

На правах рукописи

ЖУРБИН
Евгений Александрович

**ВОЗМОЖНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В
ДИАГНОСТИКЕ И ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ
ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ КОНЕЧНОСТЕЙ**

14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия
14.01.18 – нейрохирургия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург
2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном военном образовательном учреждении высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации

Научные руководители: доктор медицинских наук доцент
Железняк Игорь Сергеевич
доктор медицинских наук доцент
Гайворонский Алексей Иванович

Официальные оппоненты: **Синельникова Елена Владимировна**
доктор медицинских наук профессор
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, заведующая кафедрой
лучевой диагностики и биомедицинской
визуализации ФП и ДПО

Яковенко Игорь Васильевич
доктор медицинских наук профессор
ФГБОУ ВО «Северо-Западный
государственный медицинский университет им.
И.И. Мечникова» Министерства
здравоохранения Российской Федерации,
заведующий кафедрой нейрохирургии имени
профессора А.Л. Поленова

Ведущая организация: ФГБУ «Национальный медицинский
исследовательский центр имени В.А. Алмазова»
Министерства здравоохранения Российской
Федерации

Защита состоится «__» _____ 2018 г. в _____ часов на заседании
диссертационного совета Д 215.002.11 на базе ФГБОУ ВО «Военно-
медицинская академия имени С.М.Кирова» Министерства обороны Российской
Федерации (194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6).

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке и на
официальном сайте ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия имени
С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации

Автореферат разослан «__» _____ 2018 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук доцент

Язенко Аркадий Витальевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Травматическая невропатия является одной из наиболее часто встречающихся групп заболеваний периферических нервов (Одинак М.М., Живолупов С.А., 2009; Меркулов М.В., 2014; Campbell W.W., 2008). Высокие темпы урбанизации современного общества, технический прогресс, увеличение числа техногенных и природных катастроф, локальных военных конфликтов и особенно дорожно-транспортных происшествий, а также появление новых экстремальных видов спорта обуславливают ежегодный неуклонный рост количества пациентов с повреждениями периферических нервов (Леонов С.А., 2009; Eser F., 2009; Tang P. et al., 2012). Так, по данным Всемирной Организации Здравоохранения, рост зафиксированных травм нервов в год составляет около 2%.

Ежегодно в России в проведении операций по поводу травм периферических нервов нуждается от 4 до 7 тысяч человек (Говенько Ф.С., 2010). При этом около 45% повреждений нервов в Российской Федерации приходится на наиболее активную возрастную группу от 21 до 35 лет (Скоромец А.А., 2000; Берснев В.П., 2006). Такие травмы практически в 65% случаев приводят к длительной потере трудоспособности с высокой частотой инвалидизаций пострадавших (Панов Д.Е., 2006; Давлятов А.А., 2007; Горшков Р.П., 2009; Древаль О.Н. с соавт. 2015).

По мнению ряда авторов, повышение эффективности хирургического лечения повреждений периферических нервов напрямую зависит от качества и средств предоперационной диагностики (Берснев В.П., 2009; Айтемиров Ш.М. с соавт., 2015; Chin B., Ramji M., Farrokhyar F., 2017; Gasparotti R. et al., 2017). В большинстве случаев выполнение только лишь клинико-неврологического обследования и ЭНМГ оказываются недостаточным для качественного и полноценного лечения (Гимранов Р.Ф. с соавт., 2003; Зенков Л.Р., Ронкин М.А., 2004; Domkundwar S. et al., 2017). В настоящее время существует потребность в доступном и неинвазивном методе диагностики, который способен визуализировать нервные стволы и выявлять различные признаки повреждения нервов.

Однако противоречивые данные отечественной и зарубежной литературы о диагностической эффективности УЗИ при повреждениях периферических нервов свидетельствуют о недостаточной проработанности этого вопроса (Чуловская И.Г., 2010; Alaqeel A., Alshomer F., 2014; Houdek M.T. et al., 2015; Lauretti L. et al., 2017).

Эффективность оперативных вмешательств на периферических нервах по данным разных авторов составляет от 36 до 98% в зависимости от характера повреждения и выполненного хирургического пособия (Григорович К.А., 1981; Лисайчук Ю.С. с соавт., 2007; Беришвили К.Ш., 2010; Causeret A., Ract I., Jouan J., 2018). Существующие современные подходы к хирургическому лечению травматических повреждений периферических нервов с применением операционного микроскопа и микрохирургической техники не позволяют добиться идеальных результатов в лечении пострадавших (Горшков Р.П., 2007; Шевелев И.Н., 2011; Barbour J., Yee A., Kahn L.C., 2012).

Другой проблемой в хирургической практике является ситуация, когда во время ревизии повреждённых периферических нервов они оказываются анатомически целыми. В данных случаях возникают серьёзные диагностические и тактические проблемы, которые подчас непросто решить с помощью электрофизиологических методов и опыта хирурга (Джумагишиев Д.К., 2007; Айтемиров Ш.М. с соавт., 2015; Pedro M. et al., 2015).

Степень разработанности темы исследования. В профессиональной среде остаётся неоднозначным мнение по поводу достоверности результатов УЗИ. Многие исследователи считают ультразвуковой метод диагностики весьма операторо- и аппаратозависимым (Азолов В.В. с соавт., 2004; Еськин Н.А. с соавт., 2008; Труфанов Г.Е., Рязанов В.В., 2008; Малецкий Э.Ю. с соавт., 2015; Mota S.J. et al., 2014; Ray W.Z. et al., 2017). Поэтому многие практикующие врачи предпочитают компьютерную и магнитно-резонансную томографии и полагаются на результаты этих методов (Оглезнев К.Я., Журавлева Г.Н., Кузнецов А.В., 2000; Freund W. et al., 2007; Steens S.C. et al., 2011; Tagliafico A. et al., 2013; Chhabra A. et al., 2014). Усугубляет положение вещей и тот факт, что в нашей стране УЗИ периферических нервов конечностей не является широко распространённым и ежедневно применяемым в клинической практике методом их исследования при повреждениях (Салтыкова В.Г., 2010; Романова М.Н., Жила Н.Г., Синельникова Е.В., 2014; Нинель В.Г. с соавт., 2016).

Основным недостатком традиционных клиничко-неврологического обследования и ЭНМГ является косвенная информация об анатомо-морфологическом состоянии нерва. Однако в остром и раннем периодах течения травмы по клиничко-электрофизиологическим данным практически невозможно отличить аксонотмезис от нейротмезиса. При этом в первом случае показана выжидательная тактика с консервативным лечением, тогда как во втором варианте необходимо оперативное лечение. Тем не менее, до сих пор эти методы являются основными, именно по их данным в большинстве случаев и устанавливается диагноз (Гехт Б.М., Касаткина Л.Ф., Самойлов М.И., 1997; Melnyk V. et al., 2018).

В клинических рекомендациях Ассоциации нейрохирургов России по диагностике и хирургическому лечению повреждений и заболеваний периферической нервной системы сказано, что УЗИ является дополнительным методом, который лишь в некоторых случаях уточняет степень поражения нерва и его локализацию (Древаль О.Н. с соавт., 2015). С другой стороны, применение неинвазивных визуализирующих методов исследования, таких как ультразвуковая диагностика, позволяет узнать анатомо-морфологическое состояние нервного ствола и определиться с дальнейшей тактикой лечения (Padua L. et al., 2013; Jones P.E. et al., 2018).

На сегодняшний день имеется достаточный объём клинических исследований, демонстрирующих возможности УЗИ, в том числе и для диагностики повреждений периферических нервов конечностей (Миронов С.П. с соавт., 2008; Малецкий Э.Ю., 2017; Наумова Е.С. с соавт., 2017; Petcu E.V. et al., 2018). Однако в опубликованных работах диагностическая эффективность УЗИ при повреждениях периферических нервов конечностей различается у разных авторов (Миронов С.П. с соавт., 2004; Салтыкова В.Г. с соавт., 2012; Мументалер М., 2013; Peer S., Vodner G., 2008; Aggarwal A. et al., 2017). Отсутствуют чётко сформулированные алгоритмы применения УЗИ в диагностике травм нервов, а имеющиеся отдельные рекомендации нельзя назвать полными (Шарипова Э.Ш., 2007; Шуст Ю.А., Жестовская С.И., 2015; Toros T. et al., 2009; Tseng T.C. et al., 2014).

В литературе имеются единичные сведения о возможностях УЗИ и его диагностической эффективности при различных клинических формах повреждения периферических нервов (Чуловская И.Г. с соавт., 2005; Салтыкова В.Г., 2011; Bianchi S., 2008).

Не менее актуальным остаётся решение вопроса интраоперационной диагностики тяжести повреждения нервного ствола и определения дальнейшей тактики действий (Айтемиров Ш.М. с соавт., 2013; Koenig R.W. et al., 2011). К сожалению, в доступной

литературе имеются единичные работы, посвящённые вопросу интраоперационного применения УЗИ при повреждениях нервов (Lee F.C. et al., 2011; Haldeman C.L., 2015; Burks S. et al., 2017). При этом отсутствует общепринятая методика проведения ультразвуковой ассистенции оперативных вмешательств при травмах периферических нервов.

Таким образом, улучшение диагностики повреждений периферических нервов конечностей за счёт применения УЗИ является актуальной задачей. Противоречивость мировой литературы, недостаточная изученность темы, а по некоторым вопросам малочисленность имеющихся данных определяют актуальность данного исследования.

Цель исследования: улучшить результаты лечения пациентов с травмами периферических нервов конечностей за счёт применения ультразвукового исследования на до-, интра- и послеоперационном этапах.

Задачи исследования:

1. Оценить чувствительность, специфичность, точность ультразвукового исследования при различных формах повреждений периферических нервов конечностей на дооперационном этапе.

2. Разработать методику интраоперационной ультразвуковой ассистенции при выполнении хирургических вмешательств у пациентов с повреждениями периферических нервов конечностей.

3. Определить возможности ультразвукового исследования в оценке результатов хирургического лечения повреждений периферических нервов конечностей.

4. Разработать алгоритм применения ультразвукового исследования при повреждениях периферических нервов на дооперационном этапе, в процессе оперативного вмешательства и при оценке его результатов.

Научная новизна. Впервые проведён анализ эффективности диагностики повреждений периферических нервов конечностей с применением УЗИ, как на дооперационном этапе, так и в послеоперационном периоде.

Впервые проведено сопоставление результатов УЗИ с данными, полученными в ходе оперативных вмешательств и при положительных исходах консервативной терапии. На основании результатов исследования проведён углубленный анализ информативности ультразвукового метода, уточнена его роль и место в комплексной диагностике повреждений периферических нервов конечностей. Обоснована эффективность применения УЗИ в качестве сопровождающего метода нейрохирургических операций при повреждениях периферических нервов.

Разработан алгоритм применения УЗИ при травматических повреждениях периферических нервов конечностей.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты исследования дополнили и систематизировали сведения об ультразвуковой семиотике повреждений периферических нервов конечностей. Их применение в практической работе нейрохирургов позволяет оптимизировать выбор тактики лечения у пациентов с травмами нервов, уменьшает частоту необоснованных и повторных хирургических вмешательств, сокращает сроки лечения нейрохирургических пациентов на этапе оказания специализированной медицинской помощи.

Результаты клинической части исследования продемонстрировали высокую диагностическую эффективность УЗИ при повреждениях периферических нервов конечностей, простоту и доступность его выполнения, что позволяет рассматривать его в качестве одного из ведущих методов в диагностике данной патологии.

Разработанные в ходе исследования методика проведения ультразвуковой ассистенции и алгоритм применения УЗИ при травматических повреждениях периферических нервов конечностей позволили существенно облегчить процесс выбора тактики лечения и улучшить его результаты.

Результаты исследования могут быть использованы в нейрохирургической, травматологической и неврологической практике для обследования пациентов, как при неотложном обследовании, так и при динамическом наблюдении в процессе консервативного лечения или после проведенного оперативного вмешательства.

Методология и методы исследования. Анализ отечественной и зарубежной литературы предопределил основные направления и части исследования. Обследованы 220 пациентов с диагнозом посттравматическая невропатия. После изучения данных клинико-неврологического обследования и ЭНМГ, всем пострадавшим проведено УЗИ, проанализированы его результаты и выбрана дальнейшая тактика лечения.

На материале 37 операций оценена возможность ультразвуковой ассистенции в хирургическом лечении повреждений периферических нервов конечностей.

Проведена оценка результатов лечения пациентов с повреждениями периферических нервов конечностей, а также определены возможности УЗИ в послеоперационном периоде.

На завершающем этапе диссертационного исследования проводили статистическую обработку результатов и анализ эффективности ультразвукового метода в диагностике повреждений периферических нервов конечностей на основании сопоставления данных дооперационного УЗИ с выявленными изменениями в процессе оперативного вмешательства.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Ультразвуковое исследование является высокоинформативным методом лучевой диагностики при травмах периферических нервов конечностей и позволяет с высокой точностью выявлять различные формы повреждений на дооперационном этапе.

2. Разработанная методика ультразвуковой ассистенции хирургического лечения повреждений периферических нервов конечностей является простой в исполнении, позволяет сократить время оперативного вмешательства и снизить его травматичность.

3. Разработанный алгоритм применения ультразвукового исследования при повреждениях периферических нервов конечностей позволяет существенно облегчить процесс выбора тактики их лечения и послеоперационного контроля.

Степень достоверности результатов проведенного исследования определяется значительным и репрезентативным объемом обследованных пациентов (n=220), применением в качестве контроля интраоперационной верификации и результатов консервативной терапии, а также обработкой полученных данных адекватными методами математической статистики. Сформулированные в диссертации положения, выводы и практические рекомендации аргументированы и логически вытекают из проведенного анализа полученных данных.

Апробация результатов исследования. Основные положения работы представлены в виде докладов и обсуждены на Международном конгрессе «Невский радиологический форум» (Санкт-Петербург, 2013, 2014, 2015, 2017), XVI Всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 2017), V Международной конференции «Актуальные вопросы

нейрохирургии: диагностика и лечение» (Санкт-Петербург, 2017), III Всероссийском конгрессе с международным участием «Медицинская помощь при травмах мирного и военного времени. Новое в организации и технологиях» (Санкт-Петербург, 2018), Европейском радиологическом конгрессе (Вена, 2017, 2018).

Внедрение результатов исследования в практику. Результаты исследования внедрены в клиническую практику кафедры рентгенологии и радиологии (с курсом ультразвуковой диагностики), кафедр и клиник нейрохирургии, нервных болезней Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова, а также в Клинической больнице №122 имени С.Г. Соколова. Результаты исследования используются в материалах лекций и при проведении практических занятий со слушателями ординатуры на кафедрах нейрохирургии, рентгенологии и радиологии (с курсом ультразвуковой диагностики), со слушателями факультета усовершенствования врачей Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова в рамках циклов повышения квалификации и профессиональной переподготовки по ультразвуковой диагностике.

Личный вклад автора в проведённое исследование. Тема и план диссертации, её основные идеи и содержание разработаны совместно с научными руководителями на основе многолетних целенаправленных исследований.

Автор самостоятельно обосновал актуальность темы диссертации, цель, задачи и этапы научного исследования. Разработана формализованная карта обследования пациента и на её основе создана электронная база данных.

Диссертант лично проанализировал данные историй болезни 220 пациентов. Самостоятельно выполнил первичную ультразвуковую диагностику 220 пострадавшим, провёл 37 ультразвуковых ассистенций оперативных вмешательств по поводу повреждений периферических нервов, осуществил 354 послеоперационных ультразвуковых исследования.

Суммарный личный вклад автора в изучение литературы, сбор и анализ клинического материала, статистическую обработку результатов исследований и написание диссертации составляет 100%.

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 27 печатных работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации для опубликования основных результатов диссертаций на соискание учёной степени кандидата медицинских наук.

Структура и объём диссертации. Диссертация изложена на 147 страницах машинописного текста и состоит из введения, 5 глав, обсуждения, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 204 источника (из них 89 отечественных и 115 иностранных). Работа содержит 1 график, 2 схемы, 36 таблиц и 39 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Настоящее исследование состоит из двух частей с различными группами пациентов. В первой части работы изучены возможности дооперационного УЗИ в диагностике повреждений периферических нервов конечностей. Во второй части – оценены возможности УЗИ повреждений периферических нервов конечностей во время оперативного вмешательства и в послеоперационном периоде.

Исследование было одобрено локальным независимым комитетом по вопросам этики (Выписка из протокола № 191 заседания независимого Этического комитета при Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова от 20.06.2017 г.).

В период с 2013 по 2017 гг. на базе кафедры рентгенологии и радиологии (с курсом ультразвуковой диагностики) Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова и Клинической больницы №122 имени С.Г. Соколова было обследовано 220 пострадавших с травмами конечностей и жалобами на болевой синдром, онемение, нарушение функции. В зависимости от выявленных эхографических изменений нервных стволов всех пациентов разделили на две группы.

В первую группу вошли 32 пациента, у которых во время УЗИ не обнаружены патологические изменения периферических нервов конечностей. У всех пациентов этой группы было наличие травматического повреждения конечности в анамнезе с посттравматической неврологической симптоматикой на момент исследования.

Во вторую группу были включены 188 пострадавших с признаками повреждения периферических нервов конечностей при УЗИ. При этом 159 пациентов нуждались в хирургическом лечении. 122 пациентам (подгруппа А) УЗИ периферических нервов выполнялось на до- и послеоперационном этапах. Послеоперационное УЗИ в этой подгруппе было выполнено 97 пациентам через 1 месяц, через 3 месяца – 51 пострадавшему, через 6 месяцев – 22. Оставшиеся 37 человек (подгруппа Б) из 159, нуждавшихся в оперативном лечении, с повреждениями разных периферических нервов были отобраны для выполнения интраоперационной ультразвуковой ассистенции. Через 3-14 дней послеоперационное УЗИ выполнено 100% пострадавшим подгруппы Б, через 1 месяц – 32, через 3 месяца – 28, через 6 месяцев – 26. Выжидательная тактика с консервативным лечением и выполнением УЗИ через 3 месяца была выбрана 29 пострадавшим (подгруппа В).

Большая часть пациентов были мужчинами в наиболее трудоспособном и социально-значимом возрасте от 21 до 49 лет (62%). Открытые травмы получили 173 (78,6%) пациента, закрытые – 47 (21,4%). По обстоятельству травмы нервных стволов преобладал бытовой травматизм (осколки стекла, невротия вследствие тупой травмы и т.д.) – 81 человек (36,8%). У 18 (8,2%) пострадавших травмы получены вследствие криминальных причин (в основном – ножевые ранения). Повреждения периферических нервов при попытке суицида определялись у 3 (1,4%) пациентов. 37 пострадавших (16,8%) получили производственную травму (различные пилы, станки, машины). В дорожно-транспортных происшествиях пострадало 29 человек (13,2%). Ятрогенные повреждения периферических нервов конечностей были диагностированы у 35 человек (15,9%). Минно-взрывная травма и огнестрельные ранения были в 17 случаях (7,7%).

В нашем исследовании на верхней конечности повреждались срединный, лучевой и локтевой нервы и их ветви, на нижней – седалищный, большеберцовый и малоберцовый нервы, при этом травмы нервов верхней конечности (160 пострадавших; 72,7%) преобладали над повреждениями нервов нижней конечности (60 пациентов; 27,3%). На верхней конечности чаще других травмировался срединный нерв – 64 пациента (40%). Наиболее частым уровнем повреждения являлась нижняя треть предплечья – 63 пациента (39,4%) и область плеча – 42 пострадавших (26,2%). Большинство обследованных пациентов с травмами нижней конечности были с повреждением малоберцового (43,3%) и седалищного (36,7%) нервов. Травмы общего малоберцового нерва и его ветвей, в основном (88,5%),

локализовались на уровне верхней трети голени и в области коленного сустава. Седалищный нерв чаще имел повреждение в средней трети бедра – 11 больных (50%).

Время, прошедшее от момента травмы до поступления пациента в клиники для оперативного лечения, варьировало от 1 недели до 15 месяцев.

У 159 пациентов второй группы результаты УЗИ были верифицированы во время оперативного вмешательства. Верификация результатов ультразвуковой диагностики 32 пациентов первой группы и 29 человек подгруппы В проводилась с помощью динамического наблюдения с курсом консервативного лечения с повторным выполнением ЭНМГ и УЗИ, и при необходимости – последующим выполнением оперативного вмешательства.

Основными оперативными приёмами у пациентов второй группы были: наружный и внутренний невролиз, иссечение посттравматических невром с последующим микрохирургическим эпинеуральным швом, транспозиция нерва, аутоневральная пластика, декомпрессия нервных стволов.

В рамках первичной диагностики всем пострадавшим выполняли ЭНМГ и УЗИ. С помощью клинико-неврологического обследования оценивали двигательные и чувствительные расстройства, а также выраженность болевого синдрома по шкале VAS. У ряда пациентов в ходе контрольных осмотров изучалось восстановление функции нервного ствола с помощью шкалы Британского Медицинского Совета, модифицированной в институте нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко.

Результаты собственных исследований

Диагностическая эффективность ультразвукового исследования при повреждениях периферических нервов конечностей. У подавляющего большинства пациентов травмы нервов были односторонними, распределение пациентов по характеру повреждения нервного ствола представлено в таблице 1. Выделить ятрогенное повреждение лучевого нерва вследствие сдавления пластиной в отдельную группу мы были вынуждены из-за специфики его патоморфологии. Остальные ятрогенные повреждения были распределены между группами с полным, частичным перерывом и внутривольными повреждениями. Из всех ятрогенных травм чаще других повреждался лучевой нерв (23 пациента из 35; 65,7%).

Оперативное вмешательство выполнено всем 127 пациентам с полным анатомическим перерывом. Решающее значение в определении показаний к операции при полном повреждении нервных стволов имело УЗИ, во время выполнения которого, визуализировались два конца нерва разобщённые гипохогенной зоной дефекта, с отсутствием непрерывных контуров эпинеурия между ними.

Посттравматическая концевая неврома на проксимальном фрагменте нерва встречалась в 81 случае (63,8%) и определялась в виде гипохогенного булавовидного утолщения конца нервного ствола. Нами было отмечено, что чем более застарелая травма, тем больше были размеры концевой невромы, ярче были выражены признаки дегенеративных изменений как проксимального, так и дистального фрагмента нерва, которые проявлялись снижением эхогенности и отсутствием дифференциации внутренней структуры нерва.

При анализе результатов УЗИ все признаки полного анатомического перерыва периферических нервов конечностей были разделены на прямые и косвенные (Таблица 2).

Таблица 1

Распределение пациентов по характеру повреждения нерва

Характер повреждения нервного ствола	Средин- ный	Лок- тевой	Луче- вой	Седалищ- ный	Мало- берцовый	Больше- берцовый	Всего	
							абс.	%
Полный анатомический перерыв нервного ствола	42	21	24	14	19	7	127	57,7
Частичный анатомический перерыв	4	2	3	2	1	1	13	5,9
Внутриствольные повреждения	11	3	17	3	4	1	39	17,7
Ятрогенные повреждения (сдавление под пластиной/общее количество ятрогенных)	-	-	9	-	-	-	9/35	4,1
Невропатии без признаков повреждения при УЗИ	7	11	6	3	2	3	32	14,6
Итого пациентов	64	37	59	22	26	12	220/ 246	100

Таблица 2

Сведения о выявленных при УЗИ патологических признаках полного анатомического перерыва периферических нервов конечностей

Наименование признака		Количество	
		абс.	%
Прямые	- визуализация двух концов нерва	106	84,5
	- визуализация концевой невромы	81	63,8
	- отсутствие нерва в обычном месте	10	7,9
Косвенные	- нечёткая визуализация и неровные контуры эпинеурия	15	11,8
	- локальные изменения эхоструктуры и эхогенности нерва	17	13,4
	- неравномерный диаметр нервного ствола	14	11,0

С помощью УЗИ осуществляли предоперационное планирование: устанавливалось точное местонахождение концов нерва, измерялся истинный диастаз – с учётом предполагаемой резекции изменённых концов нерва.

После выполнения УЗИ у 102 (80,3%) пациентов с полным перерывом нервного ствола была спланирована операция по мобилизации и сопоставлению концов нерва с резекцией повреждённых участков и наложением микрохирургических эпинеуральных швов. У остальных 25 (19,7%) пострадавших выявлен значительный дефект нерва (более 5-6 см) и поэтому была запланирована аутопластика. По результатам оперативных вмешательств установлено, что совпадение предоперационных предположений о наличии полного перерыва нервного ствола с выявленными интраоперационными изменениями составило 85,8% (109 из 127) у пациентов с небольшим диастазом и у всех пациентов (n=25; 100%) со значительным

дефектом нервного ствола. У 18 (14,2%) пациентов интраоперационно нервы оказались морфологически целыми, однако были вовлечены в рубцово-спаечный процесс, который создавал картину нарушения анатомической целостности нервного ствола при УЗИ. У этих пациентов оперативное вмешательство ограничилось невролизом. У 2 пострадавших 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 из фиксирующего их рубца. При этом свободно лежащие концы нерва несколько сокращаются, уменьшается их длина, и итоговый диастаз интраоперационно оказывается больше, чем по данным дооперационного УЗИ.

Визуализация проксимальной культы нерва при полном повреждении, как правило, не вызывала затруднений. При выполнении УЗИ в срок до 3 недель с момента травмы у 16 пациентов проксимальная культа нерва визуализировалась в виде нормального нервного ствола с резко обрывающимся ходом. Однако у 5 пациентов с давностью травмы около 3 недель при оперативном лечении определялись рубцово-спаечные изменения тканей вокруг центрального фрагмента нерва, которые при УЗИ были ошибочно приняты за наличие концевой невромы.

Визуализация дистальной культы нерва у 19 (14,9%) пациентов была затруднена из-за акустической тени рубцово-спаечных изменений области травматического поражения тканей, окружающих нервный ствол, которые определялись в виде конгломерата с участками различной эхогенности.

При УЗИ 13 пациентов семиотика частичного анатомического перерыва нерва определялась в виде отсутствия или нечёткости контуров эпинеурия одной из поверхностей нервного ствола при продольном или поперечном сканировании с гипоехогенной внутривольной зоной дефекта на этом уровне. В 3 случаях (23,1%), у пациентов с давностью повреждения более двух месяцев, визуализировалась боковая неврома. Во время операции результаты дооперационного УЗИ совпали с окончательным диагнозом в 10 (76,9%) случаях. У 1 (7,7%) пострадавшего нечёткая визуализация локального участка эпинеурия и части нерва, из-за вовлечения нервного ствола в рубцовый процесс после травмы, были ошибочно приняты при УЗИ за его частичное повреждение. В двух случаях (15,4%) диагностированного по данным УЗИ частичного повреждения нервного ствола во время операции визуализирован полный анатомический перерыв. Ошибка в диагностике была связана со сложностью подтверждения целостности эпинеурия на фоне посттравматических изменений окружающих мягких тканей. В зависимости от сроков травмы достоверное подтверждение частичного повреждения нервного ствола при УЗИ осложнялось либо наличием выраженного рубцово-спаечного процесса непосредственно рядом с нервом, либо свежими посттравматическими изменениями окружающих мягких тканей.

Внутриствольные повреждения чаще других выявлялись у лучевого нерва на уровне плеча ($n=9$; 23,1% от всех внутриствольных повреждений) и у малоберцового нерва в области коленного сустава ($n=3$; 7,7%). После УЗИ 10 пациентам (25,6%) с внутриствольными повреждениями нервов было запланировано оперативное лечение, остальным 29 (74,4%) пострадавшим выбрана выжидательная тактика с консервативным лечением и выполнением повторного УЗИ через 3 месяца.

У 10 пострадавших, которым были определены показания к операции сразу после первого УЗИ, выявлялось тотальное нарушение функции нерва по данным неврологического осмотра и ЭНМГ. При УЗИ определялись грубые внутриствольные повреждения, в том числе с наличием внутриствольных невром. Ультразвуковая семиотика внутриствольного повреждения нервных стволов была следующей: выраженное снижение эхогенности нерва, неровный ход нервного ствола с небольшими изгибами, увеличение диаметра нерва, неравномерность толщины нервного ствола, нечёткие контуры эпинеурия, отсутствие внутренней дифференцированной структуры нерва. Во время оперативного вмешательства в 6 случаях (60%) проведено иссечение обнаруженной внутриствольной невромы с наложением эпинеуральных швов или аутоневральной пластикой. У 1 пациента во время операции был диагностирован полный анатомический перерыв нервного ствола, потребовавший выполнения аналогичных оперативных приемов. Остальные 3 операции закончились наружным и внутренним невролизом.

У 29 пациентов, которым была выбрана выжидательная тактика с консервативным лечением, на эхограммах визуализировался внутриствольный отёк в виде нарушения дифференциации внутренней структуры нервного ствола с увеличением диаметра нерва на этом уровне. Ввиду отсутствия положительной динамики восстановления функций нерва в течении 2-3 месяцев, 5 пациентов были прооперированы после выполнения повторного УЗИ, которое выявило картину, отличавшуюся от первого исследования. В частности, на месте локального нарушения внутренней дифференцированной структуры нерва со снижением эхогенности выявлялась уже типичная картина внутриствольной невромы.

Мы отметили, что различные варианты изменения диаметра нерва соответствовали определённым видам повреждения нервного ствола. Так, увеличение диаметра нервного ствола наблюдалось перед местом сдавления нерва или как следствие посттравматической невропатии. Уменьшение диаметра нервного ствола выявлялось при частичном повреждении, в месте компрессии нерва или как результат посттравматических дегенеративно-дистрофических изменений. Неравномерный, непостоянный диаметр нервного ствола, как правило, визуализировался при тракционно-контрузионном характере повреждения нерва.

Отдельную группу составили 9 пострадавших со сдавлением лучевого нерва под пластиной после лечения диафизарного перелома плечевой кости. Однако во время операций было установлено, что у двух из них (22,2%) нервный ствол не находился под пластиной, а проходил сбоку от неё, плотно прилегая к краю пластины. Ошибочное заключение УЗИ связано с частичным экранированием нервного ствола акустической тенью от металлической пластины.

У 32 пациентов с посттравматическими невропатиями по данным клинко-электрофизиологического обследования при УЗИ признаков анатомического повреждения нервного ствола выявлено не было. Однако отмечались различные посттравматические изменения окружающих мягких тканей. В случае свежих травм определялся отёк окружающих мягких тканей, чаще всего, в виде области резко

пониженной эхогенности или неоднородной эхоструктуры. Если травма была не свежей, то, как правило, обнаруживался рубцово-спаечный процесс в виде зоны повышенной эхогенности. Все пациенты данной группы прошли курс консервативной терапии и реабилитации, в ходе которых отмечалась положительная динамика восстановления функций нервов у 30 больных. При контрольном УЗИ через 3 месяца у 2 пациентов определялось локальное увеличение диаметра нерва с нарушением внутренней структуры нервного ствола и снижением эхогенности. Во время оперативного лечения была выявлена внутривольная неврома.

Проведён итоговый сравнительный анализ данных дооперационного УЗИ с выявленными изменениями в процессе оперативного вмешательства, а также с результатами консервативного лечения (Таблица 3).

Таблица 3

Итоговые результаты УЗИ, оперативного лечения и консервативной терапии

	Средин- ный	Локте- вой	Луче- вой	Седа- лицный	Малобер- цовый	Больше- берцовый	Итого (пац.)
Количество дооперационных УЗИ	64	37	59	22	26	12	220
Совпадение результатов УЗИ с референтными методами (пац.)	55	34	48	18	21	11	187

По результатам обработки данных была определена диагностическая эффективность УЗИ при травматических повреждениях периферических нервов конечностей (Таблица 4).

Таблица 4

Диагностическая эффективность УЗИ при травматических повреждениях периферических нервов конечностей

Показатели	Значение
Чувствительность	91,9%
Специфичность	74,7%
Точность (безошибочность метода)	85,5%
Ложноотрицательный ответ	8,1%
Ложноположительный ответ	25,3%
Прогностическая ценность положительного результата	85,7%
Прогностическая ценность отрицательного результата	84,9%

Таким образом, УЗИ является эффективным методом в диагностике травматических повреждений периферических нервов конечностей. УЗИ с чувствительностью 91,9% и специфичностью 74,7% позволяет выявить повреждения, при которых всегда показано оперативное лечение или подтвердить анатомическую

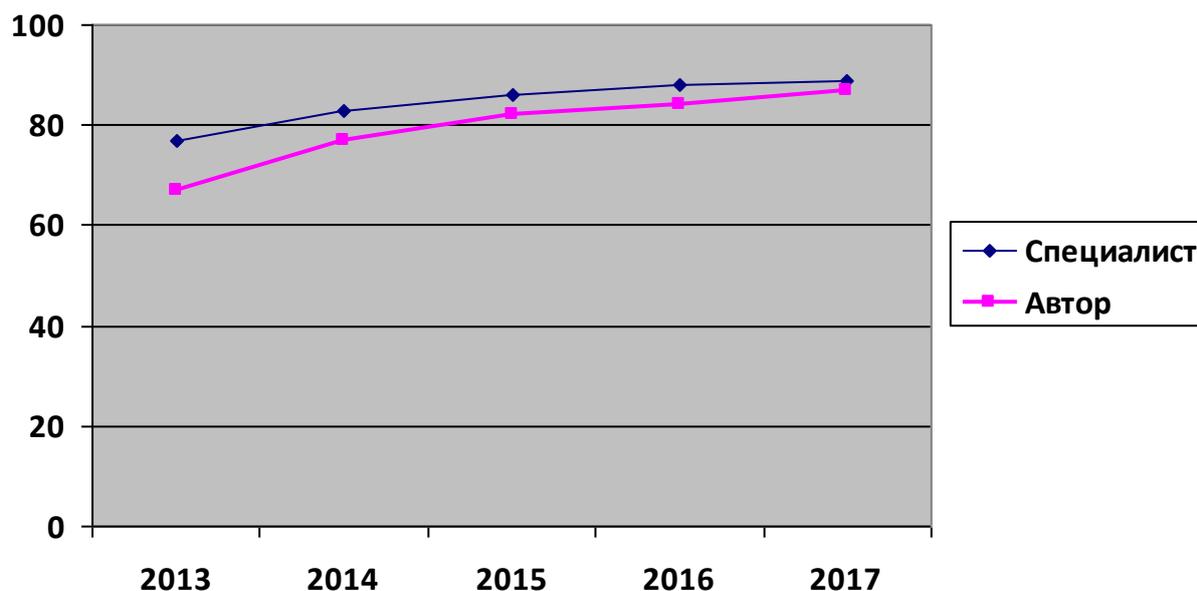
целостность нервного ствола, при которой повреждение является обратимым и операция не показана. Невысокая специфичность УЗИ объясняется ограничениями метода при рубцовых изменениях мягких тканей, однако, при которых во многих случаях показана операция невролиз.

Точность УЗИ равна 85,5%, что позволяет рассматривать его в качестве одного из ведущих методов в диагностике данной патологии.

Нами составлена и изучена кривая обучаемости специалистов ультразвуковой диагностики при освоении ими нового вида исследования. С этой целью 25% пациентам УЗИ дополнительно провёл специалист, имеющий опыт ультразвуковой диагностики повреждений периферических нервов более 12 лет. Результаты УЗИ одного пострадавшего, проведённых автором и специалистом, сопоставляли с интраоперационными находками или результатами консервативной терапии и определяли расхождения в постановке заключения. В графике 1 в виде кривых представлены уровни совпадения заключений УЗИ, сделанных автором и специалистом, начиная с 2013 года. На тот момент специалист имел опыт выполнения УЗИ при травмах нервов порядка 7 лет, в то время как автор не больше года.

График 1

Процент совпадения ультразвуковых заключений специалиста и автора с интраоперационными находками или результатами консервативной терапии



В начале кривой обучаемости процент расхождения результатов УЗИ был 10%, но уже после двух лет работы составил 4%, а через 5 лет – не более 2%. Из графика можно сделать вывод, что со временем уровень совпадения заключений, сделанных опытным специалистом, с интраоперационными находками или результатами консервативной терапии практически не растёт, достигнуто плато ввиду ограничений самого метода, а не оператора. Следует добавить, что в первые два года работы автора результаты УЗИ пациентов с повреждениями периферических нервов корректировались опытным специалистом.

Возможности интраоперационной ультразвуковой ассистенции.

Предложенная нами методика ультразвуковой ассистенции хирургического лечения повреждений периферических нервов конечностей состоит из трёх этапов.

Первым этапом выполняли УЗИ в операционной после интубации пациента. Цель исследования – кожная разметка хода нервного ствола для формирования минимально травматичного и удобного доступа к повреждённому нерву. На данном этапе методика сканирования не отличалась от дооперационного УЗИ.

Вторым шагом осуществляли интраоперационное УЗИ после разреза кожи и подкожной клетчатки для точного позиционирования нервного ствола или его концов с целью сокращения длительности и травматичности операции, а также профилактики повреждения крупных сосудов. Перед началом исследования на рабочую поверхность датчика обильно наносили гель и надевали одноразовый стерильный чехол. Операционное поле орошалось физиологическим раствором. В зависимости от вида повреждения нерва с помощью УЗИ находили его проксимальный и дистальный концы, либо сам нервный ствол, фиксировали датчик и измеряли на эхограмме глубину. После чего на установленной глубине 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.

Третьим этапом, при необходимости, проводили УЗИ выделенного нервного ствола при сохранённом эпиневррии, непосредственно ставя датчик на нерв, для более точной оценки степени повреждения внутренних структур, наличия внутривольной невротомы и с целью определения дальнейшего хода операции.

На завершающем этапе операции с помощью УЗИ проверяли качество микрохирургического эпиневрального шва, подтверждали отсутствие участков внутривольных невром после выполненного оперативного приёма.

Интраоперационные УЗИ выполнены 37 пострадавшим с травматическими повреждениями периферических нервов конечностей.

При использовании интраоперационного УЗИ отмечено снижение средней продолжительности операций на 15-60 мин по сравнению с традиционными вмешательствами на тех же нервах и при том же уровне повреждения. Например, для лучевого нерва в области плеча среднее снижение длительности операции составило 46 ± 12 мин. 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 в среднем была на 4,2 см (ИКР 2-6 см) меньше, чем при традиционных операциях на тех же нервах.

Благодаря уменьшению длительности операции и величины разреза имеется тенденция к уменьшению кровопотери. Данный факт изучался в подгруппах А и Б по результатам клинического анализа крови до и после операции. В подгруппе А среднее значения гемоглобина до операции составляло $135,2 \pm 6,4$ г/л, в послеоперационном периоде – $124,7 \pm 6,3$ г/л. В подгруппе Б, соответственно, до операции – $132,9 \pm 5,0$ г/л, после операции – $127,7 \pm 5,4$ г/л. Таким образом, в подгруппе А после операций уровень гемоглобина снижался в среднем на 11 г/л, а в подгруппе Б – на 5 г/л. Следует отметить, что разница в снижении уровня гемоглобина, помимо кровопотери,

может объясняться и большим объемом инфузии при большей длительности операции.

Таким образом, разработанная методика ультразвуковой ассистенции хирургического лечения повреждений периферических нервов конечностей является простой в исполнении, позволяет сократить время оперативного вмешательства и снизить его травматичность.

Совместное применение ультразвукового сопровождения и интраоперационного нейромониторинга проведено в клинике нейрохирургии у 14 пациентов в ходе хирургического лечения внутриствольных повреждений периферических нервов конечностей с частичным блоком проведения по нерву.

В двух наблюдениях травмы лучевого нерва проводимый нейромониторинг в режиме теста близости нерва способствовал выявлению сохранных мышечных ветвей к плечелучевой мышце. Сформированные проксимальнее места внутриствольного повреждения, они располагались в рубцово-спаечном конгломерате измененных тканей и не попадали в поле видимости при УЗИ. Таким образом, с помощью интраоперационного нейромониторинга они не были повреждены на этапе доступа и при последующем выполнении невролиза.

Во всех случаях применение УЗИ в сочетании с нейромониторингом способствовало окончательному принятию решения в пользу того или иного вида хирургического приёма. Например, в 3 случаях при УЗИ с непосредственной установкой датчика на нервный ствол не подтвердились данные за наличие внутриствольной невромы, а в результате использования интраоперационного нейромониторинга была подтверждена целостность двигательных проводников. В результате хирургические манипуляции ограничились этапом невролиза.

В связи с незначительным количеством наблюдений статистически достоверно сравнить основные результаты совместного интраоперационного применения ультразвуковой диагностики и нейромониторинга с аналогичными при традиционном подходе к хирургическому лечению пока не представляется возможным. Однако прослеживаются положительные тенденции в отношении уменьшения длины разреза, сокращения времени оперативного лечения, а также профилактике ятрогенных повреждений ветвей основного ствола нерва.

Оценка результатов лечения пациентов с повреждениями периферических нервов конечностей. По данным VAS до операции средний балл равнялся $3,2 \pm 0,5$, а в день выписки из стационара – $0,84 \pm 0,13$ ($p < 0,05$). Причём в подавляющем большинстве случаев боль носила не невропатический характер, а локализовалась в области послеоперационной раны. При контрольном осмотре через 3 месяца средний балл уменьшился до $0,58 \pm 0,08$. Однако при осмотре через 6 месяцев отмечалось увеличение до $0,65 \pm 0,09$, что связано с болезненным процессом восстановления нервной проводимости. Через 6 месяцев средний балл по шкале VAS составил $0,54 \pm 0,05$.

С учетом небольшого количества пациентов, бывших доступными для контрольных осмотров через 6 и 12 месяцев, мы не могли с высокой точностью определить процент удовлетворительных восстановлений функции нервов. Однако из 12 пациентов, прошедших контрольный осмотр через год после операции, восстановление двигательной функции и чувствительности $\geq M3$, S3 по шкале MRC отмечено у 11 (91,7%).

У 17 (10,7%) из 159 пациентов были выявлены осложнения оперативного вмешательства. У 6 пациентов (3,7%) в раннем послеоперационном периоде отмечено

появление серомы, которая на фоне консервативной терапии у всех пациентов разрешилась. У 1 пациента (0,6%) развился некроз краев послеоперационной раны, потребовавший освежения. Нижеперечисленные осложнения были выявлены при помощи послеоперационного УЗИ. У 2 (1,3% из всех 159) пациентов УЗИ через 3-10 дней после операции по поводу полного анатомического перерыва нерва позволило выявить наличие гематомы, которое требовало реоперации. У 2 (1,3%) была выявлена несостоятельность шва нерва, в последующем подтверждённая интраоперационно. У 4 (2,5%) в ходе контрольных исследований на фоне отсутствия признаков восстановления функции была выявлена неврома в области шва нерва, занимавшая всю площадь поперечного сечения нерва. К осложнениям мы не относили вовлечение нерва в рубец при наличии клинических признаков восстановления его функции. Однако у 2 (1,3%) пациентов на фоне отсутствия признаков восстановления было выявлено вовлечение нервного ствола в выраженный рубцово-спаечный процесс, потребовавшее невролиза. Следует отметить, что гнойных осложнений у всех 159 прооперированных пациентов не было.

Таким образом, УЗИ является эффективным методом диагностики как ранних, так и поздних послеоперационных осложнений, позволяет определить состоятельность шва нерва, выявить скопление гематомы, исключить образование невromы области шва нерва и оценить состояние окружающих мягких тканей.

Алгоритм использования ультразвукового исследования при травматических повреждениях периферических нервов конечностей.

Нами разработан и отработан алгоритм использования УЗИ при травматических повреждениях периферических нервов конечностей (Рисунок 1).

На первом этапе вне зависимости от вида и срока травмы при наличии признаков повреждения нервного ствола по клинико-электрофизиологическим данным мы предлагаем проводить УЗИ для оценки его анатомического состояния, что в свою очередь помогает определиться с дальнейшей тактикой лечения.

В случае полного или частичного анатомического перерыва нерва необходимо оперативное вмешательство для восстановления целостности нервного ствола. Если при УЗИ не были обнаружены признаки анатомического повреждения нерва, то целесообразна выжидательная тактика с консервативной терапией и повторным выполнением УЗИ через 3 месяца.

В тех случаях, когда при контрольном УЗИ обнаруживаются признаки ухудшения состояния нерва или окружающих мягких тканей, показано выполнение ревизионного оперативного пособия.

Таким образом, использование УЗИ, как основного метода визуализации нервного ствола, необходимо с целью выбора адекватной тактики лечения, контроля послеоперационного периода или процесса консервативного лечения.

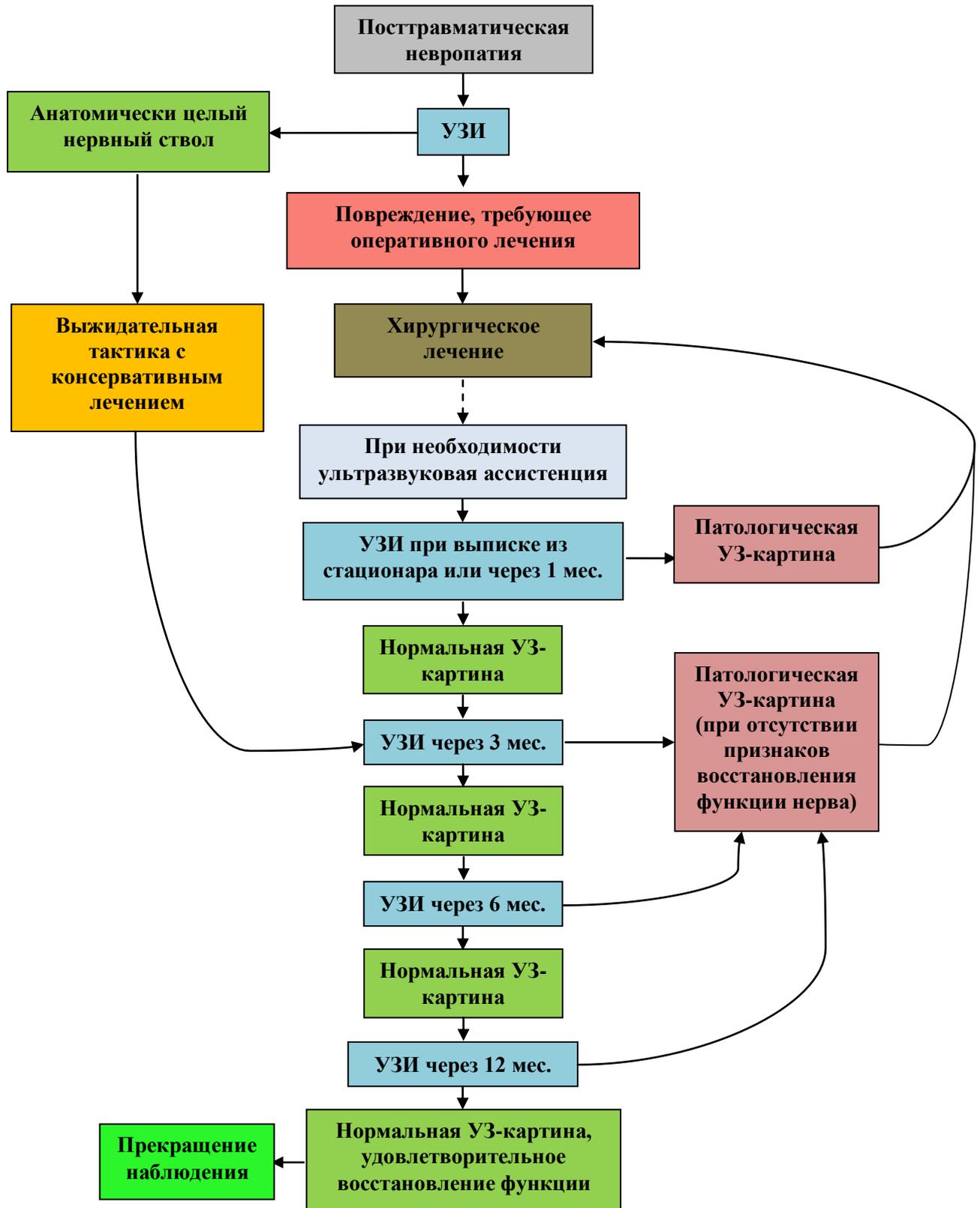


Рисунок 1. Алгоритм применения УЗИ в диагностике повреждений периферических нервов конечностей.

Выводы

1. Ультразвуковое исследование является высокоинформативным методом лучевой диагностики при повреждениях периферических нервов конечностей, которое с чувствительностью 91,9%, специфичностью 74,7%, точностью 85,5% выявляет их патоморфологические изменения.

2. Ультразвуковое исследование позволяет достоверно выявлять различные формы повреждений периферических нервов конечностей на дооперационном этапе. Наибольшая диагностическая эффективность с точностью 88,3% определяется при полном анатомическом перерыве нервного ствола. Грубые рубцовые изменения и выраженный отек мягких тканей при внутриствольных повреждениях нервов снижают точность исследования до 81,3%.

3. Интраоперационная ультразвуковая ассистенция облегчает поиск нервного ствола в рубцовоизмененных тканях, что приводит к сокращению времени оперативного вмешательства и его травматичности, а за счёт более точной визуализации внутриствольной структуры нерва по сравнению с чрескожным исследованием способствует выбору оперативного приёма.

4. Ультразвуковое исследование является эффективным методом контроля процесса консервативного лечения повреждений периферических нервов конечностей. В послеоперационном периоде ультразвуковое исследование позволяет выявить как ранние, так и поздние осложнения оперативных вмешательств на нервах.

5. Разработанный алгоритм применения ультразвукового исследования при травматических повреждениях периферических нервов конечностей облегчает процесс выбора тактики лечения и регламентирует этапы контроля его эффективности.

Практические рекомендации

1. Ультразвуковое исследование целесообразно назначать всем пациентам с посттравматической невропатией в качестве стандартного метода диагностики.

2. Интраоперационную ультразвуковую ассистенцию следует применять в случае грубых рубцовых изменений и глубококом расположении нервного ствола для планирования доступа, определения локализации нерва и его мелких ветвей, идентификации внутриствольных невром.

3. Послеоперационное ультразвуковое исследование необходимо выполнять при появлении клинических признаков осложнений раннего послеоперационного периода. Ультразвуковой контроль целесообразно осуществлять совместно с оценкой восстановления функции нерва. Такой алгоритм позволяет своевременно выявлять патологические изменения, требующие повторного вмешательства на нерве.

Список печатных работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Гайворонский, А.И. Интраоперационное ультразвуковое исследование в хирургии периферических нервов верхней конечности / А.И. Гайворонский, **Е.А. Журбин**, В.С. Декан, И.С. Железняк, Е.Д. Алексеев, Б.В. Мартынов, Д.В. Свистов // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2015. – № 2(50). – С. 56-59.

2. Чуриков, Л.И. Современные аспекты хирургии повреждений лучевого нерва / Л.И. Чуриков, А.И. Гайворонский, **Е.А. Журбин**, В.С. Декан, Д.В. Свистов, Д.Е. Алексеев // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2016. – № 4(56). – С. 14-18.

3. **Журбин, Е.А.** Диагностическая точность ультразвукового исследования при повреждениях периферических нервов конечностей / **Е.А. Журбин**, А.И. Гайворонский, И.С. Железняк, В.С. Декан, Л.И. Чуриков, Е.Д. Алексеев, Д.Е. Алексеев, Д.В. Свистов // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2017. – № 3(59). – С. 63-68.

4. **Журбин, Е.А.** Возможности ультразвукового исследования при травматических повреждениях периферических нервов конечностей / **Е.А. Журбин**, А.И. Гайворонский, И.С. Железняк, Л.И. Чуриков, Г.Е. Труфанов, В.С. Декан // REJR. – 2017. – № 3(7). – С. 127-135.

Список других печатных работ по теме диссертации

1. **Журбин, Е.А.** Возможности ультразвуковой диагностики в визуализации периферических нервов конечностей в норме и при патологии / **Е.А. Журбин**, В.С. Декан // Материалы VI межд. форума «Невский радиологический форум-2013». – СПб.: Элби-СПб, 2013. – С. 7.

2. **Журбин, Е.А.** Возможности ультрасонографии в диагностике опухолей периферических нервов / **Е.А. Журбин**, В.С. Декан // Материалы VII межд. форума «Невский радиологический форум-2014». – СПб.: Элби-СПб, 2014. – С. 125.

3. **Журбин, Е.А.** Возможности ультразвукового исследования при повреждениях периферических нервов / **Е.А. Журбин**, А.С. Грищенко, А.И. Гайворонский, В.С. Декан // Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы клиники, диагностики и лечения в многопрофильном лечебном учреждении». – СПб.: ВМедА, 2014. – С.56.

4. **Журбин, Е.А.** Диагностические возможности ультразвукового метода при различных повреждениях периферических нервов конечностей / **Е.А. Журбин**, А.И. Гайворонский, В.С. Декан // Материалы VII межд. форума «Невский радиологический форум-2014». – СПб.: Элби-СПб, 2014. – С. 126.

5. **Журбин, Е.А.** Периоперационная ультразвуковая диагностика при повреждениях периферических нервов / **Е.А. Журбин**, А.И. Гайворонский, В.С. Декан // Материалы VIII Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов. «Радиология-2014». – REJR, 2014. – № 2(3). – С. 248–249.

6. **Журбин, Е.А.** Возможности ультрасонографии при закрытых повреждениях периферических нервов / **Е.А. Журбин**, А.И. Гайворонский, В.С. Декан // Материалы VIII межд. форума «Невский радиологический форум-2015». – СПб.: Элби-СПб, 2015. – С. 235-236.

7. **Журбин, Е.А.** Интраоперационная ультрасонография в хирургии периферических нервов / **Е.А. Журбин**, Л.И. Чуриков, А.И. Гайворонский, В.С. Декан, В.К. Кистень // Материалы XV юбилейной Всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения». – СПб.: Человек и его здоровье, 2016. – С. 75-76.

8. Чуриков, Л.И. Современные хирургические технологии, применяемые в лечении повреждений лучевого нерва / Л.И. Чуриков, **Е.А. Журбин**, А.И. Гайворонский, В.С. Декан, В.К. Кистень // Труды Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова, Том XXX «Сборник статей сотрудников кафедры нейрохирургии, посвященный 60-летнему юбилею кафедры». – СПб.: ВМедА, 2016. – С. 44-52.

9. **Журбин, Е.А.** Возможности совместного использования ультразвукового исследования и нейромониторинга на интраоперационном этапе хирургического лечения повреждений лучевого нерва / **Е.А. Журбин**, А.И.

Гайворонский, Л.И. Чуриков, В.С. Декан, И.С. Железняк // Сборник тезисов «Юбилейный конгресс РОПР». – СПб, 2016. – С. 90-91.

10. **Zhurbin, E.** Ultrasound findings and anatomical correlations in peripheral nerves damage neurosurgery / **E. Zhurbin, V. Dekan, A. Gaivoronsky, I. Zheleznyak** // Book of Abstracts «ECR-2017». – Vienna, 2017. – P. 429.

11. **Журбин, Е.А.** Возможности интраоперационного ультразвукового исследования при травматических повреждениях периферических нервов конечностей / **Е.А. Журбин, В.С. Декан, А.С. Грищенко, И.С. Железняк, Л.И. Чуриков, А.И. Гайворонский** // Материалы IX межд. форума «Невский радиологический форум-2017». – СПб.: Элби-СПб, 2017. – С. 226.

12. **Журбин, Е.А.** Диагностическая эффективность ультразвукового исследования при травматических повреждениях периферических нервов конечностей / **Е.А. Журбин, А.И. Гайворонский, В.С. Декан, А.Я. Латышева, Л.И. Чуриков, И.С. Железняк** // Сборник тезисов «Конгресс Российского общества рентгенологов и радиологов-2017». – СПб, 2017. – С. 64.

13. Чуриков, Л.И. Диагностическая эффективность ультразвукового исследования при травматических повреждениях периферических нервов конечностей / Л.И. Чуриков, А.И. Гайворонский, И.В. Гайворонский, **Е.А. Журбин** // Сборник тезисов V ежегодной нейрохирургической межд. конференции «Актуальные вопросы нейрохирургии: диагностика и лечение». – СПб, 2017. – С. 41-42.

14. **Журбин, Е.А.** Первый опыт интраоперационной ультразвуковой навигации хирургического удаления множественных инородных тел плечевого сплетения / **Е.А. Журбин, А.И. Гайворонский, В.С. Декан** // Материалы XI Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов. «Радиология-2017». – М.: МедиЭкспо, 2017. – С. 126.

15. **Журбин, Е.А.** Возможности интраоперационного ультразвукового исследования при повреждениях периферических нервов / **Е.А. Журбин, А.И. Гайворонский, В.С. Декан, Л.И. Чуриков, И.С. Железняк** // Сборник тезисов V ежегодной нейрохирургической межд. конференции «Актуальные вопросы нейрохирургии: диагностика и лечение». – СПб, 2017. – С. 10-11.

16. **Журбин, Е.А.** Возможности интраоперационной ультрасонографии при повреждениях периферических нервов / **Е.А. Журбин, В.С. Декан, А.С. Грищенко, Л.И. Чуриков, И.С. Железняк, А.И. Гайворонский** // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. – 2017. – Т. 9, Спец.выпуск. – С. 77-78.

17. **Журбин, Е.А.** Диагностическая эффективность ультразвукового исследования при травматических повреждениях периферических нервов конечностей / **Е.А. Журбин, А.И. Гайворонский, В.С. Декан, А.Я. Латышева, Л.И. Чуриков, И.С. Железняк** // Сборник тезисов V ежегодной нейрохирургической межд. конференции «Актуальные вопросы нейрохирургии: диагностика и лечение». – СПб, 2017. – С. 9-10.

18. **Журбин, Е.А.** Первый опыт ультразвукового исследования огнестрельного ранения лицевого нерва / **Е.А. Журбин, В.С. Декан, А.С. Грищенко, Е.Д. Алексеев, И.С. Железняк, А.И. Гайворонский, Д.В. Свистов** // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. – 2017. – Т. 9, Спец.выпуск. – С. 77.

19. **Журбин, Е.А.** Возможности совместного применения ультразвукового исследования и нейромониторинга на интраоперационном этапе хирургического лечения повреждений периферических нервов / **Е.А. Журбин, В.С. Декан, А.С.**

Грищенко, Л.И. Чуриков, И.С. Железняк, А.И. Гайворонский, Д.В. Свистов // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. – 2017. – Т. 9, Спец.выпуск. – С. 78.

20. Гайворонский, А.И. Опыт клиники нейрохирургии Военно-медицинской академии в лечении боевых повреждений периферических нервов / А.И. Гайворонский, Л.И. Чуриков, Е.Д. Алексеев, Д.В. Свистов, **Е.А. Журбин**, В.С. Декан // Материалы III Всероссийского конгресса с межд. участием «Медицинская помощь при травмах мирного и военного времени. Новое в организации и технологиях». – СПб, 2018. – С. 34.

21. **Журбин, Е.А.** Эффективность диагностики травматических повреждений периферических нервов / **Е.А. Журбин**, А.И. Гайворонский, Л.И. Чуриков, В.С. Декан, И.С. Железняк // Материалы III Всероссийского конгресса с межд. участием «Медицинская помощь при травмах мирного и военного времени. Новое в организации и технологиях». – СПб, 2018. – С. 49.

22. **Zhurbin, E.** Diagnostic efficiency of ultrasonography in case of peripheral nerve traumatic injuries / **E. Zhurbin**, A. Gaivoronsky, I. Zheleznyak, V. Dekan // Book of Abstracts «ECR-2018». – Vienna, 2018. – P. 417.

23. Dekan, V. Opportunities for the combined use of ultrasonography and neuromonitoring during the intraoperative phase of ultrasound guidance for the surgical treatment of radial nerve injury / V. Dekan, **E. Zhurbin**, A. Gaivoronsky, A. Grishchenkov // Book of Abstracts «ECR-2018». – Vienna, 2018. – P. 417.

Список сокращений

ИКР – интерквартильный размах

УЗИ – ультразвуковое исследование

ЭНМГ – электронейромиография

MRC – международная шкала оценки результатов двигательной функции и чувствительности Британского Медицинского Совета (Britain's Medical Research Council)

VAS – вербальная описательная шкала оценки боли (Verbal Descriptor Scale)