

ВОЗМОЖНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ТРАВМАТИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ КОНЕЧНОСТЕЙ

Журбин Е.А.¹, Гайворонский А.И.¹, Железняк И.С.^{1,2}, Чуриков Л.И.¹,
Труфанов Г.Е.^{1,2}, Декан В.С.^{1,2}

Цель исследования. Оценить возможности и определить диагностическую эффективность ультразвукового исследования при травматических повреждениях периферических нервов конечностей.

Материалы и методы. В исследование включено 154 пациента с посттравматической невропатией периферических нервов конечностей. Всем больным выполнено ультразвуковое исследование на аппаратах экспертного класса линейными датчиками с диапазоном частот от 5 до 15 МГц. Для оценки эффективности ультразвукового исследования использовался статистический анализ чувствительности, специфичности и точности, проводившийся по методике качественной оценки референтного (оперативное вмешательство или положительное консервативное лечение) и изучаемого метода (ультразвуковое исследование).

Результаты и обсуждение. Установлено, что использование ультразвукового исследования является эффективным методом диагностики при повреждениях периферических нервов конечностей, позволяет в полном объеме оценить локализацию и характер повреждения, а также определиться с дальнейшей тактикой лечения. По результатам ультразвукового исследования 122 пациента были прооперированы, консервативное лечение проведено 32 больным. После проведения сравнительного анализа данных дооперационного УЗИ с выявленными изменениями в процессе оперативного вмешательства, а также с результатами консервативного лечения была определена диагностическая эффективность ультразвукового исследования при повреждениях периферических нервов конечностей.

Выводы. Ультразвуковое исследование с точностью 86,4% позволяет, как выявить повреждения, при которых всегда показано оперативное лечение, так и подтвердить анатомическую целостность нервного ствола, при которой травма является обратимой и операция не показана.

1 - ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ.
2 - ФГБУ «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России.
г. Санкт-Петербург, Россия.

Ключевые слова: хирургия периферических нервов, ультразвуковое исследование нервных стволов, диагностика и лечение повреждений нервов.

Контактный автор: Журбин Е.А., e-mail: zhurbin-90@mail.ru

Для цитирования: Журбин Е.А., Гайворонский А.И., Железняк И.С., Чуриков Л.И., Труфанов Г.Е., Декан В.С.. Возможности ультразвукового исследования при травматических повреждениях периферических нервов конечностей. REJR 2017; 7(3):127-135. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-3-127-135.

Статья получена: 14.06.2017

Статья принята: 04.09.2017

THE POSSIBILITY OF ULTRASOUND IN TRAUMATIC INJURIES OF PERIPHERAL NERVES OF EXTREMITIES

Zhurbin E.A.¹, Gaivoronsky A.I.¹, Zhelezniak I.S.^{1,2}, Churikov L.I.¹, Trufanov G.E.^{1,2},
Dekan V.S.^{1,2}

Purpose. To evaluate the possibilities and determine the diagnostic effectiveness of ultrasound in traumatic injuries of the peripheral nerves of the extremities.

Materials and methods. The study included 154 patients with posttraumatic neuropathy of the peripheral nerves of the extremities. All patients underwent ultrasound examination on devices of expert class with linear sensors with a frequency range from 5 to 15 MHz. To assess the effectiveness of ultrasound, a statistical analysis of sensitivity, specificity and accuracy was conducted using the qualitative assessment method of reference (surgical intervention or positive conservative treatment) and the method studied (ultrasound).

Results. It is established that the use of ultrasound is an effective diagnostic method for damage to the peripheral nerves of the extremities, allows a full assessment of the localization and nature of the lesion, as well as determine the further tactics of treatment. As a result of ultrasound examination, 122 patients were operated on, conservative treatment was performed by 32 patients. After the comparative analysis of the data of preoperative ultrasound with the revealed changes in the process of operative intervention, as well as with the results of conservative treatment, the diagnostic efficiency of ultrasound investigation was determined for damage to the peripheral nerves of the extremities.

Conclusions. Ultrasound with an accuracy of 86.4% allows you to identify the damage in which surgical treatment is always shown, and to confirm the anatomical integrity of the nerve trunk, in which the injury is reversible and the operation is not indicated.

Keywords: surgery of the peripheral nerve, ultrasound of nerve trunks, the diagnosis of nerve injury, nerve lesions treatment.

Corresponding author: Zhurbin E.A., e-mail: zhurbin-90@mail.ru

For citation: Zhurbin E.A., Gaivoronsky A.I., Zhelezniak I.S., Churikov L.I., Trufanov G.E., Dekan V.S. The possibility of ultrasound in traumatic injuries of peripheral nerves of extremities. REJR 2017; 7 (3):127-135. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-3-127-135.

Received: 14.06.2017

Accepted: 04.09.2017

Повреждения периферических нервов составляют от 1,5% до 12% от всех травм [1]. Ввиду особой специфики анатомо-топографических взаимоотношений травма нерва в 20-22% сочетается с повреждением сухожилий, в 12-15% – крупных сосудов, в 14-25% – трубчатых костей. Зачастую она сопровождается одномоментным повреждением всех указанных анатомических структур конечности [2].

Ежегодно в России в проведении операций по поводу травм периферических нервов нуждается от 4 до 7 тысяч человек [3]. Наиболее частыми причинами являются транспортный, производственный и бытовой травматизмы, а также огнестрельные ранения. Стоит отметить, что около 45% повреждений нервов приходится на молодой возраст от 21 года до 30 лет, что обуславливает высокую социальную значимость данной проблемы [4]. Конечно, такие травмы сами по себе не представляют угрозы для жизни больного, но, к сожалению, практически в 65% случаев приводят к длительной потере трудоспособности [5].

Различные варианты анатомии периферической нервной системы и разнообразие клинических проявлений при её патологии при-

водят к большому количеству диагностических, тактических и технических ошибок [6]. Особые трудности в оценке степени тяжести патологического процесса и места его локализации создаёт отсутствие специфической симптоматики при различных клинических формах повреждений нервов. В остром и раннем периодах течения травмы по клинко-электрофизиологическим данным практически невозможно отличить аксонотмезис от нейротмезиса. Следовательно, существует потребность в доступном и неинвазивном методе диагностики, который способен не только визуализировать нервные стволы, но и определять различные признаки их повреждения.

За последние десятилетия усовершенствовались методы инструментальной дооперационной диагностики: электронейромиография (ЭНМГ), ультразвуковое исследование (УЗИ), магнитно-резонансная томография (МРТ). В современных реалиях показания, сроки и объём оперативного вмешательства на повреждённом нерве могут быть определены лишь после детального клинко-неврологического обследования с применением ЭНМГ и УЗИ, а в определённых случаях и других методов диагностики [7]. Однако даже после лечения в узкоспециали-

1 - S. M. Kirov Military Medical Academy.
2 - Federal Almazov North-West Medical Research Centre.
St. Petersburg, Russia.

зированных учреждениях порядка 30% больных становятся инвалидами или вынуждены сменить профессию [8, 9]. По мнению ряда авторов, повышение эффективности хирургического лечения повреждений периферических нервов напрямую зависит от качества и средств предоперационной диагностики [10].

Ультразвуковое исследование на сегодняшний день является одним из наиболее быстро развивающихся методов лучевой диагностики. Появление новых аппаратов, датчиков и программного обеспечения, а также совершенствование методик ультразвукового сканирования расширяют возможности его применения [11]. В ходе ультразвукового исследования периферических нервов могут быть диагностированы сопутствующие повреждения сухожилий, мышц, магистральных сосудов. Возможность многократно применять метод в динамике, быстрота, доступность и экономичность являются его весомыми преимуществами. В отечественных и зарубежных работах достаточно подробно рассмотрена ультразвуковая картина периферических нервов в норме и при различной патологии. По данным различных авторов обобщена ультразвуковая семиотика повреждений нервных стволов [12, 13]. Однако, несмотря на достижения и возможности ультрасонографии, результаты дооперационного ультразвукового исследования в ряде случаев расходятся с интраоперационными находками [14]. В связи с этим, необходимы дальнейшие исследования для улучшения результатов ультразвуковой диагностики при травматических поражениях периферических нервов конечностей.

Цель исследования.

Оценить возможности и определить диагностическую эффективность ультразвукового исследования при травматических повреждениях периферических нервов конечностей.

Материалы и методы.

Было обследовано 154 пациента с повреждениями периферических нервов конечностей, обратившихся за помощью в клиники нейрохирургии, военной травматологии и ортопедии, нервных болезней Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова в 2012-2017 гг. Всем пациентам проводилось ультразвуковое исследование на кафедре рентгенологии и радиологии (с курсом ультразвуковой диагностики) Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова и в Клинической больнице №122 имени С.Г. Соколова. У всех пострадавших был установлен диагноз посттравматической невропатии различных нервных стволов. Давность травматического поражения нервов составила от 1 недели до 12 месяцев. В наше исследование мы не включали пациентов с невропатиями другой этиологии, в т.ч. компрессионно-

ишемическими, развившимися вследствие дегенеративных изменений тканей, окружающих периферический нерв. Также ввиду сложного анатомического строения в группу обследования мы не включали повреждения плечевого сплетения.

Ультразвуковое исследование проводили с использованием линейных датчиков с диапазоном частот от 7 до 15 МГц. Перед началом ультразвукового исследования изучали анамнез пациента, данные клинико-неврологического обследования и результаты ЭНМГ. Ультразвуковое исследование проводили без специальной подготовки, по стандартной методике в В-режиме в продольной и поперечной плоскостях сканирования [15]. Для контроля результатов ультрасонографии в обязательном порядке производили сканирование неизменённого нерва контралатеральной конечности.

У пациентов, которым было выбрано хирургическое лечение (n=122), проводили сравнение результатов дооперационного ультразвукового исследования и данных, визуально полученных непосредственно во время операции.

С целью оценки эффективности диагностики повреждений периферических нервов конечностей вычисление операционных (чувствительности и специфичности) и интегральной (точности) характеристик проводили по методике качественной оценки референтного (оперативное вмешательство или положительное консервативное лечение) и изучаемого метода (ультразвуковое исследование) [16].

Результаты и обсуждение.

После статистической обработки данных установлено, что среди пострадавших преобладали лица наиболее трудоспособного возраста – от 18 до 54 лет (79,2%). Травмы чаще встречались у мужчин (70,8%). Схожие сведения о половозрастной характеристике пациентов с повреждениями периферических нервов встречаются в работе И.Г. Чуловской и др. (2005): 79,8% и 71,5% соответственно [17].

По данным анамнеза были проанализированы причины повреждений нервных стволов. В изученной группе доминировал бытовой травматизм (59,7%). Повреждения периферических нервов вследствие дорожно-транспортных происшествий – 10,4%, различные ятрогенные повреждения были выявлены у 29 пациентов (18,8%). По данным Д. Нак (2009) ятрогенные повреждения только лучевого нерва после лечения диафизарных переломов плечевой кости встречаются в 10-20% случаев [18]. Открытые травмы получили 129 пациентов (83,8%), закрытые – 25 (16,2%). Повреждения нескольких нервов выявлены у 18 пострадавших, мононевропатии – у 136. Всего у 154 пациентов нами проведено ультразвуковое исследование 172 периферических нервов с клиническими при

Таблица №1. Частота встречаемости повреждений различных периферических нервов.

Наименование повреждённых нервов	Частота поражения нерва в % от всех повреждений (абс.) (наши данные)	Данные литературы
Срединный	25,6% (44)	21%
Локтевой	19,2% (33)	27%
Лучевой	23,8% (41)	21,9%
Седалищный	10,5% (18)	11%
Большеберцовый	7% (12)	0,6%
Малоберцовый	13,9% (24)	6,8%

знаками повреждения (у 18 пациентов – травма двух нервов). В таблице №1 представлены сведения о частоте повреждений отдельных нервных стволов в нашей группе и по данным литературы [19 - 21].

Ультразвуковое исследование позволило определиться с дальнейшей тактикой лечения. 122 пациента (79,2%) были прооперированы в течение 1-2 месяцев после выполнения первичного ультразвукового исследования. У 32 больных (20,8%) не определялись признаки повреждения нервных стволов при УЗИ, и поэтому им было выбрано консервативное лечение.

У 89 пациентов при УЗИ определялся полный анатомический перерыв нервного ствола. На эхограмме визуализировались два конца нерва с отсутствием непрерывных контуров эпинеуря между ними и наличием гипоэхогенной зоны дефекта. В зависимости от сроков травмы на центральном конце нерва имелась посттравматическая неврома различных размеров, которая определялась в виде гипоэхогенного образования булавовидной формы. Чем более застарелая травма, тем ярче были выражены признаки дистрофических изменений как центрального, так и периферического концов нерва, которые проявлялись снижением эхогенности и нарушением дифференциации внутренней структуры (рис. 1, 2).

С точки зрения предоперационного планирования ультразвуковое исследование позволяло определить не только точное местонахождение концов нерва и диастаз между ними, но и измерить истинный диастаз – с учётом резекции изменённых концов нерва. В результате дооперационного ультразвукового исследования 89 пациентов с полным перерывом нервного ствола, у большей части (n=72) была спланирована операция по мобилизации и сопоставлению концов нерва с резекцией повреждённых участков и наложением микрохирургических эпинеуральных швов. 17 пациентам была изна-

чально запланирована аутопластика в связи со значительным дефектом нерва (более 6 см), который заведомо нельзя было устранить. По результатам оперативных вмешательств установлено, что совпадение предоперационных предположений о наличии полного перерыва нервного ствола с выявленными интраоперационными изменениями составило 84,7% у пациентов с небольшим диастазом и 100% у пациентов со значительным дефектом нервного ствола. У 11 пациентов (15,3%) интраоперационно нервы оказались морфологически целыми, однако были вовлечены в рубцово-спаечный процесс, который создавал картину нарушения анатомической целостности нервного ствола при УЗИ. Таким пациентам был выполнен невролиз. У 1 больного со значительным дефектом нервного ствола удалось провести операцию шва нерва без использования аутоневральных трансплантатов за счёт сгибания конечности. Средний диастаз между концами поврежденного нерва по данным УЗИ в группе с незначительным дефектом составил $2,2 \pm 0,3$ см; в группе пациентов, которым была выполнена аутопластика – $6,4 \pm 0,4$ см. По результатам интраоперационных находок диастаз между концами поврежденных нервов составил, соответственно, $2,9 \pm 0,3$ см и $7,3 \pm 0,4$ см. Выявленные различия между измерениями подтверждаются статистическими методами: в группе пациентов с небольшим диастазом $t=3,3$ ($p < 0,05$), в группе больных со значительным дефектом $t=4,1$ ($p < 0,05$). Отличия в размерах диастаза между УЗИ и интраоперационными измерениями мы объясняем тем, что при подготовке к наложению шва нерва происходит выделение фрагментов нервного ствола и их мобилизация. При этом свободно лежащие концы нерва сокращаются, уменьшается их длина, и итоговый диастаз интраоперационно оказывается больше, чем по данным дооперационного УЗИ.

Визуализация проксимальной культы не-

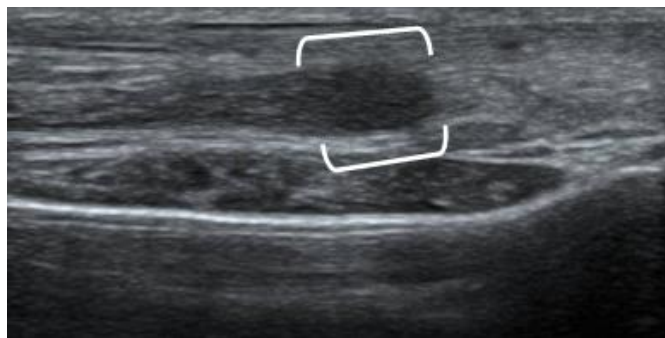


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. УЗИ.

Продольная эхограмма срединного нерва на уровне нижней трети предплечья с наличием посттравматической концевой невромы (скобы) на центральном фрагменте нервного ствола.

Fig. 1. Ultrasound.

Longitudinal sonogram through median nerve in a patient with a posttraumatic terminal neuroma (staples) on the central fragment of the nerve trunk.

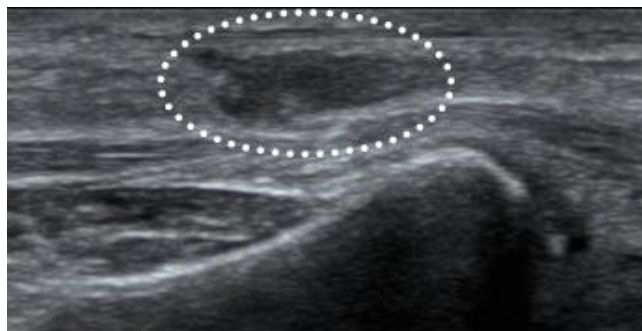


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. УЗИ.

Продольная эхограмма срединного нерва на уровне нижней трети предплечья с наличием дистрофических изменений (эллипс) на периферическом фрагменте нервного ствола.

Fig. 2. Ultrasound.

Longitudinal sonogram through median nerve in a patient with dystrophic changes (ellipse) on the peripheral fragment of the nerve trunk.

рва при полном повреждении, как правило, не вызывала затруднений. При выполнении УЗИ в срок до 3 недель с момента травмы у 12 пациентов (13,5%) проксимальная культя нерва визуализировалась в виде нормального нервного ствола с резко обрывающимся ходом. Однако у 3 больных с давностью травмы около 3 недель (3,4%) при оперативном лечении определялись рубцово-спаечные изменения тканей вокруг центрального фрагмента нерва, которые при УЗИ были ошибочно приняты за наличие концевой невромы. При УЗИ 66 пострадавших (74,2%) с давностью поражения более 3 недель на центральном конце нерва выявлялась посттравматическая концевая неврома.

Визуализация дистальной культя нерва у 16 пациентов (20,5%) была затруднена из-за акустической тени рубцово-спаечных изменений области травматического поражения тканей, окружающих нервный ствол, которые определялись в виде конгломерата с участками различной экзогенности.

С увеличением временного промежутка от момента УЗИ до выполнения операции отмечалось увеличение диастаза между концами повреждённого нерва и их осевое отклонение относительно анатомического расположения. При выполнении оперативного вмешательства у 54 пациентов (69,2%) через 3-5 недель после УЗИ (при общей давности травмы нерва до 6 месяцев) отмечено увеличение диастаза между концами поврежденного нервного ствола в среднем на $1,1 \pm 0,1$ см по данным интраоперационных измерений. По результатам операций, выполненных 24 больным (30,8%) в течение первых трёх недель после УЗИ установлено, что рассто-

яние между концами нервов в среднем увеличилось на $0,5 \pm 0,1$ см.

При ультразвуковом исследовании 8 больных с частичным анатомическим разрывом нерва выявлялось отсутствие или нечёткость контуров одной из поверхностей нервного ствола на продольном или поперечном срезе, гипэхогенная зона дефекта внутривольной структуры с уменьшением толщины нерва на этом уровне. В 3 случаях, у пациентов с давностью повреждения более двух месяцев, визуализировалась боковая неврома. Все 8 пациентов с частичным повреждением нервов были прооперированы. Во время операции результаты дооперационного ультразвукового исследования совпали с окончательным диагнозом в 7 случаях (87,5%). У 1 больного (12,5%) нечёткая визуализация локального участка эпинеурия и части нерва, из-за вовлечения нервного ствола в рубцовый процесс после травмы, была ошибочно принята во время УЗИ за частичное повреждение с наличием боковой невромы.

У 13 пострадавших с грубыми внутривольными повреждениями, в том числе с наличием внутривольных невром, определялись следующие ультразвуковые признаки изменения нервных стволов: снижение экзогенности нерва, увеличение диаметра нервного ствола, отсутствие чёткой внутренней дифференцированной структуры нерва (рис. 3). Во время оперативного вмешательства всем пациентам этой группы был выполнен как наружный, так и внутренний невролиз, у двух больных проведено иссечение обнаруженной внутривольной невромы с наложением эпинеуральных швов.

23 пациентам с внутривольным отёком

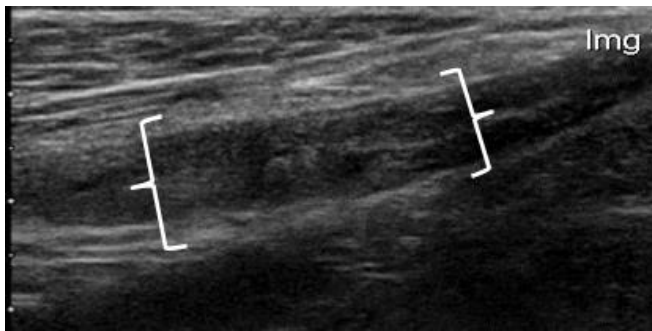


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. УЗИ.

Продольная эхограмма общего малоберцового нерва (фигурные скобки) на уровне подколенной ямки с наличием диффузного утолщения нервного ствола и потерей волокнистой внутренней структуры.

Fig. 3. Ultrasound.

Longitudinal scan along the common peroneal nerve (braces) shows swollen edematous of the nerve trunk with loss of fascicular discrimination.

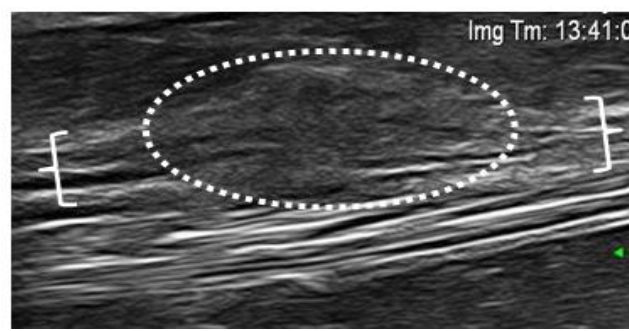


Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. УЗИ.

Продольная эхограмма срединного нерва (фигурные скобки) на уровне нижней трети предплечья с наличием внутривольной невромы (эллипс).

Fig. 4. Ultrasound.

Longitudinal sonogram through median nerve (braces) with intraneural traumatic neuroma (ellipse).

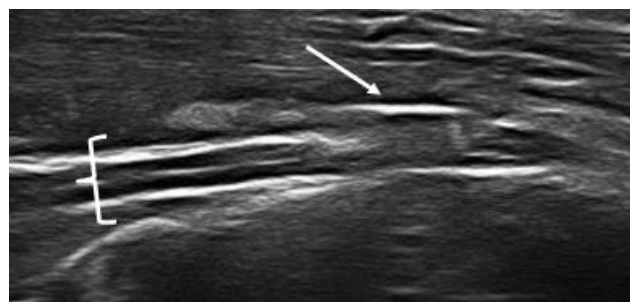


Рис. 5 (Fig. 5)

Рис. 5. УЗИ.

Продольная эхограмма лучевого нерва (фигурная скобка) на уровне средней трети плеча с наличием пластины (стрелка) над нервным стволом.

Fig. 5. Ultrasound.

Longitudinal sonogram through radial nerve (brace) squeezed underneath a plate (arrow).

нервного ствола с нарушением внутренней дифференцированной структуры была выбрана выжидательная тактика с проведением консервативного лечения. Ввиду отсутствия положительной динамики восстановления функций нерва в течение 2-3 месяцев, 5 пациентов (40,0%) были прооперированы после выполнения повторного УЗИ, которое выявило картину, отличающуюся от первого исследования. В частности на месте локального нарушения внутренней дифференцированной структуры нерва со снижением эхогенности выявлялась типичная картина внутривольной невромы (рис. 4). Во время операции выполнялось иссечение обнаруженной невромы с наложением

эпинеуральных швов.

У 6 пострадавших с последствиями огнестрельных ранений конечностей с развитием невропатии того или иного нерва при УЗИ были выявлены признаки отёка нервного ствола в виде снижения эхогенности с потерей волокнистой дифференцировки без нарушения анатомической целостности нерва, что свидетельствовало о контузионном характере повреждения и позволило отказаться от ревизионного оперативного вмешательства в ранние сроки после травмы. В 5 случаях из 6 нейротропная консервативная терапия привела к регрессу неврологического дефицита без выполнения операции. У одного пациента при контрольном ультразвуковом исследовании локтевого нерва на уровне нижней трети плеча выявилось вовлечение нервного ствола в выраженный посттравматический рубцово-спаечный процесс, что явилось показанием для выполнения операции невролиза.

При УЗИ 7 пострадавших определялось сдавление лучевого нерва под пластиной после лечения диафизарного перелома плечевой кости (рис. 5).

Однако во время операций было установлено, что у двух пациентов нервный ствол не находился под пластиной, а проходил сбоку от неё, плотно прилегая к краю пластины. Ошибочное заключение ультразвукового исследования связано с частичным экранированием нервного ствола акустической тенью от металлической пластины.

У 14 пациентов с посттравматическими невропатиями по данным клинико-электрофизиологических исследований не

Таблица №2. Сравнение данных УЗИ с интраоперационными находками и положительными результатами консервативной терапии при различных вариантах повреждения нервных стволов.

Группы пациентов по данным УЗИ	Количество пациентов	Оперативное вмешательство (пац.)	Консервативное лечение (пац.)	Несовпадение данных (пац.)
Полный анатомический перерыв нервного ствола	89	78	-	11
Частичный анатомический перерыв	8	7	-	1
Грубое внутривольное повреждение с наличием внутривольных нервов	13	13	-	-
Внутривольный отёк с нарушением дифференциации внутренней структуры нерва, в т.ч. вследствие огнестрельной контузии	23	-	18	5
Сдавление под пластиной	7	5	-	2
Невропатии без признаков повреждения при УЗИ	14	-	12	2
Итого пациентов	154	103	30	21

Таблица №3. Общая диагностическая эффективность ультразвукового исследования при повреждениях периферических нервов конечностей.

Показатели	Значение
Чувствительность	93,6%
Специфичность	68,2%
Точность (безошибочность метода)	86,4%
Ложноотрицательный ответ	6,4%
Ложноположительный ответ	31,8%

определялись признаки повреждения нервов по результатам УЗИ. Все пациенты данной группы прошли курс консервативной терапии и реабилитации, в ходе которых отмечалась положительная динамика восстановления функций нервов у 12 больных. При повторной ультрасонографии через 2 месяца у 2 пациентов определялось локальное увеличение диаметра нерва с нарушением внутренней структуры нервного ствола и снижением эхогенности. Во время оперативного лечения была выявлена внутрисвязочная неврома.

В таблице №2 представлено сравнение данных дооперационного УЗИ с выявленными изменениями в процессе оперативного вмешательства, а также с результатами консервативного лечения.

По результатам обработки данных мы определили общую диагностическую эффективность ультразвукового исследования при различных вариантах травматических повреждений периферических нервов конечностей

Список литературы:

1. Акимов Г.А., Одинак М.М. Дифференциальная диагностика нервных болезней. М., Гиппократ, 2000. 663 с.
2. Григорович К.А. Хирургическое лечение повреждений нервов. Л., Медицина, 1981. 301 с.
3. Говенько Ф.С. Хирургия повреждений периферических нервов. СПб., Феникс, 2010. 384 с.
4. Одинак М.М., Живолупов С.А., Фёдоров К.В., Лифшиц М.Ю. Нарушение невралной проводимости при травматической невралгии (патогенез, клинические синдромы, диагностика и лечение). Воен.-мед. журн. 2008; 2: 28–39.
5. Одинак М.М., Живолупов С.А. Заболевания и травмы периферической нервной системы (обобщение клинического и экспериментального опыта). СПб., СпецЛит., 2009. 367 с.
6. Sunderland S. Nerves and Nerve injuries. Churchill Livingstone, 1978. 1062 p.
7. Малецкий Э.Ю., Короткевич М.М., Бутова А.В., Александров Н.Ю., Ицкович И.Э. Измерение периферических нервов: сопоставление ультразвуковых, магнитно-резонансных и интраоперационных данных. Медицинская визуализация. 2015; 2: 78–86.
8. Гайворонский А.И., Журбин Е.А., Декан В.С., Железняк И.С., Алексеев Е.Д., Мартынов Б.В. и др. Интраоперационное ультразвуковое исследование в хирургии периферических нервов верхней конечности. Вестн. Росс. воен.-мед. акад. 2015; 2 (50): 56–59.
9. Худяев А.Т., Мартель И. И., Самылов В. В., Мещерягина И. А., Россик О. С. Малоинвазивные методы лечения повреждений периферических нервов. Генерал ортопедии. 2012; 1: 85–88.
10. Айтеемиров Ш. М., Нинель В.Г., Коршунова Г.А., Щаницын И.Н. Высокореагирующая ультрасонография в диагностике и хирургии периферических нервов конечностей (обзор литературы). Травматология и ортопедия России. 2015; 3: 116–125.
11. Чуриков Л.И., Гайворонский А.И., Журбин Е.А., Декан В.С., Свистов Д.В., Алексеев Д.Е. Современные аспекты

(табл. №3).

Выводы.

Ультразвуковое исследование является эффективным методом в диагностике травматических повреждений периферических нервов конечностей. УЗИ с чувствительностью 93,6% и специфичностью 68,2% позволяет выявить повреждения, при которых всегда показано оперативное лечение, или подтвердить анатомическую целостность нервного ствола, при которой повреждение является обратимым и операция не показана.

Точность ультразвукового исследования равна 86,4%, что позволяет рассматривать его в качестве одного из ведущих методов в диагностике данной патологии.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

хирургии повреждений лучевого нерва. Вестн. Росс. воен.-мед. акад. 2016; 4 (56): 14–18.

12. Салтыкова В.Г., Митькова М.Д. Роль эхографии в исследовании периферических нервов конечностей. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2011; 3: 93–106.
13. Peer S., Bodner G. High resolution sonography of the peripheral nervous system. Springer, Berlin, 2008. 136 p.
14. Lee F.C., Singh H., Nazarian L.N., Ratliff J.K. High-resolution ultrasonography in the diagnosis and intraoperative management of peripheral nerve lesions. Neurosurg. 2011; 114: 206–211. DOI: 10.3171/2010.2.JNS091324
15. Mota S.J., Pereira da Silva G. S., Gil-Pereira M., Donato H., Donato P., Caseiro Alves F. Peripheral nerve ultrasound – anatomy and technique for diagnosis and procedures. ECR 2014, Educational exhibit. 2014; 112: 1–48. DOI: 10.1594/ecr2014/C-2342
16. Оганов Р.Г. Основы доказательной медицины. Учебное пособие для системы послевузовского и дополнительного профессионального образования врачей. М., Силуция-Полиграф, 2010. 136 с.
17. Чуловская И.Г., Коршунов В.Ф., Еськин Н.А., Магдиев Д.А. Возможности ультрасонографии в диагностике повреждений периферических нервов верхней конечности. Радиология-практика. 2005; 3: 11–16.
18. Nak D.J. Radial nerve palsy associated with humeral shaft fracture Orthopedics. 2009; 32 (2): 111–114.
19. Берснев В.П., Кокин Г.С., Извекова Т.О. Практическое руководство по хирургии нервов. СПб., ФГУ «РНХИ им. проф. А.А. Поленова. 2009. 296 с.
20. Campbell W.W. Evaluation and management of peripheral nerve injury. Clin. Neurophysiol. 2008; 119: 1951–1965. DOI:10.1016/j.clinph.2008.03.018
21. Eser F., Aktekin L.A., Bodur H., Atan C. Etiological factors of traumatic peripheral nerve injuries. Neurology India. 2009; 57 (4): 434–437. DOI: 10.4103/0028-3886.5561.

References:

1. Akimov G.A., Odinak M.M. *Differential diagnosis of nervous diseases*. M., Hippocrates, 2000. 663 p. (in Russian).
2. Grigorovich K.A. *Surgical treatment of nerve damage*. L., Medicine, 1981. 301 p. (in Russian).
3. Govenko F.S. *Surgery of peripheral nerve injuries*. SPb., Phoenix, 2010. 384 p. (in Russian).
4. Odinak M.M., Zhivolupov S.A., Fedorov K.V., Lifshits M.Yu. *Violation of neural conduction in traumatic neuropathy (pathogenesis, clinical syndromes, diagnosis and treatment)*. *Military-medical Journal*. 2008; 2: 28–39 (in Russian).
5. Odinak M.M., Zhivolupov S.A. *Diseases and injuries of the peripheral nervous system (generalization of clinical and experimental experience)*. SPb., SpecLit, 2009. 367 p. (in Russian).
6. Sunderland S. *Nerves and Nerves injuries*. Churchill Livingstone, 1978. 1062 p.
7. Maletsky E.Yu., Korotkevich M.M., Butova A.V., Alexandrov N.Yu., Itskovich I.E. *Measurement of peripheral nerves: comparison of ultrasonic, magnetic resonance and intraoperative data*. *Medical imaging*. 2015; 2: 78–86 (in Russian).
8. Gaivoronsky A.I., Zhurbin E.A., Dekan V.S., Zhelezniak I.S., Alekseev E.D., Martynov B.V. et al. *Intraoperative ultrasound research in surgery of peripheral nerves of upper limb*. *Vestn. Rus. mil-med. acad.* 2015; 2 (50): 56–59 (in Russian).
9. Khudyaev A.T., Martel I.I., Samylov V.V., Meshcheryagina I.A., Rossik O. S. *Minimally invasive methods of treatment of injuries of peripheral nerves. The genius of orthopedics*. 2012; 1: 85–88 (in Russian).
10. Aitemirov Sh.M., Ninel V.G., Korshunova G.A., Shanitsyn I.N. *Highly resolving ultrasonography in the diagnosis and surgery of peripheral nerves of the extremities (review of literature)*. *Traumatology and orthopedics in Russia*. 2015; 3: 116–125 (in Russian).
11. Churikov L.I., Gaivoronsky A.I., Zhurbin E.A., Dekan V.S., Svistov D.V., Alekseev D.E. *Modern aspects of surgery of injuries of a radial nerve*. *Vestn. Rus. mil-med. Acad.* 2016; 4 (56): 14–18 (in Russian).
12. Saltykova V.G., Mitkova M.D. *The role of ultrasound in the study of peripheral nerves of the extremities. Ultrasound and functional diagnostics*. 2011; 3: 93–106 (in Russian).
13. Peer S., Bodner G. *High resolution sonography of the peripheral nervous system*. Springer, Berlin, 2008. 136 p.
14. Lee F.C., Singh H., Nazarian L.N., Ratliff J.K. *High-resolution ultrasonography in the diagnosis and intraoperative management of peripheral nerve lesions*. *Neurosurg*. 2011; 114: 206–211. DOI: 10.3171/2010.2.JNS091324
15. Mota S.J., Pereira da Silva G. S., Gil-Pereira M., Donato H., Donato P., Caseiro Alves F. *Peripheral nerve ultrasound – anatomy and technique for diagnosis and procedures*. *ECR 2014, Educational exhibit*. 2014; 112: 1–48. DOI: 10.1594/ecr2014/C-2342
16. Oganov R.G. *Fundamentals of Evidence-Based Medicine. Textbook for the system of postgraduate and additional professional education of doctors*. Moscow, Silicea-Polygraph, 2010. 136 p. (in Russian).
17. Chulovskaya I.G., Korshunov V.F., Eskin N.A., Magdiev D.A. *The possibilities of ultrasonography in the diagnosis of peripheral nerve injuries of the upper limb*. *Radiology-practice*. 2005; 3: 11–16 (in Russian).
18. Hak D.J. *Radial nerve palsy associated with humeral shaft fracture*. *Orthopedics*. 2009; 32 (2): 111–114.
19. Bersnev V.P., Kokin G.S., Izvekova T.O. *Practical guide to nerve surgery*. SPb., Federal Almazov North-West Medical Research Centre, 2009. 296 p. (in Russian).
20. Campbell W.W. *Evaluation and management of peripheral nerve injury*. *Clin. Neurophysiol*. 2008; 119: 1951–1965. DOI:10.1016/j.clinph.2008.03.018
21. Eser F., Aktekin L.A., Bodur H., Atan C. *Etiological factors of traumatic peripheral nerve injuries*. *Neurology India*. 2009; 57 (4): 434–437. DOI: 10.4103/0028-3886.55614.