

А.И. Гайворонский, Е.А. Журбин, В.С. Декан,
И.С. Железняк, Е.Д. Алексеев,
Б.В. Мартынов, Д.В. Свистов

Интраоперационное ультразвуковое исследование в хирургии периферических нервов верхней конечности

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. Рассматриваются результаты 11 нейрохирургических операций на периферических нервах верхней конечности, проведённых с интраоперационным ультразвуковым сопровождением. Установлено, что использование интраоперационного ультразвукового исследования как способа поиска повреждённых периферических нервов является простым в исполнении, позволяет в полном объёме оценить локализацию и характер повреждения, сократив при этом время выполнения оперативного вмешательства и повысив его эффективность. По сравнению с чрескожным исследованием, интраоперационное ультразвуковое сканирование позволяет получить более точную картину внутрисуставного состояния нерва, и тем самым помогает определиться с выбором того или иного оперативного приёма. С учётом небольшого количества наблюдений интраоперационного ультразвукового сопровождения статистически достоверно сравнить основные показатели оперативных доступов и продолжительности вмешательств с традиционными операциями пока не представляется возможным. Тем не менее, установлен ряд тенденций. Так, при использовании интраоперационного ультразвукового исследования отмечено снижение средней продолжительности операций на 15–60 мин по сравнению с традиционными вмешательствами на тех же нервах и при том же уровне повреждения. В первую очередь, сокращение длительности операции достигалось за счёт сокращения этапа поиска нерва в условиях анатомии, изменённой как повреждением, так и от использования ранорасширителей. Такая же положительная тенденция отмечена и в уменьшении длины разреза, необходимого для доступа к повреждённому нервному стволу. У пациентов, прооперированных с использованием интраоперационного ультразвукового сканирования, длина разреза кожи была на 2–6 см меньше, чем при традиционных операциях на одноимённых нервах.

Ключевые слова: хирургия периферических нервов, ультразвуковое исследование периферических нервов верхней конечности, диагностика травм нервов, лечение повреждений нервов, ультразвуковая диагностика, интраоперационное ультразвуковое исследование нервных стволов.

Введение. Повреждения периферических нервов составляют по данным разных авторов от 1,5 до 12% от всех травм. При этом на травмы нервов верхней конечности (локтевой, срединный, лучевой) приходится 60–70% от общего числа повреждений нервов. К сожалению, даже при лечении в специализированном учреждении после шва нерва 29,4% больных становятся инвалидами или вынуждены сменить работу [1, 3, 4, 6].

За последние десятилетия в хирургии периферических нервов произошли существенные изменения. Электронейромиография, ультразвуковая диагностика, магнитно-резонансная томография позволили значительно сократить количество эксплоративных операций на периферических нервах [8]. Кроме того, изменилась и техника оперативных приёмов. В настоящий момент хирургия периферических нервов – это, в первую очередь, микрохирургия. Использование операционного микроскопа, микроинструментов, тонкого атравматического шовного материала способствовало улучшению результатов функционального восстановления повреждённых нервов и сократило число неблагоприятных исходов.

Одной из нерешённых проблем хирургии периферических нервов является длительный этап поиска нервных стволов в условиях изменённой повреждением анатомии конечности. В доступной отечественной и зарубежной литературе мы не нашли работ посвящённых примене-

нию ультразвукового метода интраоперационно, с целью нахождения концов периферического нерва. Более того, даже выделив нерв из рубцов, при сохранённой его анатомической целостности хирург сталкивается с дилеммой выбора того или иного оперативного приёма.

Ультразвуковое исследование в настоящее время является одним из наиболее быстро развивающихся методов лучевой диагностики [5, 12]. Непрерывное совершенствование аппаратов, датчиков и методик ультразвуковых исследований расширяют возможности его применения [2]. На сегодняшний день трудно представить успешное решение проблем диагностики и лечения периферических нервов без использования ультразвукового исследования, которое позволяет выявить точную локализацию и характер повреждений нервных стволов, протяжённость диастаза, состояние окружающих тканей, при этом помогая определиться с дальнейшей тактикой лечения [9, 13]. В процессе ультразвукового сканирования периферических нервов могут быть диагностированы сопутствующие повреждения сухожилий, мышц, магистральных сосудов. Кроме того, ультразвуковое исследование – быстрый, надёжный, недорогой, многократно повторяемый в динамике метод диагностики. Ультразвуковая диагностика за счёт высокой разрешающей способности, в настоящее время, единственный метод лучевой диагностики, позволяю-

ший не только визуализировать периферические нервы на всём протяжении, но и оценивать их внутреннее состояние. Несомненно, ультразвуковое исследование в предоперационной подготовке пациента дополняет функциональные результаты электронейромиографии и даёт ценную информацию для хирурга, поскольку позволяет с высокой точностью, чувствительностью и специфичностью сказать о характере повреждения (полный, частичный или внутриствольный разрыв, наличие посттравматических невромов). Ограничивает применение ультразвукового исследования лишь компетенция специалиста ультразвуковой диагностики в области периферической нервной системы, а также выраженный рубцово-спаечный процесс при застарелых обширных повреждениях конечностей. При этом возможность и преимущества использования интраоперационного ультразвукового исследования периферических нервов практически не изучены.

Цель исследования. Изучить возможности интраоперационного ультразвукового исследования в хирургии периферических нервов верхней конечности.

Материалы и методы. Ультразвуковое сопровождение нейрохирургических операций на периферических нервах верхней конечности впервые было проведено у 11 пациентов (8 мужчин и 3 женщины) в клинике нейрохирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова в 2013–2015 гг. По поводу посттравматической невропатии лучевого нерва на уровне верхней или средней трети плеча были прооперированы 6 пациентов (два – по поводу посттравматической невропатии локтевого нерва на уровне средней трети плеча, два – по поводу посттравматической невропатии локтевого и срединного нервов на уровне нижней и средней трети плеча и два пациента с посттравматической невропатией срединного нерва на уровне средней и нижней трети предплечья). У всех больных давность травмы составила от 1 до 6 месяцев.

Всем пациентам выполнялось предоперационное обследование, включавшее ультразвуковое исследование нерва и электронейромиографию. За исключением одного случая внутриствольного повреждения лучевого нерва на уровне средней трети плеча, во всех остальных был диагностирован полный анатомический перерыв нервного ствола.

Для сравнения были изучены 30 историй болезни пациентов с повреждениями нервов верхней конечности на уровне плеча и предплечья, прооперированных в клинике нейрохирургии в 2002–2012 гг.

Ультразвуковое исследование проводили на аппаратах различного класса. Основными являлись линейные датчики с рабочими частотами от 5 до 16 МГц. Перед началом исследования на рабочую поверхность датчика обильно наносили гель и надевали одноразовый чехол. Операционное поле орошалось физиологическим раствором. Исследование включало в себя поперечное и продольное сканирование в В-режиме. В ходе интраоперационного ультразвукового исследования нервный ствол дифференцировали от других мягкотканых

структур по следующей схеме: контуры, размеры, форма, эхоструктура, эхогенность. Находили проксимальный или дистальный конец нерва, фиксировали датчик и измеряли на эхограмме глубину. После чего на установленной глубине под датчиком обнаруживали нерв.

При сохранённой анатомической целостности нерва для выявления внутриствольного повреждения или невромы, датчик устанавливали непосредственно на нервный ствол, и производилось исследование в продольной и поперечной плоскостях сканирования.

Результаты и их обсуждение. В большинстве случаев длина кожного разреза при операциях на периферических нервах планируется изначально с заходом на 6–10 см проксимальнее и дистальнее от места повреждения. Это связано с необходимостью поиска неизменённых участков нерва в относительно «здоровых» тканях.

Ультразвуковое сопровождение оперативных вмешательств на нервах верхней конечности начиналось с момента предоперационной разметки. Как правило, проксимальный и дистальный концы повреждённого нерва оказывались смещены медиально или латерально относительно нормальной проекции нерва. Для более точного определения линии разреза кожи выполнялось чрескожное ультразвуковое исследование нерва либо на стационарном аппарате за сутки – 1 ч до операции, либо непосредственно на операционном столе с помощью портативного аппарата.

После выполнения разреза кожи, подкожной клетчатки, поверхностной фасции, выполнялось интраоперационное ультразвуковое исследование для точной локализации проксимального и дистального фрагментов нервного ствола и определения наиболее оптимального и кратчайшего пути их поиска. Интраоперационное ультразвуковое исследование проводилось путём аппликации датчика, помещённого в стерильный чехол, к открытой ране (рис. 1).

Визуализация нерва при такой методике лучше, ввиду отсутствия слоя кожи и подкожной жировой клетчатки (рис. 2). Уточнялась глубина залегания повреждённого нерва и после препаровки тканей хирург достаточно быстро выходил к его проксимальным и дистальным участкам без затраты времени на поиск нерва в межмышечных промежутках (или лучевого нерва в плечемышечном канале).

Выполнение ультразвукового исследования на этапе доступа также способствовало профилактике повреждения крупных сосудов (например, плечевой артерии и вен при операциях на локтевом и, что более актуально, срединном нервах на плече) за счёт определения точных анатомо-топографических взаимоотношений с сопровождающими их нервами.

После выделения проксимального и дистального фрагментов нерва в «здоровых» тканях осуществлялась их препаровка по направлению к месту повреждения с дальнейшим невролизом. По нашему мнению, интраоперационное ультразвуковое исследование способствовало и более быстрому выполнению невролиза. В некоторых ситуациях концевая неврома плотно срастается с



Рис. 1. Продольное интраоперационное ультразвуковое сканирование на границе средней и нижней трети плеча

рубцовой тканью, и её микрохирургическое выделение занимает продолжительное время. В трёх случаях, дойдя до невromы и подтвердив при ультразвуковом сканировании, что в рубцах спаяны явно изменённые участки центрального конца нерва, выполняли их отсечение без микрохирургического выделение концевой невromы из рубцов. Рубцовая ткань удалялась в дальнейшем единым блоком вместе с концевой невромой (рис. 3).

С учётом небольшого количества наблюдений интраоперационного ультразвукового сопровождения статистически достоверно сравнить основные показатели оперативных доступов и продолжительности вмешательств с традиционными операциями пока не представляется возможным. Тем не менее, разделив пациентов на группы по наименованию и уровню повреждения нервного ствола, и сравнив их показатели с аналогичными, указанными в протоколах традиционных операций, был установлен ряд тенденций. Так, при исследовании интраоперационного ультразвукового исследования отмечено снижение средней продолжительности операций на 15–60 мин по сравнению с традиционными вмешательствами на тех же нервах и при том же уровне повреждения. В первую очередь, сокращение длительности операции достигалось за счёт сокращения этапа поиска нерва в условиях анатомии, изменённой как повреждением, так и от использования ранорасширителей. Такая же положительная тенденция отмечена и в уменьшении длины разреза, необходимого для доступа к повреждённому нервному стволу. У пациентов, прооперированных с использованием интраоперационного ультразвукового сканирования, длина разреза кожи была на 2–6 см меньше, чем при традиционных операциях на одноимённых нервах.

В определении дальнейшего хода операции при анатомически целом периферическом нерве существенную роль сыграло интраоперационное ультразвуковое исследование с непосредственной установкой датчика на нервный ствол. Традиционное ультразвуковое сканирование нерва в ряде случаев не может точно ответить на вопросы о степени внутриствольного

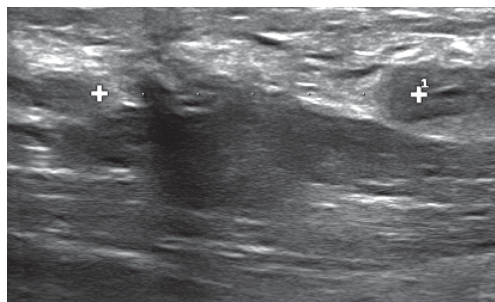


Рис. 2. Продольное интраоперационное ультразвуковое исследование срединного нерва на уровне нижней трети плеча. Полный перерыв нервного ствола с диастазом концов около 3 см (расстояние между метками). Посттравматические терминальные невromы обоих концов нерва (метки)

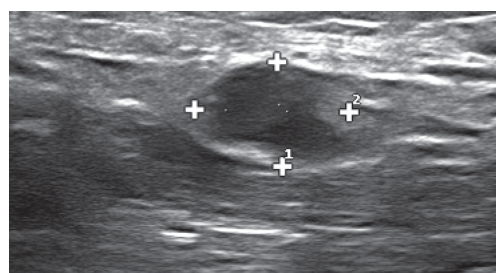


Рис. 3. Продольное интраоперационное ультразвуковое исследование срединного нерва на уровне нижней трети плеча. Концевая неврома (метки) и окружающая рубцовая ткань

повреждения и наличии невromы. Интраоперационное сканирование обладает более высокой точностью, специфичностью и чувствительностью по сравнению с чрескожным ультразвуковым исследованием, позволяет детально изучить внутреннее состояние нерва. В частности, у одного пациента на дооперационном ультразвуковом исследовании выявлена картина неврита лучевого нерва, однако интраоперационное сканирование показало наличие внутриствольной невromы, что потребовало резекции изменённого участка нерва с дальнейшим выполнением микрохирургического эпинеурального шва. Гистологическое исследование иссеченного фрагмента нерва подтвердило наличие внутриствольной невromы (рис. 4). При установке датчика непосредственно на нервный ствол, а не на кожу достигается лучшая визуализация внутренней структуры нерва (более высокое пространственное и контрастное разрешение за счёт отсутствия слоёв тканей, препятствующих проникновению и рассеиванию ультразвуковой волны). Использование такой методики предоставляет возможность с высокой точностью говорить о наличии и характере внутриствольных изменений нервного ствола [7, 10, 11].

На завершающем этапе операции с помощью ультразвукового сканирования проверяли качество микрохирургического эпинеурального шва, подтверждали отсутствие внутриствольных невром после выполненного оперативного приёма.

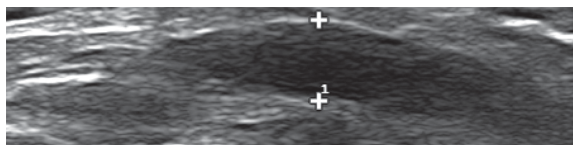


Рис. 4. Продольное интраоперационное ультразвуковое исследование лучевого нерва на границе средней и нижней трети плеча. Ультразвуковая картина внутривенной невротомии (метки)

Заключение. Первый опыт интраоперационного ультразвукового сопровождения в хирургии периферических нервов может свидетельствовать о наличии ряда преимуществ этой методики по сравнению с традиционными. Способ интраоперационного поиска повреждённых периферических нервов с использованием ультразвукового исследования является простым в исполнении, позволяет достаточно отчётливо оценить вид и локализацию повреждения, сокращает длительность оперативного вмешательства и снижает его травматичность.

Интраоперационное ультразвуковое сканирование позволяет получить более точную картину внутривенной структуры нерва по сравнению с чрескожным исследованием, и тем самым помогает определиться с выбором и объёмом того или иного оперативного приёма.

Дальнейшие исследования по интраоперационной ультразвуковой диагностике планируется осуществить на большем объёме выборки (не менее 30–35 пациентов) и с изучением катамнеза. Учитывая длительное время регенерации повреждённого нерва, изучение катамнеза позволит сравнить эффективность оперативного пособия с использованием интраоперационной ультразвуковой навигации и без таковой. В случае подтверждения эффективности данной методики необходимо рассмотреть вопрос введения обучающих занятий по интраоперационной ультразвуковой

диагностике периферических нервов на циклах повышения квалификации врачей-нейрохирургов.

Литература

1. Берснев, В.П. Практическое руководство по хирургии нервов / В.П. Берснев, Г.С. Кокин, Т.О. Извекова. – СПб.: ФГУ «РНХИ им. проф. А.Л. Поленова», 2009. – Т. 1. – 296 с.
2. Вецмадян, Е.А. Роль ультразвуковых методик в дифференциальной диагностике опухолевых и опухолеподобных образований мягких тканей при планировании лечения больных в амбулаторных условиях / Е.А. Вецмадян, И.Г. Пчелин. // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2013. – № 4. – С. 119–124.
3. Говенько, Ф.С. Хирургия повреждений периферических нервов / Ф.С. Говенько. – СПб.: Феникс, 2010. – 384 с.
4. Григорович, К.А. Хирургическое лечение повреждений нервов / К.А. Григорович. – Л.: Медицина, 1981. – 301 с.
5. Еськин, Н.А. Возможности ультразвукового исследования в диагностике повреждений и заболеваний периферических нервов верхней конечности / Н.А. Еськин, Н.Ю. Матвеева, С.Г. Приписнова // Вестн. травматол. и ортопед. – 2008. – № 2. – С. 82–87.
6. Одинак, М.М. Заболевания и травмы периферической нервной системы (обобщение клинического и экспериментального опыта) / М.М. Одинак, С.А. Живолупов. – СПб.: СпецЛит. – 2009. – 367 с.
7. Пат. № 2492813 Российская Федерация, МПК А61В8/06. Способ выбора хирургической тактики лечения повреждения периферического нерва с нарушением проводимости / И.А. Норкин [и др.]. – Опубл. 20.09.2013, БИ № 26.
8. Салтыкова, В.Г. Ультразвуковая диагностика состояния периферических нервов (норма, повреждения, заболевания): автореф. дис. ... д-ра мед. наук / В.Г. Салтыкова – М., 2011. – 48 с.
9. Fornage, B.D. Peripheral nerves of the extremities: imaging with US / B.D. Fornage // Radiology. – 1988. – Vol. 167. – № 1. – P. 179–182.
10. Koenig, R.W. Intraoperative high-resolution ultrasound: a new technique in the management of peripheral nerve disorders / R.W. Koenig [et al.] // Neurosurg. – 2011. – Vol. 114. – P. 514–521.
11. Lee, F.C. High-resolution ultrasonography in the diagnosis and intraoperative management of peripheral nerve lesions / F.C. Lee [et al.] // Neurosurg. – 2011. – Vol. 114. – P. 206–211.
12. Mota, S. Peripheral nerve ultrasound – anatomy and technique for diagnosis and procedures / S. Mota [et al.] // ECR 2014, Educational exhibit. – 2014. – Vol. 112. – P. 1–48.
13. Peer, S. Evaluation of postoperative peripheral nerve lesions with high resolution ultrasound / S. Peer [et al.] // AJR. – 2001. – Vol. 177. – P. 415–419.

A.I. Gaivoronsky, E.A. Zhurbin, V.S. Dekan, I.S. Zhelezniak, E.D. Alekseev, B.V. Martynov, D.V. Svistov

Intraoperative ultrasound research in surgery of peripheral nerves of upper limb

Abstract. The results of 11 neurosurgical operations on the peripheral nerves of the upper limb, carried out with intraoperative ultrasound accompaniment. It was found that the use of intraoperative ultrasound as a way to search for peripheral nerves lesions is simple in execution, allows fully assess the location and nature of the damage, reducing the time of surgical intervention and increasing its effectiveness. Compared with percutaneous study, intraoperative ultrasound scan provides a more accurate picture of the state of structural nerve, and thereby helps to determine the choice of a surgical admission. Given the small number of cases of intraoperative ultrasound tracking, statistically compare key indicators of surgical approaches and duration of interventions to conventional operations is not yet possible. Nevertheless, several trends set. Thus, when using the intraoperative ultrasound decreased average operations 15–60 min compared with traditional interventions on the same nerves and at the same level of damage. In the first place, reducing the duration of the operation was achieved by reducing the search phase in a nerve anatomy, altered as damage, and the use of retractors. The same positive trend noted in the reduction of the length of the incision required for access to the faulty nerve trunks. Patients operated using intraoperative ultrasonic scanning, the skin was cut length 2–6 cm less than with the traditional operations on the like nerves.

Key words: peripheral nerve surgery, ultrasound of the peripheral nerves of the upper limb, the diagnosis of nerve injury, nerve lesions treatment, ultrasound, intraoperative ultrasound nerve trunks.

Контактный телефон: 8-911-092-54-22; e-mail: zhurbin-90@mail.ru