

На правах рукописи



Шуст Юлия Александровна

**Роль ультразвукового исследования в дифференциальной диагностике
нейропатии при различных заболеваниях и оценка анатомии плечевого
сплетения в аспекте проведения регионарной анестезии**

14.01.13 – Лучевая диагностика, лучевая терапия

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Томск – 2017

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель: доктор медицинских наук, профессор
Жестовская Светлана Ивановна

Официальные оппоненты:
Кунцевич Галина Ивановна

доктор медицинских наук, профессор,
Государственное бюджетное учреждение
здравоохранения Московской области
"Московский областной научно-
исследовательский клинический институт
им. М.Ф. Владимирского", кафедра лучевой
диагностики, профессор кафедры

Заболотский Дмитрий Владиславович

доктор медицинских наук, профессор,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский
государственный педиатрический
медицинский университет» Министерства
здравоохранения Российской Федерации,
кафедра анестезиологии, реаниматологии и
неотложной педиатрии, заведующий

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г.Москва

Защита состоится 11.12..2017 г. в 9.00 часов на заседании диссертационного совета Д 002.279.02 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук» по адресу 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук» и на сайте <http://www.tnimc.ru/>

Автореферат разослан « ____ » _____ 201__ года.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор медицинских наук, профессор



И.Н. Ворожцова

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

Частота повреждений периферических нервов при травмах и соматических заболеваниях по данным разных авторов составляет 25-65% (Азолов В.В. с соавт., 2004 г.; Акимов Г.А., Одинак М.М., 2000 г.; Анищенко В.В., Козлов А.В., Сотниченко Р.В., 2007 г.).

По статистике при травмах чаще всего поражаются нервы верхних конечностей — 41,9%. Наиболее часто, в 58,4% случаев, сочетанные повреждения нервов наблюдаются в нижней трети предплечья (Салтыкова В.Г., 2003 г.; Ирисханов И.Р., 2007 г.; Леонов С.А., 2009 г.). Повреждения периферических нервов, как правило, требуют хирургического вмешательства, что сопряжено с необходимостью в 80% случаев использования регионарной анестезии. Пункции и катетеризации магистральных сосудов, регионарные блокады являются «слепыми» методами, успех выполнения которых зависит от знаний анатомии, мануальных навыков и опыта анестезиолога (Заболоцкий Д.В., 2011г.; Kapral S., 2002 г.). В то же время вопросы топографической вариабельности расположения и количества стволов плечевого сплетения относительно мало изучены (Джумагишиев, Д.К., 2006 г.).

По данным литературы, непреднамеренная пункция сосудов при «слепом» проведении регионарной анестезии происходит в 21,4% случаев (Надирадзе З.З., 2014 г.). С учетом имеющейся индивидуальной вариабельности количества и расположения нервных стволов плечевого сплетения, существенное преимущество технологии ультразвука заключается в возможности дать достаточно подробную анатомическую экспертизу области интереса в реальном времени (Еськин Н.А., 2005 г.; Носов О.Б., 2004 г.; Benson S.V., 1991 г., Трухин К.С., 2011 г.). В связи с этим проблема выбора наиболее безопасного доступа для проведения регионарной анестезии остается весьма актуальной. Возможность ультразвуковой визуализации магистральных сосудов, плечевого сплетения и динамический контроль за ходом проведения анестезии повышает безопасность инвазивного вмешательства, а количество осложнений, по данным литературы, снижается до 2,5% (McCartney C.-J.-L., 2004 г.).

У пациентов с нейропатиями золотым стандартом в исследовании периферических нервов считается электронейромиография (ЭНМГ) (Астапов В.М., 2004 г.; Берсенев В.П., 2009 г.). Однако этот метод не позволяет получить изображение нервного ствола и выявить сегмент повреждения. В этом случае ультразвуковой метод является основным и достаточно информативным для динамического наблюдения за состоянием нервного ствола (Гимранов Р.Ф., 2003 г.; Еськин Н.А., 2005 г.; Зозуля Ю.А., 1997 г.).

Поражение периферической нервной системы у больных соматическими заболеваниями встречается в 20-40% случаев. Клиническая картина нейропатий однотипна при различных видах поражений, представляя собой туннельный синдром или структурные изменения нервного волокна (Еськин А.Н., 2008 г.; Салтыкова В.Г., 2011 г.). По данным литературы, наиболее частыми причинами туннельных синдромов являются изменения в мягких тканях, у пациентов после мастэктомии и проведенной химиолучевой терапии в 40-80% случаев возникает такое осложнение, как лимфостаз.

Ранняя диагностика лимфостаза может предотвратить появление туннельного синдрома. Нейропатии у пациентов с сахарным диабетом достаточно освещены в отечественной и зарубежной литературе, интерес представляет синдром диабетической стопы, зачастую проявляющийся воспалительно-некротическим процессом в мягких тканях, и поэтому провести ЭНМГ не представляется возможным. Ультразвуковое исследование занимает одно из ведущих мест среди методов диагностики в оценке мягких тканей, в то же время работ, посвященных комплексной оценке состояния периферических нервов и мягких тканей, не достаточно для получения более полной картины при нейропатиях различного генеза. Расширение использования УЗИ в изучении нейропатии и особенностей эхографической картины периферических нервов у пациентов с различной соматической патологией, таких как хроническая почечная недостаточность, миеломная болезнь, заболевание Шарко-Мари-Тута

представляется весьма актуальным (Вуйцик Н.Б., 2014 г.; Салтыкова В.Г., 2009 г.; ZilukA., 2012 г.).

Степень разработанности

В настоящее время вопросам диагностики нейропатии различного генеза уделяется все большее внимание в публикациях отечественных и зарубежных авторов с указанием на высокую информативность ультразвуковых исследований в оценке периферических нервов. Однако, остаются мало освещенными проблемы обоснования применения ультразвуковой навигации при проведении проводниковой анестезии при травматических повреждениях верхних конечностей. В то же время вопросы топографической вариабельности расположения и количества стволов плечевого сплетения относительно мало изучены (Заболотский Д.В. 2013г., Джумагишиев, Д.К. 2006г.). В связи с этим, проблема выбора наиболее безопасного доступа для проведения регионарной анестезии остается весьма актуальной. Возможность ультразвуковой визуализации магистральных сосудов, плечевого сплетения и динамический контроль за ходом проведения анестезии, повышает безопасность инвазивного вмешательства, а количество осложнений по данным литературы снижаются до 2,5% (McCartneyC.J.L 2004г.).

Несмотря на то, что ЭНМГ является основным методом диагностики нейропатии, а ультразвуковое исследование позволяет получить изображение периферических нервов и их структуру, остаются дискуссионными вопросы оценки прилежащих мягких тканей в зоне повреждения нерва. Комплексная ультразвуковая диагностика позволяет расширять исследование для пациентов с наследственными заболеваниями, синдромом диабетической стопы, уточнить причину структурных изменений, туннельного синдрома (Вуйцик Н.Б. 2014г., Салтыкова В. Г. 2009г., ZilukA. 2012г.). Ранним предиктором формирования туннельного синдрома является лимфостаз, однако недостаточно внимания уделяется его выявлению. Учитывая, что комплексное ультразвуковое исследование с применением эластографии хорошо зарекомендовало себя в оценке мягких тканей, продолжается изучение использования этого вида сканирования у пациентов после мастэктомии и химиолучевой терапии.

Таким образом, вышеизложенные проблемы имеют научный и практический интерес для выявления и ранней диагностики нейропатии у пациентов с различными заболеваниями.

Цель исследования

Изучить возможности ультразвукового исследования в дифференциальной диагностике состояния периферических нервов и мягких тканей при патологии различного генеза и уточнить варианты расположения и количество нервных стволов плечевого сплетения в зонах проведения регионарной анестезии.

Задачи исследования

1. Проанализировать частоту и особенности повреждений периферических нервов при травмах верхних конечностей методом ультразвуковой диагностики.
2. Изучить ультразвуковую анатомию плечевого сплетения в точках проведения регионарной анестезии при различных доступах: межлестничном, надключичном, подключичном, подмышечном.
3. Провести сравнение метода комплексного ультразвукового исследования с методом электронейромиографии и оценить возможности ультразвука, дополненного эластографией, в диагностике периферических нейропатий.
4. Показать значение комплексного ультразвукового исследования при диагностике нейропатии различного генеза с оценкой мягких тканей.

Научная новизна исследования

Уточнена и дополнена ультразвуковая семиотика повреждений периферических нервов у пациентов с травмами верхних конечностей, выявлены наиболее часто встречающиеся при этих заболеваниях виды неврита.

В работе впервые на основе изучения анатомии плечевого сплетения при помощи методов УЗИ и МРТ выявлена возможная вариабельность количества и расположения нервных стволов относительно сосудов в нескольких точках плечевого сплетения. Доказана необходимость использования ультразвуковой навигации при проведении регионарной анестезии.

Расширено представление о вариантах ультразвуковых изменений периферических нервов у пациентов с сахарным диабетом, осложненным синдромом диабетической стопы. Показано значение необходимости проведения комплексного исследования периферических нервов, структуры мышечной ткани при заболевании Шарко-Мари-Тута. Оценена роль эластографии мягких тканей у пациентов с нейропатиями после химиолучевой терапии.

Определена значимость ультразвукового динамического наблюдения при нейропатиях различного генеза без необходимости повторной электромиографии.

Теоретическая и практическая значимость работы

По результатам полученных данных разработаны методические рекомендации и внедрены в практику протоколы для ультразвукового исследования периферических нервов при проведении регионарной анестезии под контролем ультразвуковой навигации, что позволяет стандартизировать проводимые исследования.

У пациентов с ХПН на гемодиализе, миеломной болезнью и после химиолучевой терапии нейропатии представлены туннельными синдромами, что позволяет расширить показания и рекомендовать проведение ультразвукового исследования периферических нервов.

У пациентов с нейропатиями при соматических заболеваниях рекомендовано дополнять УЗИ периферических нервов оценкой мягких тканей.

Методология и методы исследования

В основе методологии диссертационной работы - современные теоретические и практические основы отечественной и зарубежной лучевой диагностики.

Диссертационное исследование выполнялось в несколько этапов с использованием инструментальных аналитических и статистических методов.

На первом этапе изучалась отечественная и зарубежная литература, посвященная повреждениям и изменениям периферических нервов, анатомической вариабельности и расположения стволов плечевого сплетения, безопасности проведения регионарной анестезии под контролем УЗИ.

На втором этапе был выполнен анализ диагностической эффективности проведения комплексного ультразвукового исследования у пациентов с проявлениями нейропатии различного генеза.

Положения, выносимые на защиту

Ультразвуковое исследование с оценкой мягких тканей является необходимым методом в уточнении причины повреждения периферических нервов при травмах верхних конечностей.

Возможности ультразвуковой навигации при проведении регионарной анестезии позволяют полностью отказаться от традиционных, менее безопасных способов.

Ультразвуковое исследование периферических нервов и мягких тканей должно быть обязательным этапом в диагностике нейропатии различного генеза, которое позволит дифференцировать туннельные синдромы, структурные изменения нервного волокна.

Апробация работы

Основные положения и результаты научных исследований были доложены на заседаниях: III Съезда врачей лучевой диагностики Сибирского федерального округа (Красноярск, 2014 г.); Всероссийской конференции «Функциональная диагностика-2014» в рамках VI Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология-2014» (Москва, 28-30 мая 2014 г.); Конгресса российской ассоциации радиологов (Москва, 5-7 ноября 2015 г.).

Личное участие

Автором выполнено планирование исследования, разработана его методика и дизайн, собран и обработан материал исследования. Вклад автора в сбор материала составил 100%, в его обработку — 95%. Полученные результаты полностью проанализированы и обобщены автором.

Обоснованность и достоверность полученных результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается достаточным объемом клинического материала (165 человек), использованием современных методик и применением достоверных методов анализа.

Публикации

По теме исследования опубликованы 6 работ, в том числе 2 из них в рецензируемых журналах ВАК Минобрнауки России, рекомендованных для публикаций основных результатов диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата наук.

Внедрение работы в практику

Рекомендации, основанные на результатах исследования, внедрены в работу отделения ультразвуковой диагностики, микрохирургии, анестезиологии и реанимации в КГУЗ ККБ города Красноярск. Результаты диссертационной работы используются в учебном процессе на кафедре лучевой диагностики ИПО ГБОУ ВПО Красноярского государственного медицинского университета имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Объем и структура диссертации

Работа изложена на 134 страницах компьютерного набора и состоит из введения, обзора литературы, двух глав собственных исследований, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Список литературы включает 355 источников, в том числе 219 иностранных. Работа иллюстрирована 4 таблицами и 31 рисунком.

Материалы и методы исследования

Клиническая характеристика материала

В основу настоящей работы положен анализ результатов исследования периферических нервов у 165 человек, среди которых было 104 женщины и 61 мужчина в возрасте от 18 до 75 лет. Средний возраст обследованных лиц — $48,9 \pm 12,3$ лет.

Критерии включения в исследование: пациенты с клиническими проявлениями нейропатии или с травматическим повреждением периферических нервов в анамнезе, подписанное информированное согласие пациента на участие в исследовании. Критерии исключения из исследования: непереносимость анестетика, отказ больного от предложенного обследования.

Распределение обследуемых по группам представлено в таблице 1.

Таблица 1. Распределение больных по группам.

№	Группа	Количество человек	Область обследования (билатеральное)	Количество нервов и сплетений
1	Контрольная группа: здоровые добровольцы без проявлений нейропатии	20	Периферические нервы Плечевое сплетение	280 40
2	Группа пациентов с нейропатиями травматического генеза	44	Периферические нервы	264
	Пациенты с проведенной регионарной анестезией	26	Плечевое сплетение	52
3	Группа пациентов с нейропатиями соматического генеза	101	Периферические нервы	338
	ИТОГО:	165	Периферические нервы Плечевое сплетение	882 92

Контрольную группу составили 20 здоровых добровольцев (12,1%) без патологии периферических нервов и сплетений, средний возраст которых составил $42,8 \pm 17$ лет.

Вторая группа пациентов составила 44 чел. (30,3%) с травматическим повреждением периферических нервов, 26 (59,1%) из которых были прооперированы с применением регионарной анестезии. Причинами нарушения целостности нервного ствола, при наших исследованиях, были чаще всего последствия травм: пересечение нерва в результате резаной раны, повреждение отломками кости или ущемление нерва между ними при переломах со смещением, сдавление нерва рубцовой тканью или костной мозолью, а также ятрогенные повреждения нервов при оперативном вмешательстве на прилежащих непосредственно к нервному стволу мягких тканях.

Третью группу пациентов составили 101 чел. (87,9%) с соматическими заболеваниями, при которых отмечались клинические проявления нейропатии в виде болевых ощущений или онемения: сахарный диабет 2-го типа, осложненный синдромом диабетической стопы нейроишемической формы с длительностью заболевания более 5 лет — 48 чел. ($33,1 \pm 3,9\%$), больные, находящиеся на гемодиализе с хронической почечной недостаточностью, с длительностью заболевания более 10 лет — 25 чел. ($17,2 \pm 3,1\%$), пациенты с миеломной болезнью, с жалобами на чувство онемения 4-го и 5-го пальцев на руках с повторяющимися нарушениями двигательной активности пальцев в течение года — 13 чел. ($8,9 \pm 2,4\%$), пациентки после химиолучевой терапии в результате мастэктомии через 6 месяцев, с жалобами на постоянное онемение конечности на стороне проведенной операции — 8 чел. ($5,5 \pm 1,9\%$), у пациентов с наследственным заболеванием Шарко-Мари-Тута, с проявлениями онемения и слабости в ногах при ходьбе и потери чувствительности пальцев рук — 7 чел. ($4,8 \pm 1,8\%$) (рис. 1). Всем пациентам проводилось комплексное обследование периферических нервов.

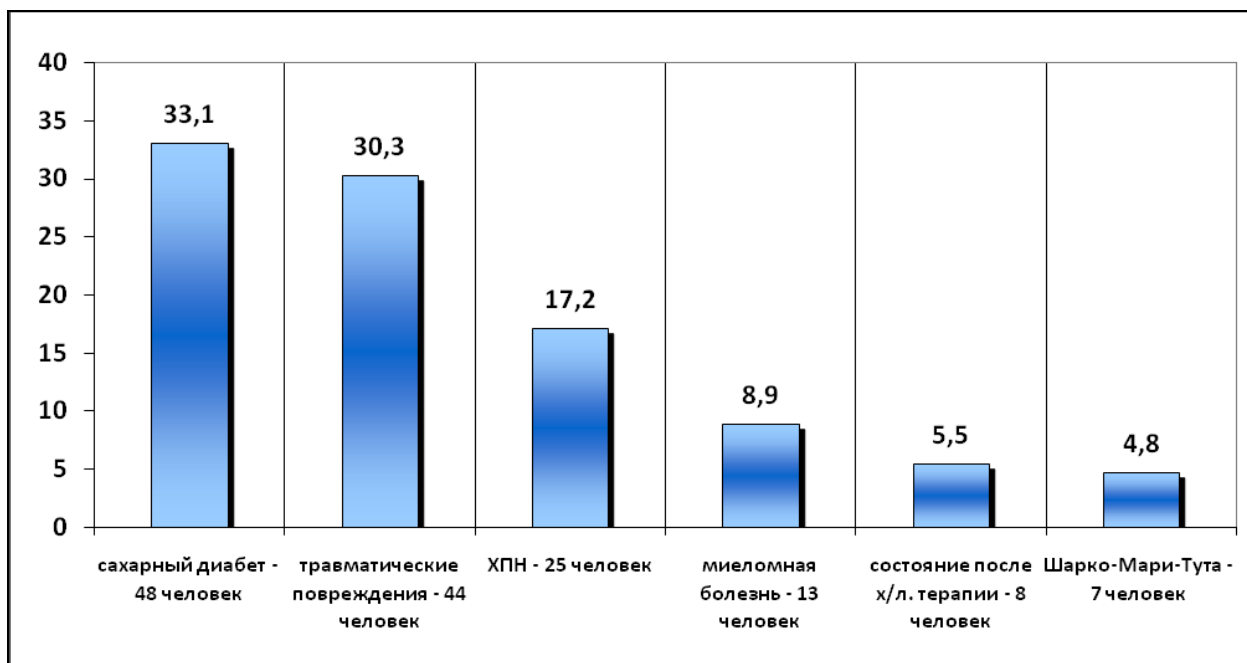


Рисунок 1 — Виды заболеваний, сопровождающихся нейропатией

Дизайн исследования представлен на рисунке 2.



Рисунок 2. Дизайн исследования.

Методы исследования

Ультразвуковое исследование было выполнено на аппарате PhilipsiU22 matrix высокочастотным линейным датчиком, а также на аппарате Logiq 9 экспертного класса.

Использование датчиков определенной частоты и сама частота сканирования менялись в зависимости от глубины расположения исследуемого нерва. Нервы, располагающиеся

поверхностно, например, срединный нерв, исследовались датчиком более высокой частоты сканирования 7-17 мГц.

При УЗИ нервов и сплетений оценивались следующие параметры: анатомическая целостность, структура, эхогенность, дифференцировка на волокна, выраженность оболочки нервных стволов, отношение толщины к ширине в физиологических каналах (карпальный канал, канал Гийона), наличие дополнительных образований в структуре нервного волокна и в прилежащих к нерву мягких тканях, целостность и наличие кровотока в близлежащих сосудах, УЗИ прилежащих мягких тканей к периферическим нервам и плечевому сплетению при травматических и соматических заболеваниях. Ультразвуковое исследование дополнено режимом компрессионной эластографии с оценкой показателей: тип эластографического окрашивания, коэффициент жесткости (SR), измеренного в кПа.

Рентгенографическое исследование являлось необходимым этапом в обследовании пациентов с травматическим повреждением верхних конечностей.

Электронейромиографию проводили на аппарате Нейроман методом стимуляционной ЭНМГ пациентам с синдромом диабетической стопы, а также у пациентов с подозрением на полное повреждение периферического нерва. На электронейромиограмме фиксировали передачу импульсов по нервному волокну в виде графического изображения.

MPT — сравнительный визуализирующий метод, позволяющий оценить состояние места выхода нервных корешков и структуру шейного сплетения и его стволов на всем протяжении, получив непосредственно изображение нервных волокон, а также состояние окружающих мягких тканей. При исследовании были использованы катушки для всего тела, округлая и седловидная катушки для шеи, поверхностная катушка для плечевого сустава. Были получены T1-ВИ и T2-ВИ (импульсные последовательности) в аксиальных и коронарных плоскостях. Методы исследований, которые применялись в работе, представлены на рисунке 3.

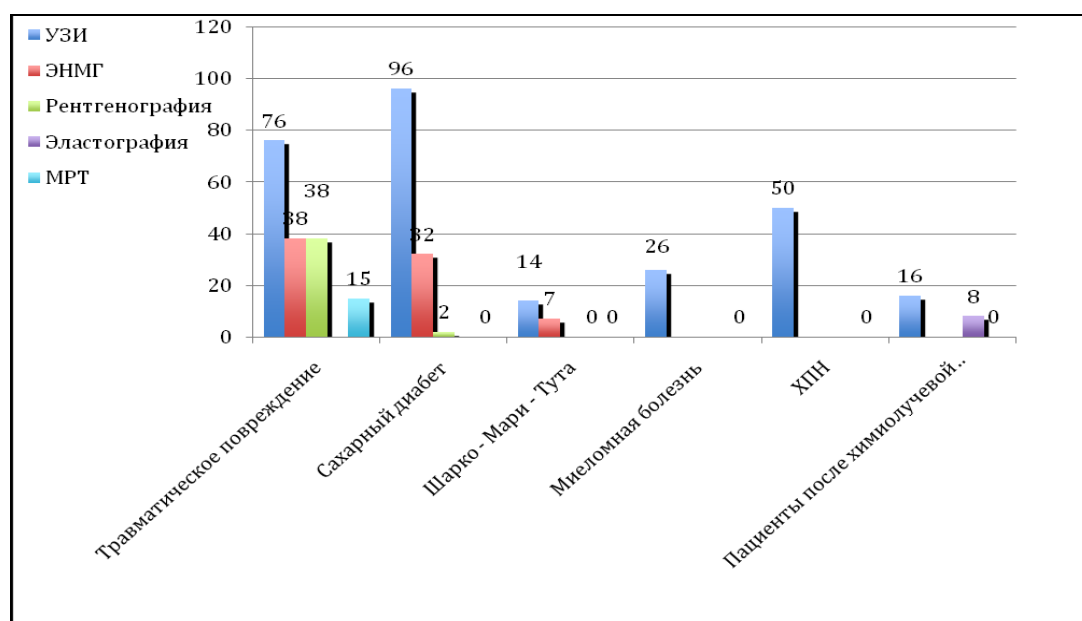


Рисунок 3. Методы и количество исследований.

Сравнительные статистики количественных нормально распределенных признаков рассчитаны с помощью критерия Стьюдента. Для качественных признаков использованы критерии хи-квадрат, точный критерий Фишера. Статистическая значимость полученной модели оценивалась по χ^2 . Диагностическую эффективность разработанной модели оценивали с помощью чувствительности, специфичности и точности, прогностической ценности положительного и отрицательного результатов, а также их доверительных интервалов.

Статистически значимым принимались исследуемые показатели при уровне достоверности $p < 0,05$.

Результаты исследования

Ультразвуковое исследование было выполнено у 165 человек с оценкой 882 периферических нервов, а именно: срединного $n = 356$, лучевого $n = 176$, локтевого $n = 66$, большеберцового $n = 190$, а также 92 плечевых сплетений в контрольной группе и у пациентов с травматическим повреждением периферических нервов. У 31 пациента из разных групп выполнено исследование мягких тканей.

В 1-й группе (контрольная) у 20 человек исследовали плечевое сплетение и периферические нервы: срединный, локтевой, лучевой и большеберцовый. При ультразвуковом исследовании в зависимости от локализации плечевого сплетения ультразвуковая картина при поперечном сканировании представлена в виде округлых или эллипсовидных, преимущественно гипэхогенных, образований, а в подмышечной области нервные стволы представлены гетерогенной структурой в виде пчелиных сот. В отличие от сплетений, периферические нервы представляют собой при продольном сканировании чередование гипо- и гиперэхогенных линейных структур, окруженных гиперэхогенной оболочкой; при поперечном сканировании нервное волокно выглядит как сота: множественные гипэхогенные включения — нервная ткань — окружены гиперэхогенными оболочками — соединительная ткань. При билатеральном ультразвуковом исследовании окружающие мягкие ткани характеризовались симметричностью эхографической картины.

Среди пациентов 2-й и 3-й групп с нейропатиями различного генеза, представленных по нозологиям на рисунке 4, больше всего было больных сахарным диабетом — 48 чел. (33,10%), из них 25 мужчин (52,1%) и 23 женщины (47,9%); с травматическим повреждением нервов было 44 исследуемых (30,3%), 29 женщин (65,9%) и 15 мужчин (34,1%); пациентов с хронической почечной недостаточностью на гемодиализе — 25 чел. (8,9%), 15 женщин (60%) и 10 мужчин (40%); с миеломной болезнью - 13 пациентов (17,2%), из них 3 мужчин (23,1%) и 10 женщин (76,9%); пациентов после химиолучевой терапии — 8 женщин (5,5%); при наследственном заболевании Шарко-Мари-Тута – 7 чел. (4,8%), 3 мужчин (42,9%) и 4 женщины (57,1%).

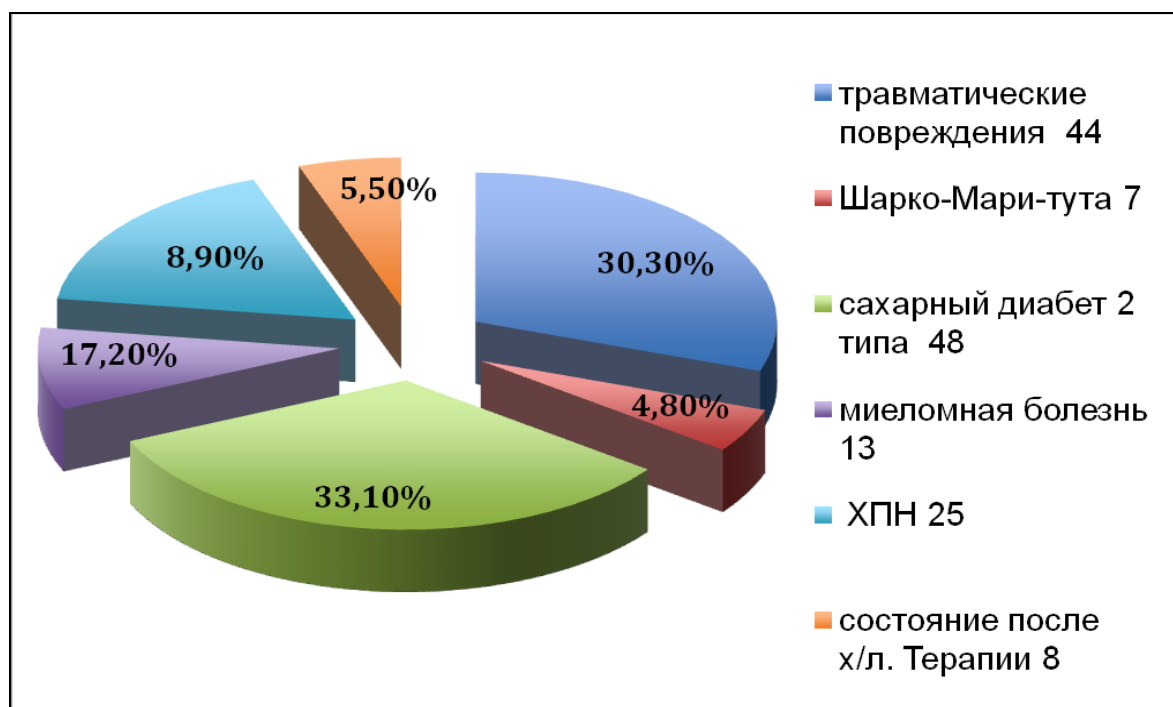


Рисунок 4. Пациенты с нейропатией при различных заболеваниях.

В исследовании плечевого сплетения и периферических нервов нами была использована стандартная методика проведения билатерального ультразвукового обследования (Еськин Н.А., 2008 г.; Салтыкова В.Г., 2011 г.). При сравнении группы травматического генеза и контрольной группы оценено 92 сплетения: у 20 человек в контрольной группе и 26 пациентов — в группе травматического генеза, которым проведена регионарная анестезия. Для оптимизации и безопасности проведения регионарной анестезии нами была изучена ультразвуковая анатомия плечевого сплетения в точках доступа: межлестничный, надключичный, подключичный, подмышечный. Полученные результаты вариабельности при ультразвуковом исследовании представлены в таблице 2.

Таблица 2. Вариабельность анатомического строения плечевого сплетения.

№	Область плечевого сплетения	1 нервный ствол (кол-во, %)	2 нервных ствола (кол-во, %)	3 нервных ствола (кол-во, %)	4 нервных ствола (кол-во, %)	7 нервных стволов (кол-во, %)	Средняя площадь сечения нервного ствола, мм ²
1	Межлестничная	—	—	21 23±5,8%	60 (65,4±6,6)	10 11,6±4,4	0,09-2,63
2	Надключичная	3 3,8±2,7%	14 15,4±5,0%	28 30,8±6,4%	46 50±6,4	—	0,27-4,05
3	Подключичная	—	—	74 80,8%	18 19,2	—	0,3-1,83
4	Подмышечная	—	—	39 42%	53 58	—	0,45-1,93

В межлестничном доступе при сканировании наблюдалась вариабельность числа нервных стволов: 4 ствола в 60 случаях (65,4 ± 6,6%), 3 ствола в 21 случае (23 ± 5,8%) и 7 стволов — в 10 случаях (11,6 ± 4,4%). Подразделения на волокна прослеживалось реже — в 16 случаях (30,8 ± 6,4%), чем однородность и сниженная эхогенность волокон — в 36 случаях (69,2 ± 6,4%). Площадь поперечного сечения нервного волокна варьировала от 0,09 до 2,63 мм².

В надключичной области плечевое сплетение чаще всего выглядит как группа из нескольких округлых гетерогенных структур, напоминающих «пчелиные соты». По результатам проведенных исследований в данной проекции подключичную артерию в 46 (50%) случаях сопровождают 4 ствола, в 28 (30,8%) — 3 ствола, в 14 (15,4%) — 2 ствола, в 3 (3,8%) случаях — 1 ствол. В 12 (23,1%) наблюдениях экоструктура нервных стволов была гипозохогенной, что значительно снижало визуализацию вне зависимости от толщины подкожно-жировой клетчатки. Площадь поперечного сечения нервных стволов в надключичной области составила от 0,27 до 4,05 мм².

Для визуализации сплетения в подключичной области можно использовать и линейный, и конвексный датчики с частотой от 4 до 12 МГц. По результатам проведенных исследований в 80,8% случаев около артерии определяется 3 ствола, в 19 (19,2%) наблюдениях — 4 ствола. В большинстве случаев нервные стволы имели среднюю эхогенность, что составило 96,2%. Локализация вокруг сосуда выявлена в 36 (70,3%) наблюдениях, выше артерии — в 16 случаях (30,7%). Площадь поперечного сечения нервных стволов в подключичной области составила от 0,3 до 1,83 мм².

По результатам проведенных исследований в 53 (58%) случаях определяется 4 ствола, в 22 (42%) наблюдениях — 3. Расположены нервные стволы относительно сосуда в разных вариациях. Площадь поперечного сечения нервных стволов в подмышечной области составила от 0,45 до 1,93 мм². Использование поперечного сканирования с применением ЦДК позволило визуализировать отношение нервного волокна к сосудам (нервы в виде трех-четырёх округлых образований, расположенных спереди или вокруг подмышечной артерии). Форма нервов

эллипсоидная, структура мелкозернистая с чередующимися гипоэхогенными округлыми пучками, окруженными тонкими гиперэхогенными перегородками (рис. 5).

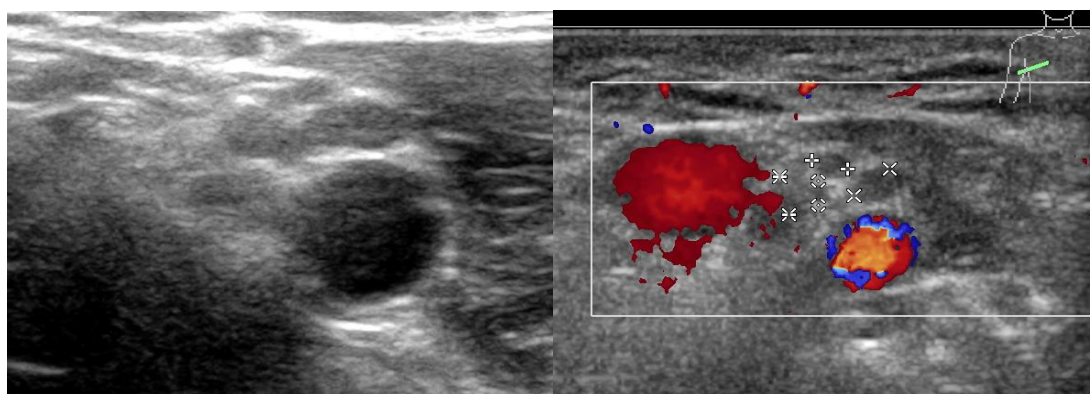
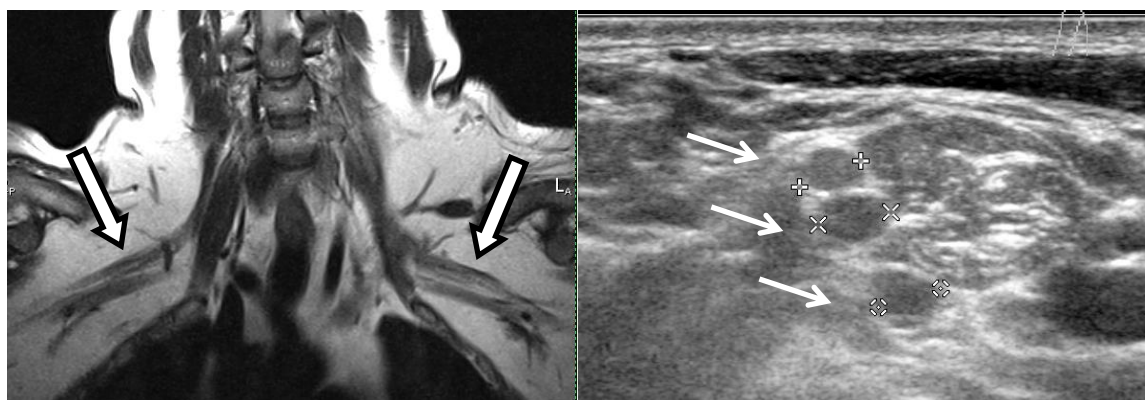


Рисунок 5. Визуализация плечевого сплетения в подмышечной области, В-режим (а), плечевое сплетение представленное тремя стволами между подмышечной веной и артерией, режим ЦДК (б)

Учитывая, что анатомическое расположение и количество нервных стволов в подмышечной области наименее вариабельно и представлено тремя-четырьмя стволами, проведение регионарной анестезии в этой зоне плечевого сплетения позволяет избежать осложнений и оптимизировать эффективность при проведении регионарной анестезии.

Для подтверждения информативности визуализации плечевого сплетения при ультразвуковом исследовании, мы использовали для сравнения один из высокоинформативных неинвазивных методов диагностики плечевого сплетения, МРТ. Нами было обследовано 15 человек, из них 5 человек из контрольной группы и 10 пациентов с травмой, планирующих на операцию. При исследовании использовались катушки для всего тела, округлая и седловидная катушки для шеи, поверхностная катушка для плечевого сустава. Получены T1-ВИ и T2-ВИ (импульсные последовательности) в аксиальных и коронарных плоскостях (рис. 6).

Для получения информации о состоянии сплетения прилежащих тканей необходимо получить T1-ВИ и T2-ВИ в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Как показано наше исследование, наиболее информативным для оценки анатомо-топографических соотношений оказалось T1-ВИ, тогда как при различных патологических состояниях, благодаря своей высокой чувствительности, неоценимую помощь оказывало T2-ВИ.



а б

Рисунок 6. МРТ — изображение плечевого сплетения (Корональное T2 Взвешенное изображение плечевого сплетения) (а), УЗ — изображение плечевого сплетения в межлестничной области (б). Плечевое сплетение определяется на УЗИ и МРТ в виде гипоехогенных структур.

Нервные стволы хорошо визуализировались на T1-ВИ в виде линейных структур, соответствующей локализации и характерной двухконтурности. В норме центральные отделы имели более высокую интенсивность сигнала, что подчеркивалось более низкой интенсивностью сигнала от его оболочки. Толщина нервных стволов в норме изменялась в зависимости от уровня замера и варьировала от 0,55 до 0,69 см.

У 44 пациентов второй группы с травматическим повреждением периферических нервов проведено рентгенологическое исследование, но изображения нервных стволов получить не удалось даже при выполнении специальных укладок и «мягких» рентгенограмм, что делает данный метод неинформативным (рис. 7).



Рисунок 7. Рентгенологический снимок правого плеча. Визуализируются костные структуры, перелом и смещение отломков

При ультразвуковом исследовании периферических нервов и мягких тканей проанализированы различные причины нарушения целостности нервного ствола. Наиболее частыми причинами повреждений являлось сдавление нерва рубцовой тканью или костной мозолью — 9 ($20,4 \pm 6,1\%$), пересечение нерва в результате резаной раны — 7 ($15,9 \pm 5,5\%$), сдавление нерва отломками кости или ущемление нерва между ними при переломах со смещением кости — 6 ($13,6 \pm 5,2\%$), частичное повреждения срединного нерва — в 6 случаях ($13,6 \pm 5,2\%$), ятрогенные повреждения нерва — в 3 случаях ($6,8 \pm 3,8\%$). При травматических повреждениях верхних конечностей у пациентов были выявлены изменения следующих нервов: локтевой нерв — 17 случаев ($38,63 \pm 7,3\%$), срединный нерв — 14 случаев ($31,82 \pm 7,0\%$), лучевой нерв — 7 случаев ($15,92 \pm 5,5\%$). Из них сочетанные повреждения периферических нервов: срединного и локтевого — 5 случаев ($11,36 \pm 4,8\%$); срединного и лучевого — 1 случай ($2,27 \pm 2,2\%$).

Образование невром были выявлены у 16 пациентов (36,3%). В наших исследованиях экзогенность и форма невром различалась в зависимости от давности повреждения: при раннем повреждении неврома у 3 пациентов представляла собой образование повышенной экзогенности с неровными нечеткими контурами, при этом в мягких тканях наблюдалось изменение по типу инфильтрации и отека, что вызвало затруднение диагностики состояния нерва и потребовалось провести исследование в динамике. Типичная ультразвуковая картина невром наблюдалась у 13 пациентов и представляла образование пониженной экзогенности с ровными, четкими контурами (рис.8). При исследовании невром в режиме ЦДК васкуляризации выявлено не было.

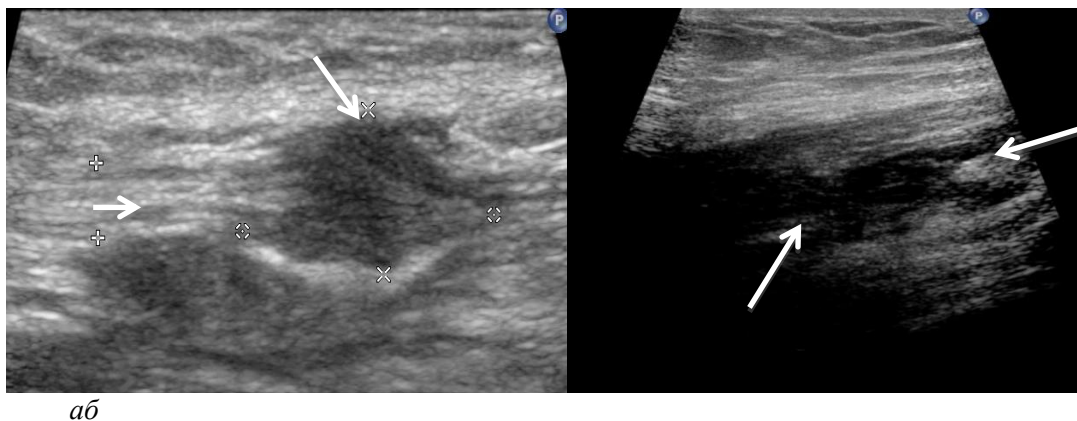


Рисунок 8 — Повреждение срединного нерва (маленькая стрелка) с образованием гипозоногенной невромы (большая стрелка) (а), УЗИ-динамика через 5 дней: визуализируется повреждение нерва в виде образования концевых невром в виде гиперэхогенных образований с нечеткими контурами (б)

Комплексное ультразвуковое исследование позволяет оценить изменение в мягких тканях выявить дополнительные образования (гематомы), отек, инфильтративные изменения (рис.9).

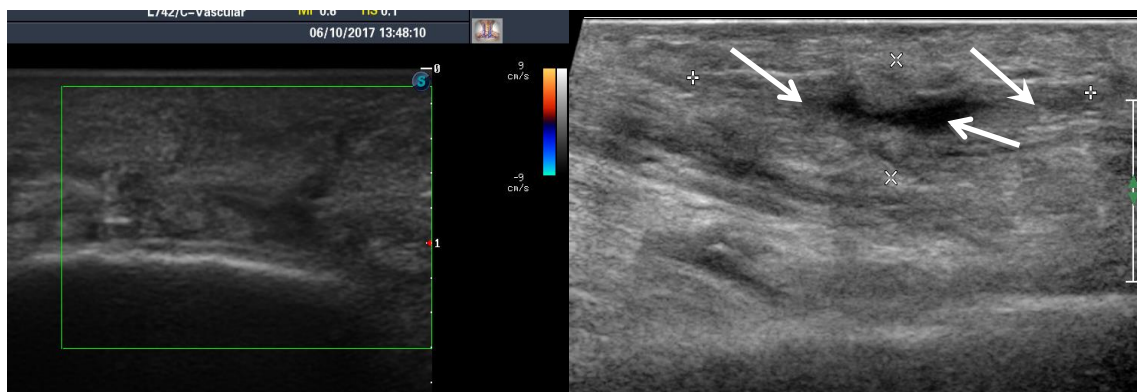


Рисунок 9. Оценка мягких тканей с признаками отека: В-режим, ЦДК, нерв четко не визуализируется (а). Образование гематомы (гипозоногенное образование неправильной формы) в прилежащих мягких тканях (б) отсутствие четкой визуализации поврежденного локтевого нерва (фигурная стрелка).

Таким образом, травматическое повреждение требует динамического ультразвукового исследования для выявления образования невром и оценки мягких тканей.

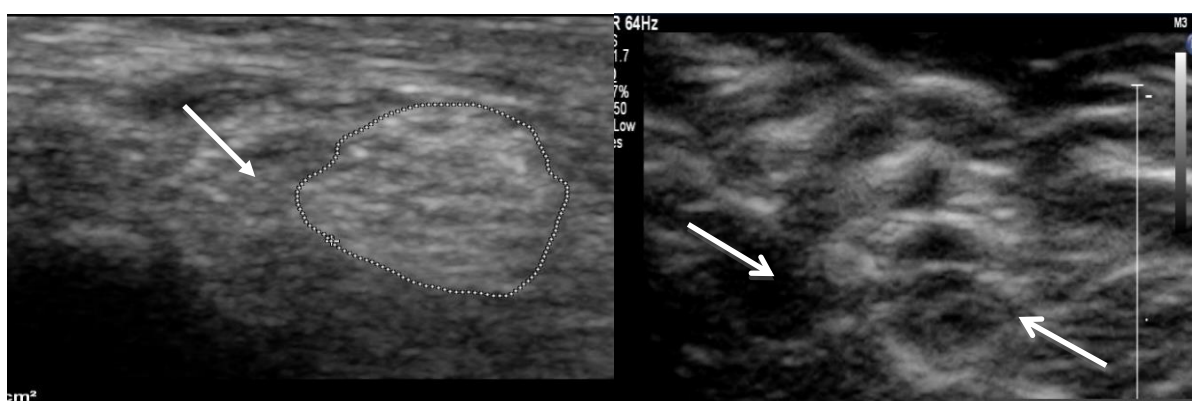
В третью группу были включены пациенты с соматической патологией, имеющие клинические проявления нейропатии 101 (61,2%), которые были разделены на подгруппы.

Подгруппа А — 48 ($33,1 \pm 3,9\%$) пациентов с сахарным диабетом 2-го типа, подгруппа Б — 25 ($17,2 \pm 3,1\%$) больных с хронической почечной недостаточностью; подгруппа В — 13 ($8,9 \pm 2,4\%$) пациентов с миеломной болезнью, подгруппа Г — 7 пациентов с наследственным заболеванием Шарко-Мари-Тута ($4,8 \pm 1,8\%$), подгруппа Д — 8 ($5,5 \pm 1,9\%$) после химиолучевой терапии (табл.3).

Таблица 3. Распределение пациентов третьей группы с заболеваниями соматического генеза по подгруппам

Под группы	Заболевание	Кол-во, %	Возраст, лет
А	Сахарный диабет	48 (33,1)	$55,8 \pm 6,6$
Б	ХПН на гемодиализе	25 (17,2)	$49,0 \pm 7,2$
В	Миеломная болезнь	13 (8,9)	$60,8 \pm 4,8$
Г	Наследственное заболевание Шарко-Мари-Тута	7 (4,8)	$34,3 \pm 14,3$
Д	Состояние после химиолучевой терапии после мастэктомии	8 (5,5)	$38,8 \pm 13,0$
ИТОГО:101			

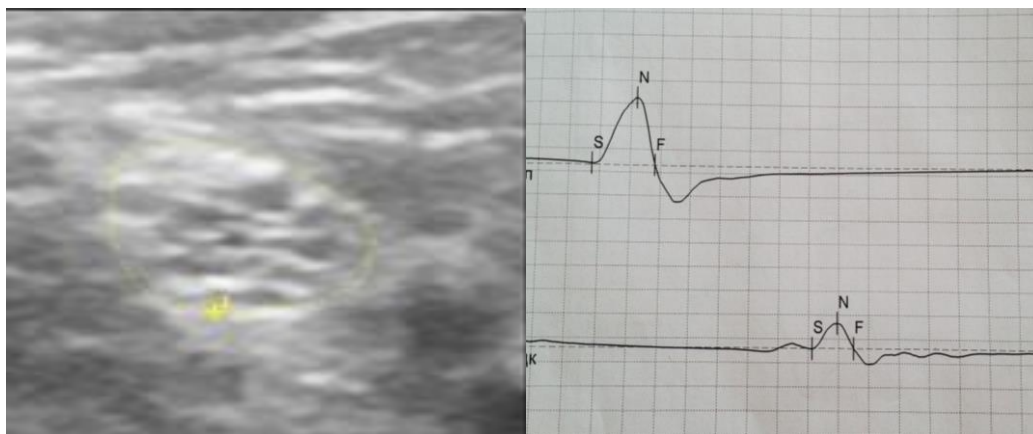
Подгруппу А составили 48 больных сахарным диабетом. У 15 пациентов проявлений СДС не отмечалось, им проводили только ультразвуковое исследование большеберцового нерва, структура и эхогенность которого не отличались от нервов в контрольной группе, оболочка нервного ствола во всех случаях была не изменена, одинаковой толщины — $0,1 \pm 0,01$ мм. По данным ультразвукового исследования из 33 больных с проявлением СДС у 30 (91%) пациентов были выявлены нарушение дифференцировки на волокна, эхогенность нормальная или повышенная, граница от окружающих тканей нечеткая (рис. 10).



а б

Рисунок 10. Большеберцовый нерв у пациента: а — с СДС (повышение эхогенности, отсутствие четкой дифференцировки на волокна); б — большеберцовый нерв в контрольной группе (чередование гипо- и гиперэхогенных включений, окруженных гиперэхогенной оболочкой).

Наибольший интерес представляют результаты сравнительного исследования УЗИ и ЭНМГ у 33 больных с СДС в диагностике нейропатии. Отличительной особенностью этих пациентов было осложнение в виде гнойно-некротических изменений в нижних конечностях, что значительно затрудняло проведение ЭНМГ и у некоторых пациентов явилось противопоказанием. Проведено исследование 66 большеберцовых нервов, при этом изменения регистрировались на одной конечности в виде снижения М-ответа, где отмечались клинические проявления (рис. 11).



а б
Рисунок 11. Большеберцовый нерв при СДС: а — УЗ-изображение (контуры нерва нечеткие, эхогенность повышена, дифференцировка на волокна не выражена); б — на электронейромиограмме отмечается в виде снижения пиков.

Полученные данные при УЗИ сочетались с отклонениями на электромиографии в 29 (89,5%) случаях, которые соответствовали снижению проведения импульсов по нервному волокну. У четырех пациентов (10,5%) было снижение проведения нервного импульса по результатам электронейромиографии, а по данным УЗИ большеберцового нерва изменений не выявлено. Полученные данные ЭНМГ в 29 случаях (89,5%) соответствовали снижению проведения импульсов по нервному волокну. Следует отметить, что у четырех пациентов (10,5%) изменений на электронейромиограмме не отмечалось.

Таким образом, у пациентов с СДС полученные нами данные эхогенности и структуры периферических нервов при эхографии в сравнении с методом ЭНМГ показало, что ультразвуковое исследование является доступным и информативным методом для первичной диагностики поражения и динамического наблюдения за состоянием периферических нервов.

В подгруппе Б исследовали 25 пациентов с хронической почечной недостаточностью, находящихся на гемодиализе. У пациентов отмечались болезненные ощущения в кистях рук и снижение чувствительности в пальцах, что явилось показанием для проведения исследования периферических нервов. При эхографии периферических нервов верхних конечностей у 30% пациентов выявлены изменения срединного нерва на обеих руках, в остальных случаях отмечалось изменение на одной руке. Во всех случаях выявлялось снижение эхогенности срединного нерва и уплощение его в карпальном канале (отношение толщины к ширине волокна составило 1:4), что говорит о наличии туннельного синдрома.

Подгруппа В пациентов с миеломной болезнью составила 13 человек. У пациентов отмечались неприятные ощущения в предплечьях и в области локтевых суставов. При обследовании выявлен синдром кубитального канала в 84,6% случаев в виде утолщения нервного волокна и его оболочки, снижения эхогенности локтевого нерва в сравнении при билатеральном исследовании. У одного пациента отмечались комбинированные изменения всех групп нервов: срединного, локтевого, большеберцового по типу туннельных синдромов.

У семи пациентов в подгруппе Г с заболеванием Шарко-Мари-Тута основные клинические проявления характеризовались слабостью в нижних конечностях, что явилось показанием для проведения комплексного ультразвукового исследования большеберцового нерва и мягких тканей. Для сравнительной оценки при ультразвуковом исследовании нами предложен срединный нерв, как наиболее схожий по размерам. Анализируя полученные результаты билатерального исследования отличительных ультразвуковых признаков патологии большеберцового нерва выявлено не было, в то время как наибольшие изменения прослеживались в мягких тканях. В зоне исследуемого нерва мышечная ткань при эхографии была сниженной эхогенности с наличием гиперэхогенного линейного компонента, в виде

исчерченности, занимающей весь массив мышц голени по сравнению с мышечной тканью в контрольной группе (рис.12).

Результаты стимуляционной ЭНМГ в двух случаях соответствовали снижению проведения импульсов по нервному волокну, в пяти случаях отмечалось полное отсутствие амплитуд М-ответов, с процессами денервации в мышцах. Полученные результаты сравнительного анализа ЭНМГ и УЗИ позволяют предположить необходимость проведения ультразвукового исследования изменений в динамике в мышцах нижних конечностей.

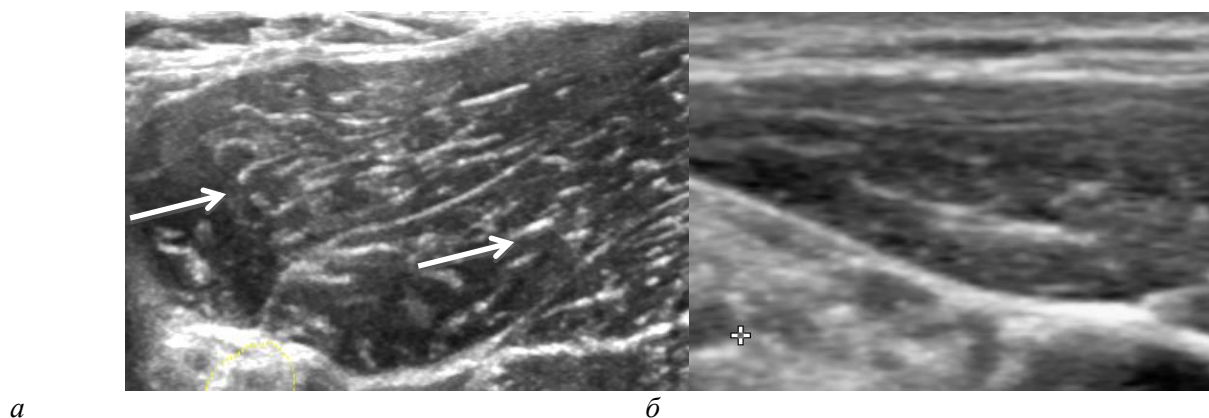


Рисунок 12. Мышцы голени с выраженной гиперэхогенной исчерченностью различной направленности (стрелочки): *а* — у пациента с заболеванием Шарко-Мари-Тута, *б* — мышцы голени в контрольной группе.

В подгруппе Д у 8 пациентов после проведенной мастэктомии и химиолучевой терапии отмечались неприятные ощущения и онемения в пальцах рук, из них у 5 человек определялось увеличение размеров руки с оперированной стороны. При билатеральном исследовании срединный нерв на всем протяжении был не изменен, в проекции карпального канала срединный нерв отличался пониженной эхогенностью с четкой дифференцировкой на волокна, был уплощен, имел отношение ширины к толщине 1:4, что соответствовало ультразвуковой картине туннельного синдрома (рис. 13).

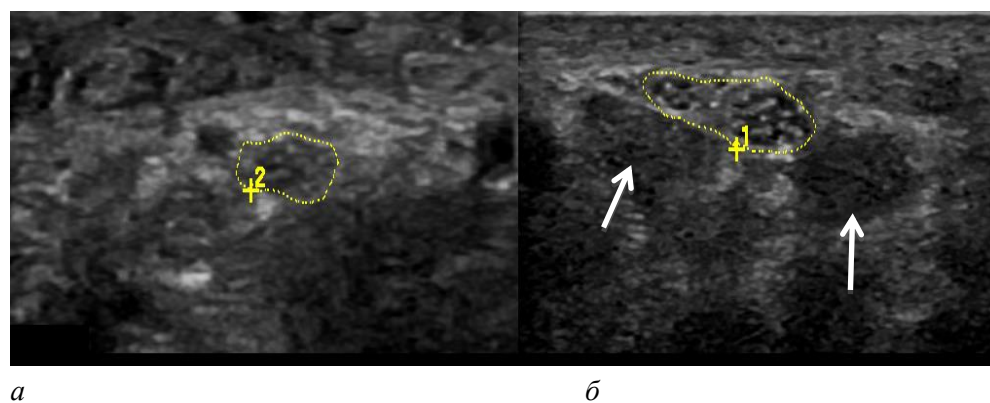


Рисунок 13. Срединный нерв в проекции карпального канала (обведено желтым пунктиром), окружающие мягкие ткани с признаками лимфостаза (стрелочки): *а* — в контрольной группе, *б* — у пациента после проведенной мастэктомии.

Интерес к изучению данной группы обусловлен тем, что проявления лимфостаза могут являться причиной нейропатии и усугублять ее течение. При УЗИ не составляет трудности выявить наличие лимфостаза, однако у ряда пациентов это не представляется возможным. Возможности компрессионной эластографии позволяют дополнить ультразвуковое исследование срединного нерва и мягких тканей у пациенток с признаками лимфостаза. Методом ДС с ЦДК признаки тромбоза в подмышечной вене были исключены у этой группы

пациентов. При билатеральном исследовании нерв был не изменен на всем протяжении. В мягких тканях со стороны операции, отмечался лимфостаз в пяти случаях. При эластографии измеряли показатели жесткости нервного волокна окружающих мягких тканей. Индекс эластичности (E) имеет в неизмененных тканях имеет уровень до 1,5 кП. В более жестких структурах индекс может увеличиваться до 6,0 кП. При проведенном исследовании в режиме эластографии показатели жесткости в точке измерения нервного волокна колебались от 0,5 до 1,5 кП, в проекции оболочки были увеличены до 5,0 кП, а в области окружающих мягких тканей со стороны проведенной химиолучевой терапии цифры колебались от 2,0 до 3,2 кП (рис.14). На противоположной стороне цифры жесткости доходили до 2,0 кП.

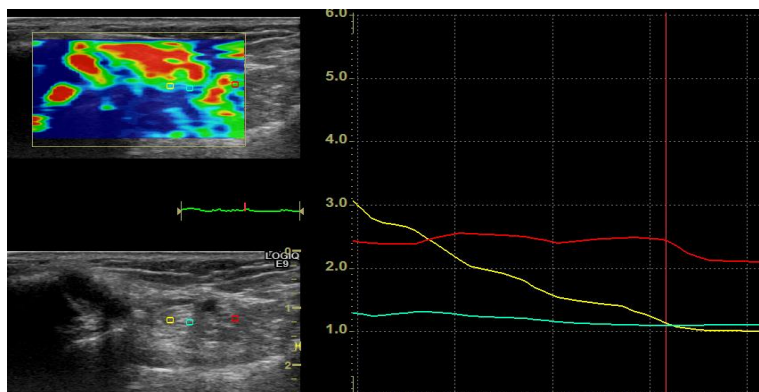


Рисунок 14. Исследование в режиме эластографии.

Таким образом, у пациенток после химиолучевой терапии, которым по результатам комплексного ультразвукового исследования с применением компрессионной эластографии показатели жесткости определены на уровне 2,0-3,2 кП, можно предположить наличие взаимосвязи туннельного синдрома и лимфостаза. Эти пациентки должны находиться под более пристальным вниманием ввиду возможного прогрессирования туннельного синдрома.

На основании результатов нашего исследования периферических нервов у 101 пациента с соматической патологией выявлено два варианта эхографической картины нейропатии. Первый вариант, характерный для синдрома диабетической стопы - повышение эхогенности без четко выраженной структуры нерва (32,3% случаев), второй вариант — изменение по типу туннельного синдрома (46% случаев), который встречается у пациентов с ХПН, миеломной болезнью и после химиолучевой терапии.

Нами показана необходимость оценки мягких тканей, особенно в группе пациентов с наследственными заболеваниями и после химиолучевой терапии, которые в дальнейшем требуют динамического наблюдения. Наличие неврологической симптоматики и нейропатии предполагает рекомендовать исследования периферических нервов в динамике.

ВЫВОДЫ

1. Травматические повреждения периферических нервов верхних конечностей чаще всего представлены повреждением локтевого нерва, как изолированно (38,5%), так и в сочетании с поражением других нервных стволов (11,6%). Среди ведущих механизмов травматического повреждения периферических нервов отмечено сдавление нервного ствола рубцовой тканью или костной мозолью (20,4%). Отличительной особенностью посттравматических невров являются нечеткость и неровность контуров в сочетании с гетерогенной структурой (36,3%).

2. Ультразвуковая навигация является методом выбора при проведении регионарной анестезии в межлестничной, надключичной и подключичной зонах из-за значительной вариабельности топографии нервных стволов и их количества от 1 ($3,8 \pm 2,7\%$), до 7 ($11,6 \pm 4,4\%$).

3. Ультразвуковое исследование сопоставимо в сравнении с методом ЭНМГ по уровню чувствительности (96,7%) и специфичности (66,7%) и может применяться для дифференциальной диагностики, динамического наблюдения и выявления туннельных и структурных изменений периферических нервов при соматической патологии.

4. Эластографию возможно проводить как дополнительный метод в диагностике лимфостаза верхней конечности, что является ранним признаком развития нейропатии, в частности, туннельного синдрома.

5. При заболевании Шарко-Мари-Тута наиболее значимыми оказались изменения в мышечной ткани, за счет ее истончения, снижения эхогенности, усиления гиперэхогенной исчерченности, что позволяет расширить протокол ультразвукового исследования периферических нервов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Проведение регионарной анестезии под контролем УЗИ в подмышечной области является наиболее доступным и безопасным. При проведении регионарной анестезии в протоколе указывается количество нервных стволов, наличие жидкости в параневральной клетчатке после введения анестетика, дополнительные образования в проекции нервного сплетения, состояние мягких тканей, окружающих нервное сплетение, оценка параневральной клетчатки через сутки после введения анестетика.

2. При диагностике нейропатий пациентам с патологией различного генеза необходимо выполнять билатеральное ультразвуковое исследование с оценкой следующих параметров одноименных нервов: эхогенность нервных стволов, дифференцировка на волокна, выраженность оболочки нервного волокна, наличие изменений в структуре окружающих тканей.

3. В семьях с наследственной моторно-сенсорной патологией необходимо проводить скрининговое ультразвуковое исследование с оценкой структуры мягких тканей (мышечная ткань имеет выраженную гиперэхогенную разнонаправленную исчерченность за счет преобладания соединительной ткани).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Шуст Ю.А. Нейропатии у пациентов с соматическими и травматическими повреждениями в аспекте лучевой диагностики (обзор литературы) / Шуст Ю.А., Жестовская С.И. // Сибирский медицинский журнал (Иркутск), 2015. — № 7. — С. 39-46.

2. Шуст Ю.А. Комплексное ультразвуковое исследование сосудов и периферических нервов у пациентов с синдромом диабетической стопы / Шуст Ю.А., Лебедева Е.В., Жестовская С.И. // Медицинская визуализация (Москва), 2016. — №2. — С. 110-114.

3. Шуст Ю.А. Анатомические особенности плечевого сплетения в аспекте применения регионарной анестезии / Шуст Ю.А., Жестовская С.И., Евдокимова Е.Ю. // Первая краевая, 2013. — № 3(52). — С.50-52.

4. Ультразвуковое исследование на амбулаторном этапе у пациентов с синдромом карпального канала / Жестовская С.И., Евдокимова Е.Ю., Шуст Ю.А. // III Съезд врачей лучевой диагностики Сибирского федерального округа. — Красноярск, 2014.

5. Выявление лимфостаза с помощью метода УЗИ и эластографии после мастэктомии: Сборник тезисов и докладов / Жестовская С.И., Евдокимова Е.Ю., Шуст Ю.А. // Конгресс российской ассоциации радиологов. — Москва, 2015. — С. 173-174.

6. Сравнительные характеристики полинейропатий различного генеза / Шуст Ю.А., Жестовская С.И., Евдокимова Е.Ю. // Всероссийской конференции «Функциональная диагностика-2014» в рамках VI Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология-2014».

Список сокращений

ВЯВ —	Внутренняя яремная вена
КТ —	Компьютерная томография
МРТ —	Магнитно-резонансная томография
РА —	Регионарная анестезия
СД —	Сахарный диабет
СДС —	Синдром диабетической стопы
УЗД —	Ультразвуковая диагностика
УЗИ —	Ультразвуковое исследование
ХПН —	Хроническая почечная недостаточность
ЦДК —	Цветовое доплеровское картирование
ЭМГ —	Электромиография
ЭНМГ —	Электронейромиография