3.1\%$) are injured more often ($P < 0.001$) than the upper ones ($42.5 \pm 3.1\%$), as well as multiple injuries ($63.2 \pm 3.1\%$) occur more frequently ($P < 0.01$) than isolated ones ($36.8 \pm 3.1\%$). Among the peripheral nerves in terms of frequency of injury, the first place is occupied by the sciatic ($25.9 \pm 5.8\%$), then the ulnar ($20.7 \pm 5.3\%$), median ($17.2 \pm 5.0\%$) and radial ($15, 5 \pm 4.8\%$) nerves. Complete rupture of the peripheral nerve occurred in 4 ($6.9 \pm 3.3\%$) cases, partial rupture - in 12 ($20.7 \pm 5.3\%$) cases, contusion - in 42 ($72.4 \pm 5.9\%$) cases ($P < 0.001$).

According to our data, the main sign of a complete rupture of the peripheral nerve is diastasis of its fragments ($100 \pm 25.0\%$), partial rupture - local discontinuity in the image of the fibrous structure ($75.0 \pm 12.5\%$), contusion - blurring of the architectonics with preservation of the image of the nerve (38 ($90.5 \pm 4.5\%$)) and thickening of the damaged nerve with decreased echogenicity ($54.8 \pm 7.7\%$).

Müəlliflə əlaqə üçün:

Abdullayev Rizvan Yaqub oğlu – tibb elmləri doktoru, Xarkov Diplomdansonrakı Tibb Akademiyasının Ultrasəs müayinəsi kafedrasının müdiri

E-mail: rizvanabdullaiev@gmail.com

Автор для корреспонденции:

Абдуллаев Ризван Ягуб оглы – доктор медицинских наук, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики Харьковской медицинской академии последипломного образования, Харьков, Украина

E-mail: rizvanabdullaiev@gmail.com