

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ХИРУРГИИ»

На правах рукописи

Сатторов Хабибулло Иззатуллоевич

**СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ
ПОВРЕЖДЕНИЙ НЕРВНЫХ СТЕЛОВ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ
НА ПРОКСИМАЛЬНЫХ УРОВНЯХ**

3.1.9 – хирургия

Диссертация
на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
Ходжамурадов Г.М.

Научный консультант:
доктор медицинских наук
Бердиев Р.Н.

Душанбе – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ НЕРВНЫХ СТВОЛОВ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ НА ПРОКСИМАЛЬНЫХ УРОВНЯХ.....	12
1.1. Эпидемиология и нерешенные вопросы лечения повреждения нервных стволов верхних конечностей.....	12
1.2. Современные подходы в лечении проксимальных повреждений нервных стволов.....	18
1.3. Методы реконструкции (прямая реконструкция, невротизации, сухожильно-мышечная транспозиция) при повреждениях нервных стволов	25
1.4. Обзор отдалённых результатов.....	30
ГЛАВА 2. КЛИНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	37
2.1. Характеристика клинического материала	37
2.2. Методы исследования.....	46
2.3. Статистические методы, использованные при обработке цифрового материала.....	56
ГЛАВА 3. ДИАГНОСТИКА И ОПТИМИЗАЦИЯ ХИРУРГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПРИ ПРОКСИМАЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ НЕРВОВ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ.....	57
3.1. Частота и структура высоких повреждений нервных стволов.....	57
3.2. Выбор оптимальных показаний к методу реконструкции в зависимости от сроков повреждения.....	62
3.3. Оптимизация реконструктивных подходов в зависимости от сочетанности повреждений нескольких нервов верхней конечности.....	65
3.4. Определение тактики лечения проксимальных повреждений нервов верхней конечности и выбор способа реконструкции.....	73

3.4. Сопутствующие повреждения магистральных сосудов.....	
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕКОНСТРУКТИВНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ПРОКСИМАЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ НЕРВНЫХ СТВОЛОВ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ.....	81
4.1. Ближайшие результаты.....	
4.2. Отдаленные клинические результаты первичной и отсроченной реконструкции нервов при проксимальных повреждениях.....	83
4.3. Количественные результаты восстановления сенсорно-трофической функции.....	87
4.4. Инструментальные методы исследования с количественными показателями.....	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	122
ВЫВОДЫ.....	123
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	124
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	147
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Травмы верхней конечности, пожалуй, одна из самых часто встречаемых разновидностей травматического поражения человеческого тела. Будучи основным органом труда и жизнедеятельности, верхняя конечность подвергается большей, чем другие части тела, опасности повреждения в ходе трудовой деятельности и жизнедеятельности в целом [А.И. Третьякова и др., 2020, С. Н. Cho, D. K. Kim, D. H. Kim 2020].

Как проксимальные повреждения нервов верхней конечности мы рассматриваем повреждения нервных стволов выше отхождения двигательных ветвей к мышцам предплечья. Так для лучевого нерва это место отхождения глубокой его ветви, для срединного нерва – место отхождения переднего межкостного нерва и для локтевого нерва – место отхождения мышечных ветвей к локтевому сгибателю запястья. Повреждения выше этих уровней включали к проксимальным повреждениям нервов верхней конечности.

При этом, если в отношении оптимизации результатов хирургического лечения дистальных повреждений нервов верхних конечностей проводится относительно большое количество исследований и научных работ, то проксимальные повреждения, особенно в русскоязычной литературе, намного менее изучены [А.Ю. Ништ, Н.Ф. Фомин, 2020]. Кроме того, ведение больных с проксимальной локализацией перерыва намного тяжелее и изначально менее благополучно касательно отдалённых функциональных результатов ввиду отсутствия альтернативных источников иннервации, в отличие от ситуации, возникающей при дистальных повреждениях (Г.А. Арсаханова 2020). Высокие повреждения характеризуются намного более длительным периодом регенерирования аксонов до конечных целей, что необходимо учитывать. Это требует поиска новых источников невротизации для переключения к дистальным отделам конечности, иннервация которых страдает при проксимальных повреждениях (D.Avis, D. Power 2018).

В то же время, даже те немногие исследования, которые рассматривают проксимальные повреждения, в подавляющем большинстве посвящены изучению отрывов нервных стволов верхней конечности на уровне спинномозговых корешков (Ю.А. Боголюбский и др., 2020). Безусловно, данный вид поражения представляет самую большую сложность для ведения и лечения специалистами, и требует многодисциплинарного подхода с участием врачей нескольких специальностей (нейрохирурги, травматологи, реконструктивные хирурги и т.д.) (Г.М. Ходжамурадов и др. 2020, Н. L. Baltzer et al. 2016).

Таким образом, проксимальные (высокие) поражения нервов по сей день остаются одними из самых актуальных и сложных проблем реконструктивной хирургии в связи с длительностью периода лечения и продолжительного (2-3 года и более) периода нетрудоспособности пострадавших, наряду с лимитированным временем (12-18 месяцев) для восстановления мышц, утраченной их сократительной функции и ограниченными возможностями реконструктивных операций (К.М. Davidgeetal, 2015; Н. Baltzeretal, 2016; L. Narhausetal, 2017). Продолжают оставаться актуальными вопросы оптимизации оказания первичной специализированной помощи, адекватного ведения больных на начальных этапах получения травмы, а также реабилитации больных в послеоперационном периоде (И.Г.Ханнанова и др., 2017; S. Chiriacetal, 2012; Е.Н. Michel et al, 2013; X. Navarro, 2015). Несмотря на понимание того факта, что полное восстановление всех потерянных функций при проксимальных повреждениях нервов верхних конечностей невозможно, признанным является и тот факт, что возможности улучшения результатов до конца не исчерпаны (Г.М.Ходжамурадов, 2012; Р.Ф.Масгутов, 2013; С.И.Николаев и др., 2014; М.Х.Маликов, 2017; S. Mackinnon, 2015; L. Narhausetal, 2017). В связи с этим ряд аспектов хирургического лечения высоких повреждений нервов верхней конечности, такие как невротизация по технологии «Nerve transfer» и современная концепция «From distal to proximal»,

подразумевающей восстановление нервной регуляции как можно ближе к парализованной мышце, приобрели большую актуальность (Ништ А. Ю. и др, 2018; S.K. Lee, S.W. Wolfe, 2012; R. Kaiser et al, 2014; J.Isaacs, A. R. Cochran, 2019). Все вышеизложенное свидетельствует об актуальности проблемы хирургического лечения проксимальных повреждений нервов верхних конечностей, требующее дальнейшего проведения научных исследований для решения имеющихся на сегодняшний день вопросов.

Эта работа дополнит современные представления о проксимальных повреждениях нервов верхних конечностей и рассмотрит конечные результаты ведения данной категории пациентов.

Цель исследования. Улучшить результаты хирургического лечения высоких (проксимальных) повреждений нервов верхних конечностей.

Задачи исследования:

1. Изучить частоту, структуру и степень функциональных нарушений при высоких повреждениях нервных стволов;
2. Определить показания и разработать оптимальную хирургическую тактику при различных повреждениях нервных стволов на проксимальных уровнях;
3. Усовершенствовать тактику хирургического лечения высоких (проксимальных) повреждений нервов верхних конечностей;
4. Изучить отдаленные результаты хирургического лечения высоких (проксимальных) повреждений нервов верхних конечностей.

Научная новизна. Оценена динамика поступления больных с проксимальными повреждениями, соотношение их относительно общего количества больных с дистальными повреждениями нервов верхних конечностей. Приведена степень тяжести повреждений нервов, а также соседних структур среди обратившихся больных.

Впервые дана статистика и структура повреждений у больных с повреждениями нервных стволов на проксимальном уровне, определена

степень потери трудоспособности и, в зависимости от этого больные распределены на клинические группы.

Для каждой клинической группы разработаны оптимальные хирургические подходы с учетом прогностических факторов, усовершенствованы реконструктивные операции. Разработаны новые способы реконструктивных операций при проксимальных (высоких) повреждениях нервов верхних конечностей.

Изучены и анализированы результаты разработанной хирургической тактики и новых способов оперативных вмешательств при высоких (проксимальных) повреждениях нервов верхних конечностей.

Теоретическая значимость исследования. Теоретическая значимость работы заключается в том, что проксимальные повреждения нервов верхней конечности, при применении прежней тактики хирургического ведения, практически во всех случаях приводят к полной потере трудоспособности в данной конечности у больного.

Определенные критерии диагностики уровня поражения и их информативность теоретически способствуют улучшению результатов своевременного выявления и лечения проксимальных повреждений нервов верхних конечностей.

Усовершенствованная техника хирургического лечения пациентов с переключением дистального участка на другие отделы нервной системы, поможет снизить время прорастания аксонов и улучшить отдалённые результаты ведения таких больных.

Совершенствованные комплексные методы послеоперационной реабилитации и профилактики осложнений после хирургического вмешательства обладают большой теоретической значимостью при рассматриваемых патологиях.

Практическая значимость. Внедрение новых неинвазивных способов диагностики повреждений нервов позволяет улучшить диагностику повреждений нервов верхних конечностей.

Разработанная тактика хирургического лечения проксимальных (высоких) повреждений нервов верхних конечностей позволяет оптимизировать и стандартизировать подходы при различных клинических ситуациях.

Оптимизация лечения больных с проксимальными (высокими) повреждениями нервов верхних конечностей способствует сокращению длительности лечения и периода нетрудоспособности больных, значительно улучшая качество жизни пострадавших.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Повреждения нервных стволов на проксимальных уровнях верхней конечности встречаются достаточно часто и составляют около половины (45,2%) всех случаев повреждений нервов верхних конечностей. В преимущественном большинстве случаев (74,6%) эти больные обращаются в специализированное учреждение в плановом порядке в различные сроки после получения травмы.

2. Выбор оптимального метода хирургического лечения повреждений нервных стволов верхней конечности на проксимальном уровне, в основном, зависит от срока после травмы, сочетанности повреждения нервных стволов и возраста больного.

3. С целью сокращения длительности периода реабилитации больных и скорейшего достижения наиболее возможного улучшения функции верхней конечности при проксимальных повреждениях нервов верхней конечности целесообразно применение альтернативных методов реконструкции (невротизация или перемещение нерва, сухожильно-мышечная транспозиция).

4. Результаты даже самого оптимального варианта реконструкции поврежденных нервов на проксимальных уровнях верхней конечности в экстренном порядке остаются не вполне удовлетворительными, достигая менее 90% положительных отдаленных результатов.

5. Альтернативные методы реконструкции при проксимальных повреждениях нервов верхних конечностей у больных с плохим прогнозом получения функциональных результатов позволили достичь значительного улучшения утраченных функций верхней конечности даже в тех случаях, когда повреждения нервов считались застарелыми.

Внедрение результатов исследования в практику

Результаты проделанной работы внедрены в практику хирургического отделения ГУ «Республиканский научный центр сердечно-сосудистой хирургии» г. Душанбе. Теоретические и практические основы, результаты внедрены и используются в учебно-методическом процессе и работе кафедры хирургических болезней № 2 ГОУ ТГМУ имени Абуали ибни Сино.

Достижения и основные принципы разработанного алгоритма, показания к выбору способов реконструкции, усовершенствования и модификации различного рода реконструктивных операций параллельно апробированы в практике работы ортопедо-травматологических подразделений Республиканского медицинского центра «Шифобахш», отделения восстановительной хирургии, отделения реконструктивной и пластической микрохирургии ГУ «Республиканский научный центр сердечно-сосудистой хирургии».

Степень достоверности. Достоверность результатов диссертационного исследования, основных положений, выносимых на защиту, заключения и практические их применения определяется достаточным количеством клинического материала, использования современных и информативных методов исследования, критического анализа полученных данных и статистической их обработки с позицией доказательной медицины. Основные научные результаты диссертации в виде оригинальных научных исследований прошли слепое рецензирование и опубликованы в рецензируемые научные издания, что также свидетельствует о достоверности и новизне полученных данных.

Апробация результатов исследования. Результаты работы в виде выступлений, постерных докладов и тезисов были представлены на: конгрессе кардиологов и терапевтов стран Азии и Содружества независимых государств «Актуальные проблемы сердечно-сосудистых и соматических заболеваний» (Душанбе, 2019), Международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов ГОУ «ТГМУ им. Абуали ибни Сино» (Душанбе, 2019-2021), II съезде врачей Республики Таджикистан «Современные принципы профилактики, диагностики и лечения соматических заболеваний» (Душанбе, 2019), годичной научно-практической конференции ГОУ «ТГМУ им. Абуали ибни Сино» (Душанбе, 2017-2018).

Личный вклад диссертанта. Автор самостоятельно собрал и обобщил весь клинический материал, после статистической обработки данных представил все данные в виде самостоятельной диссертационной работы. Все идейные новшества были реализованы при работе с собственным клиническим материалом и внедрены по ходу написания работы.

Подавляющее большинство технических усовершенствований были им адаптированы к ранее практикуемым аналогам, которые рутинно применялись при любых видах повреждений нервов. Диссертант самостоятельно выполнил около 30% представленных в диссертации операций. Во многих остальных случаях как минимум ассистировал и давал рекомендации по ходу их выполнения.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликованы 14 научных работ, среди них 6 в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации. Получен 1 патент на изобретение (Патент РТ № TJ 1151 от 02.03.2020 г.).

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 146 страницах компьютерного текста. Состоит из введения, обзора литературы, клинической характеристики материала и методов исследования, 2 глав собственных исследований, обсуждения, заключения и списка литературы,

состоящего из 74 русскоязычных, 114 иностранных источников. Работа содержит 18 таблиц и 27 рисунков.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ НЕРВНЫХ СТВОЛОВ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ НА ПРОКСИМАЛЬНЫХ УРОВНЯХ

1.1. Эпидемиология и нерешенные вопросы лечения повреждения нервных стволов верхних конечностей

Верхняя конечность является наиважнейшим органом труда человека, которая выполняет больше 80% всех наиболее важных трудовых функций человеческого организма [43, 169]. Это способствует тому, что именно верхние конечности часто подвергаются травматизму, среди которых важным являются повреждения нервных стволов. Согласно современным статистическим данным, повреждения верхних конечностей составляют от 1 до 10% от общего объёма травматизма в современном мире [6, 45, 116]. До 70% всех травм опорно-двигательного аппарата приходится именно на верхние конечности [12, 35, 57]. При этом повреждения периферических нервов конечностей отличаются высокой степенью развития инвалидности, достигающей 27-78% [9, 46].

Повреждения периферических нервов являются одним из самых тяжёлых травм, которые ведут к длительной нетрудоспособности или даже инвалидизации, как правило, самого трудоспособного возраста населения 25-45 лет [36, 127, 155]. У этих пострадавших возникает выраженная социальная дезадаптация и значительное снижение качества жизни на длительный период, а порой и на всю жизнь [135, 147].

Вместе с тем, эти повреждения встречаются достаточно часто, составляя от 1,5 до 2,4% всех травм [4, 36, 138]. Согласно данным статистики ежегодно в Российской Федерации по поводу повреждений периферических нервов оперируются от четырёх до семи тысяч человек [17, 46, 100].

Другие авторы отмечают, что травмы нервов верхних конечностей составляют от 1 до 10% всех случаев общего травматизма. А при дорожно-транспортных происшествиях или производственных травмах от различных станков частота травмы нервов верхних конечностей возрастает до 20%, при этом около 60% пострадавших остаются инвалидами со стойкой утратой трудоспособности [6, 38, 152]. Согласно сделанному А.Ю. Ништ с соавт. (2018) обзору современной литературы по вопросам альтернативных способов хирургического лечения повреждений нервов, повреждения верхних конечностей составляют до 70% от всех травм, около половина (30,8-57% случаев) которых относятся к различным повреждениям периферических нервов [39, 47, 163].

По данным ВОЗ интенсификация производства и бурное развитие транспорта обуславливают рост травмы нервов на 2% в год, и эта проблема стала приобретать не только большое медицинское, но и огромное социальное значение в связи с большой распространённостью, а также тяжестью медицинских и социальных последствий [35, 49, 165].

Считается, что повреждения периферических нервов остаются одной из значимых и очень трудно излечимых травм, а высокие повреждения срединного нерва часто встречаются, в так называемом, комплексном регионарном болевом синдроме [36, 69, 153]. Наряду с вышесказанным, довольно высока частота сопутствующих поражений других структур верхних конечностей у данной категории больных. Более чем в пятой части случаев отмечается сочетанное повреждение сухожилий, в 15% травмирование крупных сосудов, около четверти случаев сочетаются с переломами трубчатых костей [17]. Однако даже при своевременном корректном оказании медицинской помощи частичное восстановление функции поражённой конечности происходит после продолжительного периода реабилитации, в сроки от одного до десяти лет. Полного же восстановления не наступает почти никогда [15, 50, 59]. Кроме функциональной несостоятельности верхней конечности у таких больных

отмечается снижение качества жизни ещё и за счёт нередкого болевого синдрома, похолодания конечности, а также чувства неполноценности, развивающегося в течение 6 месяцев после травмы [51, 82, 139]. Причиной отсутствия чувствительности к теплу современные исследователи считают патологическое влияние боли, при этом степень выраженности нарушений температурной чувствительности находится в прямой зависимости от степени выраженности боли по шкале McGill, а также от времени с момента получения травмы [53, 86, 128].

Большинство пациентов с повреждениями нервов верхних конечностей испытывают посттравматическое шоковое состояние, особенно выраженное у лиц женского пола и при политравмах [54, 99, 119].

Особую актуальность проблеме повреждений нервных стволов и других структур, расположенных в верхних конечностях, придаёт увеличение частоты вооружённых конфликтов по всему миру, террористических актов, свободное распространение огнестрельного оружия во многих странах [10, 11, 114, 170].

Несмотря на тот факт, что дистальные повреждения нервов (в том числе на уровне предплечья и кисти) являются наиболее частыми среди травм конечностей в мирное время [5, 60, 120], проксимальные повреждения нервных стволов верхних конечностей, как правило, характеризуются большей тяжестью, более высоким уровнем выпадения функций, а также меньшей эффективностью различных лечебных манипуляций.

Существует мнение о застарелости повреждений нервных стволов на дистальном уровне верхней конечности, которая, в основном, определяется фактором времени [36, 85, 129].

Надежды на применение различных методик аутонейропластики в случаях с высокими повреждениями не оправдывают себя. При имплантации в место повреждения собственный участок нерва ведёт себя по большей части как нерв дистальной области, а не как проксимальной, что ведёт за собой непоправимые последствия. Пересаженный аутооттрансплантат начинает

испытывать те же дегенеративные изменения что и дистальные отрезки периферических нервов, что подтверждается результатами многочисленных исследований, в том числе и на экспериментальном материале. Проблема восстановления кровоснабжения пересаженных участков, несоответствие пучковых паттернов отрезков нерва и трансплантата, проблема наличия двух зон швов, а также дополнительные трудности, возникающие при проведении аутонейропластических операций, по большей части делают эту методику неэффективной при проксимальных повреждениях нервов верхних конечностей. Это подтверждают исследования функциональных результатов: у трети пациентов с дефектами до 5 сантиметров, и у двух третей с протяжённостью дефекта от пяти до десяти сантиметров эффект от аутонервной пластики отсутствует. Данный материал подтверждает возможность применения этих операций лишь в крайних случаях, да и то с минимальным ожиданием положительных сдвигов [64, 140, 166].

Высокую частоту в последние десятилетия приобрели повреждения плечевого сплетения из-за увеличения доли контактных видов спорта в современном обществе, а также снижением механизации труда и увеличении доли представителей таких профессий как грузчики и т.п., при которых большая нагрузка оказывается на проксимальные отделы верхних конечностей [61, 92, 154]. Увеличивается также доля повреждений плечевого сплетения и в детском возрасте. Так, исследование частоты встречаемости данной локализации повреждения у лиц детского возраста с политравмами показало 0,1% данной локализации поражения [95, 167].

Общепризнанным остаётся тот факт, что больным с повреждениями нервных стволов в большинстве случаев не оказывается достаточной помощи, причём это касается всех уровней медицинской помощи, начиная от диагностических мероприятий и заканчивая вопросом лечения [6, 66, 157]. Так, доля проведения фасциотомий при острых травматических воздействиях, когда это необходимо, достигает незначительных цифр, в то время как излишняя отёчность мышечной ткани при травмах способна

привести к сдавлению как сосудов, так и нервов конечности, что неудовлетворительно сказывается на долгосрочных показателях трудоспособности [70, 114].

Довольно часто отмечается развитие посттравматической невропатии у больных с переломами плечевой кости. Так, согласно данным [8, 71, 124] частота развития данной патологии плечевого нерва варьирует от 3 до 19 %, в зависимости от степени повреждения. При этом данный вид патологии развивается реже при поражении верхней трети диафиза, чаще возникая при переломах нижней средней трети. Неудовлетворительные результаты отмечаются у данной группы больных с более чем пятой частью случаев, двигательные и чувствительные расстройства встречаются почти в половине случаев диафизарных переломов плечевой кости при оказании помощи на первичных этапах медицинского вмешательства. Сами диафизарные переломы составляют от 2 до 3% общего количества переломов человеческого скелета. Основную массу больных с диафизарными переломами плечевой кости составляют лица молодого трудоспособного возраста, что ещё более усугубляет социальную сторону вопроса. Часто при данной локализации переломов повреждаются лучевой и локтевой нервы. Но даже если нерв не травмирован непосредственно при самом переломе, довольно велика вероятность его ятрогенного повреждения при проведении чрезкостного остеосинтеза спицами [32, 72, 142]. Возможно также сдавление нервов металлоконструкциями.

Определённую трудность представляют и невромы, разрастающиеся в месте повреждений, представляющие собой опухолеподобные компоненты, вызванные регенеративным разрастанием нервных волокон в зоне повреждения [7, 73, 130].

Данные современных исследований показывают высокую частоту интраоперационных ошибок, ятрогенных повреждений нервов, а также диагностических ошибок на ранних этапах, приводящих к обращению в сроки, когда эффективность от лечения минимальна, определяют

актуальность совершенствования методов ведения больных с повреждениями нервов верхних конечностей [9, 74]. Так, причиной развития ятрогенных повреждений может служить неправильное положение больного в ходе выполнения оперативного вмешательства, особенно при использовании местного наркоза [84]. Особому риску подвергаются больные с сахарным диабетом, курящие лица, крайне истощённые либо же наоборот, лица с чрезмерной массой тела, а также больные, оперативные вмешательства у которых проходят более 4 часов, так как при этом нарушается питание всех структур организма, в том числе и нервов. Кроме того, возможно повреждение нервов при неправильном проведении блокады [91, 113]. В литературе описываются также ситуации, когда при проведении робото-ассистируемой операции по удалению доли щитовидной железы, задевались доли плечевого сплетения, отвечающие за проведение нервного импульса к локтевому нерву [93, 94]. Опасность вызывает выбор трансаксиллярного доступа для проведения долевой тиреоидэктомии.

Довольно часто отмечается повреждение задней порции межкостного нерва при реконструктивно-пластических операциях на повреждённой дельтовидной мышце [134]. Дополнительные трудности в диагностике и лечении данных повреждений заключаются в том, что при данной локализации повреждения клинические проявления отмечаются лишь по прохождению 3-5 месяцев после выполнения операции.

Кроме того, неудовлетворительным результатам ведения больных с повреждениями периферических нервов способствует частое развитие ишемии нервов, фиброза, а также образования регенерационной разновидности невром [13, 40].

Большую проблему также представляют «туннельные синдромы», возникающие при сдавлении нервного ствола различными анатомическими структурами, окружающими нерв. Этот вид заболевания составляет более половины от общей патологии периферических нервов, и часто является

последствием изменения анатомического взаимоотношения после получения травмы [18].

Чрезмыщелковые переломы в дистальном отделе плечевой кости – наиболее часто встречающийся вид переломов у детей. Довольно часто при лечении таких переломов проводится обычная фиксация конечности, без проверки соответствующих нервов и сосудов, что является ошибкой, приводящей к довольно серьёзным последствиям [24].

Некоторый интерес представляют так называемые сдавления в виде песочных часов, этиология которых в настоящее время не до конца изучена. Данный вид сдавления характеризуется повышенным болезненным синдромом, а также атрофичностью мышц верхней конечности [112]. Несмотря на то, что предполагается аутоиммунный характер развития сдавления на подобие песочных часов, основной метод лечения данного патологического состояния – невролиз нерва. Однако результаты невролиза оставляют желать лучшего, ввиду чего требуется совершенствование подхода к лечению таких больных.

1.2. Современные подходы в лечении проксимальных повреждений нервных стволов

Современные представления о реакции нервной ткани на воздействие травматического агента базируются на феномене «спраутинга» [39, 48, 187]. Данный термин произошёл от английского слова «sprouting» означающего разрастание. При повреждении основного ствола нерва, организм реагирует попыткой восстановления проходимости импульса за счёт спонтанного разрастания новых ветвей от дендритов и аксонов [13,144,171]. При этом центральный и периферический отделы повреждённого нерва имеют различную ответную реакцию на травматическое воздействие [52, 136, 174]. Существует такое понятие как уоллеровская регенерация, при которой

восстановление нервных волокон происходит в малых количествах по центральному участку, и в полном объёме по периферии. Запускающим уоллеровскую регенерацию фактором служит повреждение перикариона, и, как следствие, массовое разрушение осевых цилиндров с параллельным распадом миелина. В дальнейшем происходит захват полуразрушенных цилиндров и миелина макрофагами, и в небольших количествах швановскими клетками, которые образуют основное направление для последующего роста новых нервных ветвей центральной части аксона – так называемые бюнгеровские ленты. В случае нормального течения регенеративных процессов в повреждённом нерве восстановление аксонального транспорта происходит в течение трёх суток после повреждения с полным возобновлением в сроки до двух недель. При этом скорость роста аксонов до прохождения через место травмы составляет 0,25 миллиметров, а после прохождения повышается до трёх миллиметров в сутки.

Как отмечают Б.Ш. Минасов с соавт. (2006), современный темп и стиль жизни человека требуют использования таких методов лечения, которые бы максимально сократили длительность нетрудоспособности и обеспечивали скорейшую бытовую, социальную и профессиональную реинтеграцию больных (пострадавших) [35, 55, 166].

О том, что для определения тактики лечения больных с высоким повреждением нервов верхних конечностей необходимо учитывать множество факторов, и то, что этот вопрос по сей день вызывает широкую дискуссию среди специалистов, занимающихся данной патологией, отмечают практически все авторы [6, 38, 56].

Одним из существенных таких факторов, который раньше считали практически невозможным изменить, это время, в течение которого регенерирующие аксоны могут достигать денервированную мышцу. Это время, в основном, зависит от уровня повреждения нервного ствола, который практически остается постоянным. Однако сегодня стало возможным

значительно сократить длительность времени, необходимого для реиннервации мышц путем транспозиции нерва в непосредственной близости от парализованной мышцы.

Нервная ткань довольно чувствительна к любым видам воздействий. Патологическое снижение проводимости импульса происходит как под воздействием инородного тела, так и при сдавлении гематомами, отёчными элементами, окружающими нерв структурами [25, 60, 154]. Даже кратковременное воздействие компрессионного фактора способно вызвать блокаду нерва с дальнейшей димиелинизацией и атрофией.

Имеются данные, свидетельствующие о том, что за рост повреждённого нерва отвечают не местные структуры, а нейроны, расположенные в спинном мозге [15, 36, 168]. Не получая стимуляции от периферических рецепторов, спинной мозг перестаёт стимулировать клетки повреждённых нервных стволов к делению как нефункционирующие, и, соответственно, не нужные для нормальной активности, в результате чего происходит почти полная остановка роста аксонов и дендритов в месте повреждения.

Целый ряд исследований, касающихся структуры нервов верхней конечности, в большей степени проксимального отдела, провела М.А. Затолокина [19, 20, 21, 22]. Изучая гистологическое строение лучевого нерва в средней трети плеча (в области, где происходит наиболее частое повреждение лучевого нерва при переломах плечевой кости), автор обнаружила следующие важные гистологические особенности [19, 61, 140]:

- лучевой нерв в данной области имеет двухпучковое строение;
- в свою очередь эти пучки состоят из вторичных пучков, покрытых периневриальной соединительной тканью;
- лучевой нерв левой верхней конечности в данной анатомической области значительно отличается от такового на правой стороне более толстой

манжетой первичного периневрального пучка, отмечается билатеральная асимметрия.

Выделяют три вида повреждений нервов верхних конечностей по отношению к аксону [9,155,173]:

- невротмезис - полный либо частичный перерыв нерва;
- аксонотмезис - перерыв нескольких осевых цилиндров с сохранением целостности эпиневрия, возникающий в случаях компрессионного воздействия либо же перерастяжении нерва;
- невропраксия - поражения на микроскопическом уровне с сохранением осевых цилиндров, фокальной димиелинизацией с временными нарушениями проводимости по нервам.

В зависимости от принадлежности к какому-либо из вышеописанных видов отмечается та или иная клиническая картина, выбирается тот или иной метод лечения.

При проведении хирургических операций следует быть готовым к аномалиям расположения нервов конечностей. Так, имеются сообщения о довольно частом аномальном расположении срединного нерва верхней конечности [23, 66, 129].

Диагностика уровней поражения нервных стволов, степени повреждения, а также повреждений соседствующих анатомических структур – вот основные задачи использования основных и дополнительных методик исследования у больных с повреждениями нервов верхних конечностей [26, 29, 150].

Несмотря на всю ценность инструментальных методов диагностики, не следует принижать важность мануального исследования у больных с повреждениями нервов верхних конечностей [27, 28, 37]. При этой методике оценивается степень сокращения отдельных мышц конечности, либо же их сухожилий. Существует несколько методик мануальной оценки

сократимости мышц и проводимости нервов, их иннервирующих, однако на современном этапе развития неврологии и медицины наиболее часто используемой является методика M0-M5 BMRC (British Medical Research Council grading system) [6, 38, 76]. При использовании данной шкалы применяются следующие сокращения с последующими обозначениями:

M0 – сокращение мышцы не отмечается;

M1 – при пальпации и визуальном наблюдении отмечается определённая сократительная активность мышцы, в то же время двигательной активности в суставе нет;

M2 - исследуемая мышца участвует в двигательной активности, однако лишь при устранении гравитации данного сегмента (отведение плеча, сгибание предплечья и другие манипуляции);

M3 – отмечается движение сегмента, за которое отвечает исследуемая мышца, с преодолением силы тяжести, но не более;

M4 – отмечается движение в сегменте, даже при наличии определённого сопротивления, однако сила движения всё равно меньше, чем при нормальной деятельности;

M5 - нормальное функционирование мышцы с оптимальными силовыми показателями.

Для оценки чувствительности наиболее удобной является шкала S0-S4 (Mackinnon–Delon scale). Далее приведены обозначения и их значения, применяющиеся при использовании данной шкалы измерения чувствительности:

S0- чувствительность не отмечается;

S1 – наличие глубокой болевой чувствительности (более 4 г);

S2 – наличие поверхностной болевой чувствительности и слабой тактильной (0,6 – 2 г);

S3 – болевая и пониженная тактильная чувствительность (0,16 – 0,4 г по Semmes-Weinstein Monofilament Testing, с более чем 7 мм статичной двухточечной дискриминационной пробой);

S4 – полная чувствительность (до 70 мг по Semmes-Weinstein Monofilament Testing, 2-6 мм статичная двухточечная дискриминационная проба).

Широко использовали определение дискриминационной чувствительности и определение температурной чувствительности у больных с повреждениями кисти и предплечью Н.А. Баранов и В.В. Масляков [5, 70, 120].

Большое диагностическое значение с целью определения сроков давности и степени повреждения нервного ствола имеет термометрия области иннервации. Так отмечено [2, 58, 186], что в первые сутки после повреждения либо полного перерыва нерва отмечается резкое повышение температуры в месте предполагаемой иннервации, которая может достигать трёх градусов Цельсия. По прошествии же 2-3 недель после повреждения отмечается резкое похолодание в зоне иннервации, что наиболее выражено при полном перерыве нервного ствола [44, 71, 172].

Эффективным методом оценки функционального состояния верхней конечности показал опросник DASH (альтернативное название «шкала оценки неспособности конечности»). Шкала включает 30 вопросов, касающихся нарушений функций верхней конечности. В зависимости от степени выраженности выставляются оценки, которые затем суммируются [41, 72, 167], а по сумме результатов выводится заключение о состоянии руки [73, 157, 181].

Также предлагается использовать в качестве прогностического признака такие параметры боли как интенсивность, длительность и другие [151, 183].

Другие авторы для этой цели рекомендуют использовать нейромиографию [65, 74, 182].

Большинство современных специалистов в области реконструктивной хирургии нервных стволов считают одним из важнейших этапов в цепочке манипуляций по восстановлению нервов конечностей выбор корректной

методики диагностики для определения характера, уровня и степени поражения [1, 42, 188]. Наиболее оптимальным временным промежутком для этого является дооперационный период [3, 184, 185]. С этой целью используются следующие методики диагностики:

- Электронеуромиография;
- Ультразвуковое исследование;
- Тепловизионное исследование;
- Магнитно-резонансная томография.

Интраоперационно рекомендуется использовать ультразвуковые методы исследования, а также контрастную нейрографию. Применение ультразвуковых методик исследования нервов помогает определить ход развития регенеративных процессов в стволе, а также выявить факт наличия повреждения в стволе [6, 16, 113]. Так, исследование [1], включавшее 43 пациента, относившихся к различным возрастным группам, с различной длительностью существования повреждений нервных стволов, а также локализацией последствий травм, определило высокую эффективность комплексного применения до- и интраоперационной электронеуромиографии, ультразвуковых методов исследования, а также контрастирования нервных стволов. При этом авторы считают наиболее эффективными именно ультразвуковые методы исследования, использование которых позволило значительно снизить наступление неблагоприятных эффектов.

В то же время при поражениях плечевого сплетения, а также мелких ветвей нервных стволов верхних конечностей ультразвуковая методика имеет ряд особенностей, поэтому нужно более тщательно подходить к изучению данной области [121, 142, 156].

МРТ является высокоэффективным методом диагностики, в то же время для проведения исследований на нервных стволах необходимо наличие

определённой мощности у аппарата, которая должна быть не ниже 1,5 Тл [6, 101, 130].

При повреждении плечевого сплетения на уровне T2 на МРТ отмечается уменьшение диаметра, при этом степень уменьшения напрямую зависит от тяжести поражения [176].

Значительно увеличивают информативность методики применение 3D датчиков [110]. Однако сильным сдерживающим фактором для широкого применения этой методики в ведении больных с повреждениями периферических нервов является большая стоимость [111]. Поэтому ультрасонография с высоким разрешением считается достойной альтернативной МРТ, как с экономической точки зрения, так и с точки зрения высокой информативности.

1.3. Методы реконструкции (прямая реконструкция, невротизации, сухожильно-мышечная транспозиция) нервных стволов

Главной целью проведения реконструктивных операций на нервах верхних конечностей является создание максимально благоприятных условий для восстановления проводимости по ним [1]. В отличие от других тканей человеческого организма, нервная ткань чрезвычайно чувствительна к различным воздействиям, а заживляющие процессы проходят намного медленнее [108].

В последние десятилетия все больше интерес вызывает и приобретает много сторонников вопрос невротизации. Согласно этой концепции, при проксимальных повреждениях нервов верхней конечности невротизация двигательных ветвей в непосредственной близости от парализованной мышцы позволяет эффективно использовать сравнительно небольшое число донорских аксонов, сокращает время от момента операции до реиннервации мышцы с 8–18 до 2–6 мес, предотвращая их дегенерацию. Это расширяет показания к дистальным перемещениям нервов, когда реконструктивная

операция на проксимально (высоко) поврежденных нервах выполняется спустя 6 и более месяцев после травмы. Конечно же, после такой реиннервации мышц аксонами нового донорского нерва выполнение активных контролируемых движений требует необходимого обучения пациента новому двигательному стереотипу [38]. Иначе говоря, транспозиция нерва или невротизация предназначена для того, чтобы преобразовать повреждение нерва проксимального уровня на более низкий уровень в целях предупреждения перерождения дистального участка нерва и сохранности структуры мышцы.

Подчёркивается также важность физической реабилитации больных с повреждениями периферических нервов [31].

При открытых повреждениях нервов верхних конечностей тактика предельно ясна: в случае повреждения с формированием ровных краёв по обеим сторонам разреза нерва должно проводиться микрохирургическое восстановление, в других же случаях хирургическое вмешательство должно быть отсрочено [25].

При закрытых травмах необходимость экстренного хирургического вмешательства ставится под сомнение многими авторами [25, 78]. При данном виде повреждений рекомендуется наблюдение за пациентом, так как возможно восстановление функций повреждённого нерва в отдалённые сроки. Лишь при отсутствии функционального восстановления рекомендовано проводить хирургическое лечение с выбором метода оперативного вмешательства в зависимости от ситуации.

До настоящего времени не решён вопрос, касающийся оптимального хирургического вмешательства. Специалисты расходятся в ограничении показаний к выполнению соединения «конец в конец» и использовании аутонервных трансплантатов [83]. На настоящий момент наибольшее развитие получили два вида оперативных вмешательства: переключающие операции и использование аутонервных трансплантатов [117].

Широко исследуется стимулирующее действие на регенерацию периферических нервов проведением симпатэктомии с локализацией пересечения в зависимости от уровня поражения. Уникальным с этой точки зрения является исследование М. В. Меркулов, И. О. Голубев, А. И. Крупаткин [33]. Этими авторами проведение симпатэктомии рекомендуется в комплексе с аутонервной пластикой дефекта. В результате ведения 86 больных с повреждениями срединного и локтевого нервов, было отмечено положительное влияние симпатэктомии на активацию нервной трофики, повышение нейрорегуляции, стимуляцию кровообращения в деиннервированной ткани. Отмечалось лучшее восстановление моторных и сенсорных функций нервов, нормализация температурной чувствительности поражённой конечности. Полезное действие применения симпатэктомии объясняется следующими факторами. Ткани верхних конечностей не имеют парасимпатической иннервации, иннервация тканей конечностей (как верхних, так и нижних) осуществляется за счёт взаимодействия симпатических адренергических и сенсорных пептидэргических влияний [34]. Из этих двух звеньев большую часть роли в трофики тканей играют именно пептидэргические элементы. Выделяемые ими компоненты, такие как вещество Р, кальцитонинген-родственный пептид и другие, активизируют процессы вазодилатации, повышают анаболизм. При повреждениях периферических нервов симпатических компонент иннервации конечности более стоек и чаще всего не выходит из строя, в отличие от сенсорного компонента. В основном это происходит за счёт сохранения периваскулярного пула. При выключении пептидэргического компонента во всей силе проявляются эффекты симпатической нервной системы в виде вазоконстрикции, усилении катаболизма, что несомненно приводит к ухудшению трофики и без того обеднённых питательными веществами травмированных тканей, а также к гипоксии. Всё это происходит под воздействием выделяемого симпатической нервной системой норадреналина.

Большое значение имеют повреждения плечевого сплетения, представляющего собой начальный отдел проксимальной части нервной системы конечности. При его повреждении часто перестает функционировать дельтовидная мышца [79]. При этом если другие отделы нервных стволов верхней конечности позволяют отсрочить хирургическое вмешательство, то при травмах плечевого сплетения крайне важно провести операцию в первые три месяца после получения травмы [118].

Открытым остаётся и вопрос выбора аутонервного трансплантата при продолжительных дефектах, когда использования соединения типа «конец в конец» не представляется возможным. Л.М. Сукоренко [63], не отрицая всех преимуществ аутонервной пластики при дефектах нервов верхней конечности, описывает и существенные её недостатки, к которым относит:

- побочный эффект в донорской зоне, проявляющийся в виде гипостезии, болей;
- различия в структуре нервной ткани нижней и верхней конечности;
- недостаточность материала для замещения обширных дефектов.

В качестве альтернативы автор предлагает использование животного материала (аллонеуропластику). Основным недостатком метода по-прежнему остаётся отторжение. Для снижения поражения аллонеуротрансплантата используется замораживание его и применение иммуносупрессоров.

D. L. Crouch et al. на основе исследования результатов переноса аутонерва на мышечно-костной модели определил главенствующую роль в восстановлении функций дельтовидной и малой круглой мышц передней ветви подмышечного нерва [81]. Авторы предлагают в случаях невозможности полного восстановления всех ветвей подмышечного нерва восстанавливать именно переднюю порцию, так как именно она, согласно результатам исследования, берёт на себя основную функцию в иннервации мышц верхней конечности.

Интересными являются результаты исследования [75], проведённого с участием сорока пациентов с посттравматическим параличом верхней конечности, вызванным повреждением в области плечевого сплетения ветвей C5-C7. Для восстановления разгибательных движений в локтевом суставе применялись две методики: перенос локтевого нерва либо же межрёберного нерва. Сравнение показало значительно более раннее восстановление иннервации бицепса в группе больных, которым проводилось подсоединение к локтевому нерву (23 пациента), чем в группе больных, в которой для этой цели использовались межрёберные нервы (17 пациентов). В общем и в целом восстановление утраченных функций происходило в группе локтевого нерва намного лучше, чем в группе межрёберных нервов.

Почти такого же мнения придерживается и R. Kakinoki с коллегами [87]. Отмечая меньшую сложность в выполнении, намного более редкое развитие осложнений, а также высокую частоту восстановления сгибательных движений в локтевом суставе при применении частичного использования волокон локтевого нерва при переключающих операциях, авторы в то же время отмечают худший кратковременный эффект в восстановлении сгибания пальцев у данных больных. Однако в целом специалисты, проводившие исследования согласны с мнением, что при хирургическом лечении больных с повреждениями плечевого сплетения лучше использовать именно частичное переключение волокон локтевого нерва, чем межрёберных нервов. Этой же позиции придерживаются и W. Z. Ray с коллегами [96].

Между тем, R. Garg с коллегами рекомендует для большей функциональной реабилитации конечности при повреждениях плечевого сплетения использовать волокна обоих нервных стволов [88]. В. Т. Carlsen с коллегами на основании изучения результатов лечения 55 пациентов, которым была проведена пересадка нерва с целью восстановления сгибания верхней конечности в локтевом суставе, не нашли статистически значимых

различий между пациентами, которым проводилось замещение дефекта одним либо же двумя нервными стволами [90].

Ещё одной методикой восстановления сгибательных и разгибательных движений в локтевом суставе при повреждении плечевого нерва является переключающая операция с использованием диафрагмального нерва. Применение методики подсоединения диафрагмального нерва к кожно-мышечной ветви и межрёберных нервов к трицепсной ветви лучевого нерва у семи больных в возрасте от семи до двенадцати лет показало высокую эффективность методики для восстановления сгибательных движений. Относительно разгибания результат был более скромным [141]. Несмотря на это, авторы рекомендуют применение комбинированного переключения с использованием как диафрагмального так и межрёберного нервов.

Исследование, посвящённое ведению больных неонатального возраста с повреждениями плечевого сплетения с отрывом у корней, проведённое с участием 51 младенца, показало высокую эффективность фасцикул срединного и локтевого нервов с целью восстановления функции пострадавшей верхней конечности [98].

1.4. Обзор отдалённых результатов

С точки зрения оценки результатов хирургического лечения, рекомендуется использовать три основных показателя: чувствительность кожных покровов конечности, силу движений в конечности, а также оценку восстановления конечности по DASH [144]. При этом целесообразно использовать укороченные опросники, которые более удобные по сравнению с полной версией опросника. Главное выбрать те вопросы, которые подходят конкретно для данной ситуации и у данных пациентов, чтобы оптимизировать изучаемые факторы.

Хорошие функциональные результаты при повреждениях верхнего ствола плечевого сплетения показывает применение так называемой

манипуляции Оберлина (переключение части нервных волокон локтевого нерва, к мышечно-кожной ветви), а также аутонервная пластика [180]. Более эффективным является сочетание двух методик, при которых описывается, что при использовании комбинированной методики разгибание в локтевом суставе восстанавливалось намного чаще, чем в случаях применения других методик реконструкции.

Одобрят применение методики Оберлина и Z. S. Ali с соавторами, отметившие функциональную эффективность этой операции [180].

Эффективность переключающих операций также подтверждается исследованием J. A. Bertelli, M. F. Ghizoni, проведённым в 2015 году, с участием 7 пациентов, с тяжёлыми случаями поражения проксимальных отделов нервов верхних конечностей, вплоть до хорды [80]. Авторы отмечают, что для достижения эффективности операции в функциональном плане желательно выполнять хирургические вмешательства в сроки до года от получения травмы.

M. Yang с коллегами, изучая результаты хирургического лечения повреждений срединного и локтевого нервов при травматических поражениях конечностей [89] посредством применения расщеплённых лоскутов и тубулизации, отметил следующие особенности:

- данная методика более подходит для восстановления чувствительных волокон нервов;
- срединный нерв поддаётся лучшему восстановлению, чем локтевой;
- методика тубулизации наиболее эффективна при малых дефектах.

Изучаются также различные варианты использования отдельных фасцикул срединного нерва при поражениях лучевого нерва верхней конечности. На основании изучения опыта применения данной методики у 19 пациентов с повреждениями лучевого нерва были получены смешанные результаты [123, 148]. Оптимальный уровень восстановления движений в пальцах и кисти отмечался у 12 больных, средний уровень у двух, в остальных пяти случаях улучшения были незначительными.

Пересматривается мнение и относительно применения аутонервов из других областей. Если раньше считалось, что соединение по типу «конец в конец» является наиболее благоприятным при малых дефектах (до 50 мм), то в настоящее время мнение поменялось. Так, согласно данным исследования [77], проводившихся у больных с повреждениями пальцевых нервов, применение нервных трансплантатов из других областей пациента показало себя намного эффективнее и безопаснее альтернативных методик.

Наиболее часто используемым в качестве аутонервного трансплантата является икроножный нерв. Данный вид аутооттрансплантата отличается большими возможностями для взятия продолжительных аутонервных трансплантатов, и при этом с минимальным ущербом для донорской зоны [124, 159].

В качестве альтернативы икроножному нерву при замещении дефектов нервных стволов верхней конечности предлагаются медиальный кожный нерв предплечья, латеральный кожный нерв предплечья, порции срединного нерва, кожные ветви кисти, а также дорсальная кожная ветвь локтевого нерва [78]. Предлагаются методики использования кожных нервов голени, плеча и предплечья [33]. Исследование, проведённое с включением 86 пациентов с повреждениями верхней конечности, показало высокую эффективность применения данных аутонервных трансплантатов с целью восстановления утраченных функций [78, 125].

Интересны результаты исследования, проведённого I. Ducic, R. Fu, M. L. Iorio с целью сравнения применения трёх методик восстановления периферических нервов после повреждения: первичной реконструкции с соединением концов повреждённых нервов «конец в конец», устранение дефекта тубулизированным лоскутом с нервным участком внутри, замещение аутонервным трансплантатом, а также аллотрансплантатом [97, 122]. В исследование были включены 47 пациентов с повреждениями периферических нервов. Авторы высоко оценили эффективность первых

трёх методик, оценивая результаты применения аллотрансплантатов как минимально эффективные.

Высоко оценивает применение аллотрансплантатов М. S. Cho с коллегами, на основании проведённого им исследования 71 случая восстановления нервов с использованием животного трансплантата [105, 126]. Подчёркивается безопасность их использования, отсутствие побочных явлений, а также возможность замещения дефектов протяжённостью от 5 до 50 миллиметров.

При восстановлении сухожилий и нервов рекомендуется использовать так называемые бесклеточные аллотрансплантаты, предотвращающие отторжение пересаживаемых тканей [115, 133].

Перемещения аутонервов признаётся эффективным с целью восстановления функциональной активности при повреждениях плечевого сплетения, сопровождающихся атонией мышц плеча и предплечья [102, 137].

Одним из многообещающих направлений в современной медицине является применение стволовых клеток, которые используются в настоящее время практически во всех областях медицины. Не обошла данная тенденция и хирургию нервов [13, 132]. При этом рекомендуется использовать введение в место повреждения стромальных клеток. Так, С. П. Галич, А. Ю. Фурманов, А. Ю. Дабижа описывают применение собственного липоаспирата с повышенным содержанием мезенхимальных стволовых клеток и адипоцитов в место повреждения нервов и сухожилий у восьми больных [14, 131]. При этом параллельно проводилось восстановление повреждённых анатомических структур хирургическими методами. Сроки проведения инъекций варьировали от четырёх до девяти месяцев. Авторы рекомендуют для восстановления функций поражённых конечностей данную процедуру и описывают значительные улучшения у больных в группе исследования.

Большие перспективы показывает и сочетание применения стволовых клеток с достижениями генной инженерии. Так, рассматривается возможность использования генетически модифицированных клеток (к

примеру аденовирусы) для доставки различных компонентов (такие как белковые комплексы) к швановским клеткам что бы ускорить регенерацию нервной ткани, от природы с трудом поддающейся регенерации [61, 164].

Ещё одним методом нейроинженерной стимуляции роста нервной ткани является использование специальных трубок, которые соединяют концы повреждённого ствола. Трубки заполнены специальным биологически активными веществами, которые стимулируют скорейшую регенерацию [63, 149].

Однако следует помнить, что помимо метода хирургической тактики, существует ещё целый ряд факторов, влияющих на окончательный результат лечения. К таким факторам относятся возраст, пол, время восстановления, материал, используемый для восстановления нерва, уровень повреждения нерва, протяжённость дефекта, а также длительность с момента повреждения до проведения операции [103, 104, 107].

Очень неблагоприятно на степень восстановления нервной ткани после операции влияет курение [109, 145].

Вопрос применения терапевтических манипуляций и определения показаний к ним довольно многогранен и требует отдельного обсуждения. Так, рекомендуется применение нехирургических манипуляций, направленных на стимуляцию регенеративных процессов в нервной ткани в первые месяцы после повреждения [9, 143]. Как можно более раннее вмешательство при повреждениях нервов обусловлено быстрым развитием ишемических процессов в нервной ткани при воздействии травматического агента [13, 175]. Ввиду этого, ближайшие вмешательства у таких больных должны быть направлены на улучшение трофики нервов, так как в противном случае нервная ткань отмирает, а её место занимает неспециализированная фиброзная ткань. Применение хирургического вмешательства показано при этом в случае неэффективности консервативных мероприятий в сроки от 4 до 6 месяцев [9, 158].

Многообещающей методикой улучшения проводимости по повреждённым в ходе получения травмы нервным стволам может быть лечебная электроимпульсная стимуляция (ЛЭИС) повреждённых нервов и их сплетений. Одним из исследований, в ходе которого проводилось изучение эффективности данной методики, являлась работа [4, 160], включавшая 53 пациента с различными вариантами травматической плечевой плексопатии (ТПП). Полученные авторами данные показывают наличие прямой зависимости от степени сохранения соседних нервных пучков и степени восстановления нервно-мышечной проводимости на уровне поражения.

Экспериментальные исследования на крысах показали хороший эффект применения прямой электростимуляции периферических нервов с параллельным использованием аутоотрансплантации полнослойного кожного лоскута из межлопаточной области при отсроченном соединении нервных стволов (отсроченной нейрорафии) [30, 177]. Комбинированное использование данных манипуляций позволило ускорить прорастание тканей конечности новыми микрососудами и нервами, улучшить перфузию и проведение импульса по повреждённому нерву даже при отсроченном наложении шва на него. Хороший эффект в клинических исследованиях показывает и прямая электростимуляция нервов.

Рекомендуется также применение электростимуляции спинномозговых центров регуляции роста аксонов и дендритов, а не местное применение в зоне повреждения ствола. Так как подсоединение электродов непосредственно к спинному мозгу небезопасно и труднодостижимо, игольчатые электроды подсоединяются к межкостистой связке позвоночника на уровне нейронов, регулирующих деление клеток в области поражения нервов. Сравнительное исследование показало снижение в 3-4 раза сроков реабилитации и восстановления поражённых функций у больных, которым проводилась стимуляция в области спинного мозга, по сравнению с больными, которым электростимуляция применялась местно [15, 161]. Кроме того, исследования последних лет показывают, что повреждения срединного

и локтевых нервов лучше поддаются восстановлению при повреждениях в детском возрасте, чем в случаях, когда повреждения возникают у взрослых [106, 178].

При протяжённых дефектах периферических нервов наиболее широко применяются три вида хирургического восстановления [68, 162]:

- аутоотрансплантация нерва;
- аутоотрансплантация иных тканей с целью создания направления, в котором должен регенерировать нерв;
- применение искусственных проводников, либо же ксенотрансплантатов с целью создания направления регенерации нерва.

При этом, для создания направления регенерации чаще всего используют либо подлежащие ткани с наложением специальных швов без натяжения, либо же обкладывают нерв подкожно-жировой клетчаткой на сосудистой ножке с обоих концов повреждения [67, 179].

Таким образом, приведённые данные свидетельствуют о наличии большого количества проблем в ведении больных с проксимальными повреждениями нервов верхних конечностей. Необходима разработка комплексного подхода как к диагностике, так и к лечению данной категории больных, при том не только с хирургической точки зрения, но и с точки зрения дооперационной подготовки с применением консервативных методик. Всё это обосновывает актуальность выбранной темы для данной диссертационной работы.

ГЛАВА 2. КЛИНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика клинического материала

Диссертационная работа выполнена на основании комплексной диагностики, хирургического лечения и реабилитации 189 пациентов с повреждениями нервов верхних конечностей на проксимальном уровне, госпитализированных в период 2000-2019 годы в отделениях восстановительной хирургии и реконструктивно-пластической микрохирургии ГУ РНЦССХ.

Критериями включения больных в данное исследование послужили: повреждения нервов на проксимальном уровне, приемлемые сроки реконструкции (до 12 месяцев) после травмы, доступность пациента для изучения отдаленных результатов, сроки наблюдения выше двух с половиной лет от даты операции, наличие медицинской документации, оформленной на достаточно приемлемом уровне.

Как проксимальные повреждения нервов верхней конечности мы рассматриваем повреждения нервных стволов выше отхождения двигательных ветвей к мышцам предплечья. Так для лучевого нерва это место отхождения глубокой его ветви, для срединного нерва – место отхождения переднего межкостного нерва и для локтевого нерва – место отхождения мышечных ветвей к локтевому сгибателю запястья. Повреждения выше этих уровней включали к проксимальным повреждениям нервов верхней конечности.

Большинство из пострадавших являлись лицами мужского пола – 152 (80,4%). Возраст пациентов варьировал от 1 года до 65 лет, составив в среднем $30,7 \pm 4,7$ лет (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1. – Распределение пациентов в зависимости от возраста

Как видно, среди пострадавших малолетние дети составили 16,4%, более трети пациентов были представлены возрастной группой до 10 лет, детский контингент составил более половины больных, что подчеркивает социальную значимость данных повреждений. Остальные пациенты были молодого возраста, доля пациентов старше 40 лет составила чуть более 12%. Таким образом, наши наблюдения показали, что отмечается высокая встречаемость повреждений нервов верхних конечностей у лиц активного трудоспособного возраста, что придаёт проблеме ведения таких больных в условиях Таджикистана дополнительную актуальность.

По половому признаку превалировал мужской пол, который составил $\frac{3}{4}$ общего количества пациентов. Повреждения справа ($n=128$) на 30% превышали левосторонние ($n=61$), что свидетельствует о подверженности доминантной руки травмам.

На рисунке 2.2 представлена структура повреждений нервных стволов у больных в группе исследования.

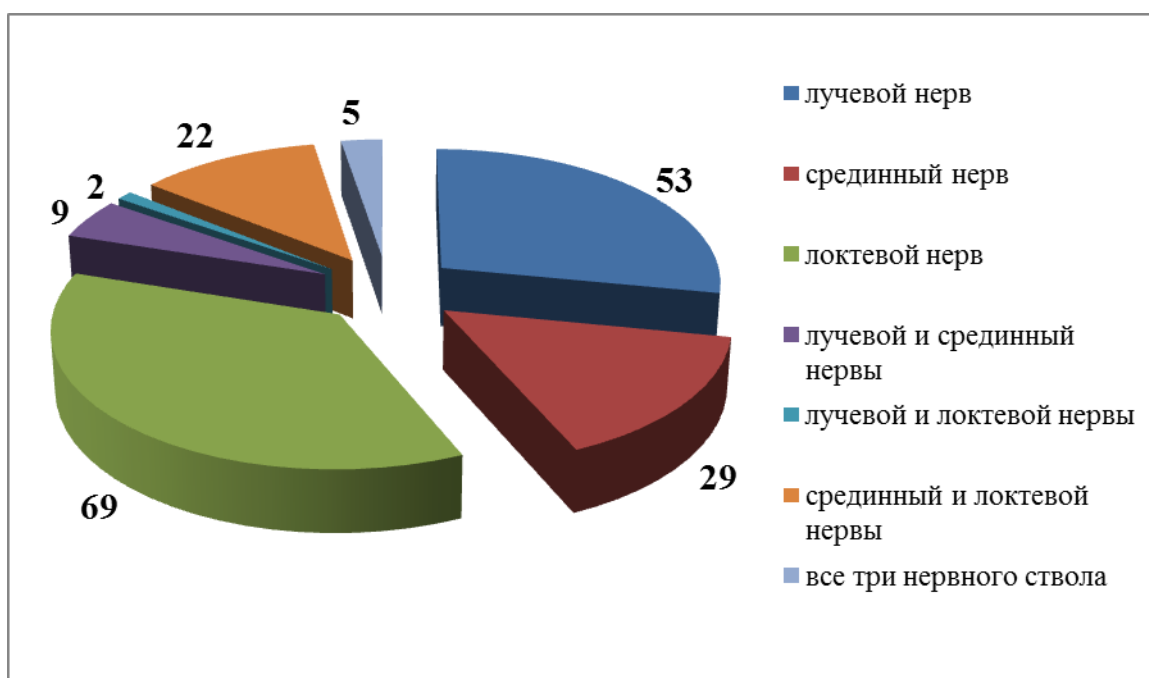


Рисунок 2.2. - Распределение больных в зависимости от локализации повреждения нервов

Как видно из приведённого рисунка, наибольшее количество случаев повреждений относилось к травмам локтевого нерва – 69 (36,5%). Второе место в структуре повреждений занимали травма лучевого нерва – 53 (28%) случая. Далее следовали изолированные повреждения срединного нерва, отмеченные в 29 (15,3%) случаях. В общей совокупности изолированные повреждения одного нерва встречались в 79,9% (151 случай). Сочетанные травмы нескольких нервов отмечались у 38 (20,1%) пациентов. Среди них значительное превалирование отмечалось в пользу сочетаний повреждений срединного и локтевого нервов – 22 (11,6%) случая.

Количество обратившихся за медицинской помощью с сочетанием повреждений лучевого и срединного нервов более чем в два раза уступало предыдущему варианту, составляя 9 (4,8%) случаев.

В 5 (2,6%) наблюдениях отмечалось поражение всех трёх основных нервных стволов проксимального отдела верхней конечности. Данные варианты представляли особо тяжёлые случаи как с точки зрения хирургического вмешательства, так и с позиции дальнейшего функционального восстановления конечности. Лишь в двух случаях (1,1%)

были обнаружены сочетанные повреждения лучевого и локтевого нервов без повреждения срединного нерва. Столь редкое сочетание объясняется противоположным расположением этих нервных стволов, относительно друг друга.

Более чем в трети случаев ($n=72$; 38,1%) повреждения нервов сопровождались сопутствующими повреждениями других структур (рисунок 2.3).

Как видно из рисунка 2.3, большая часть сопутствующих повреждений включала вовлеченность в травматический процесс сосудов – 28 (14,8%) случаев, и мышц – 21 (11,1%) наблюдений. В 19 (10,1%) случаях отмечались переломы плечевой кости, и лишь в 4 (2,1%) наблюдениях были повреждены сухожилия.

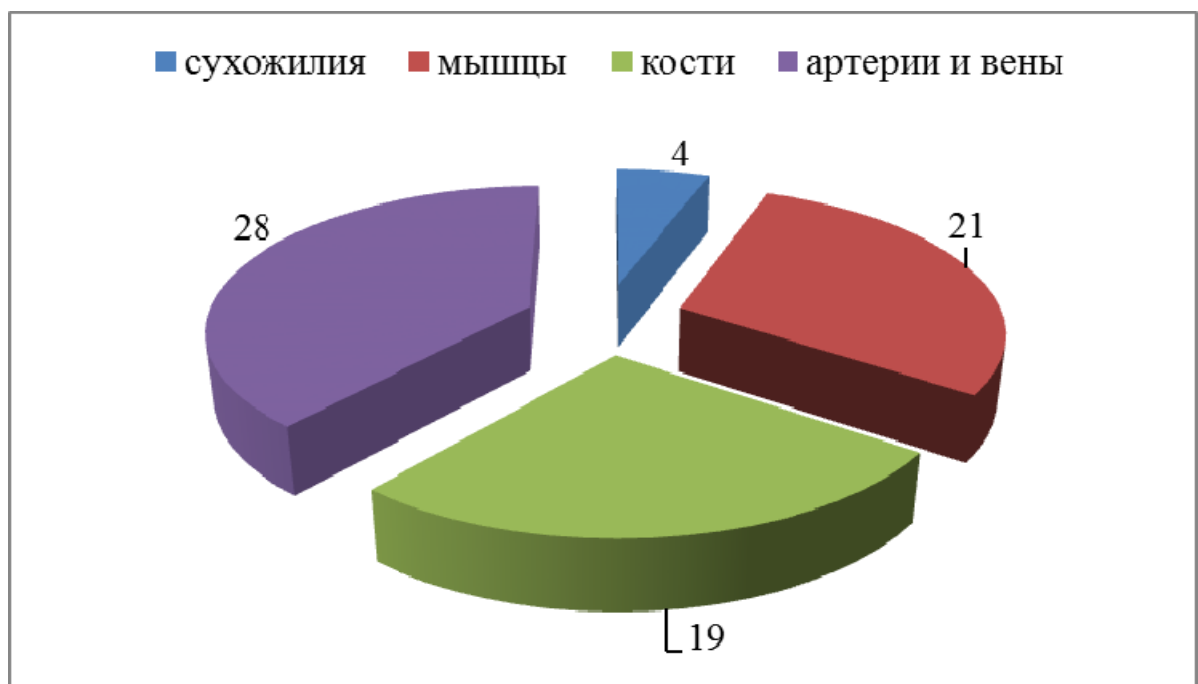


Рисунок 2.3. - Сопутствующие повреждения структур и элементов верхних конечностей

Вышеприведённые данные показывают довольно высокую частоту сопутствующего поражения сосудистого компонента, а также мышц и перелома кости, что требует комплексного ведения таких больных, с тщательной разработкой тактики.

В зависимости от методики операций все пациенты были распределены на 3 клинические группы:

I-я группа: 48 пациентов, поступивших в экстренном порядке в течение 48 часов после получения травмы, которым была выполнена первичная реконструкция нервных стволов с использованием эпинеурального шва;

II-я группа: 89 больных, поступивших в плановом порядке, которым реконструкция повреждённых нервов произведена путём аутонервной пластики;

III-я группа: 52 пострадавших, поступивших в плановом порядке, которым выполнены переключающие операции и их комбинации, в том числе предложенная автором методика.

Проксимальное повреждение нервов верхних конечностей считается, когда отмечается нарушение их целостности на II и III зонах по Ф. Неттеру (2010) (рисунок 2.4).

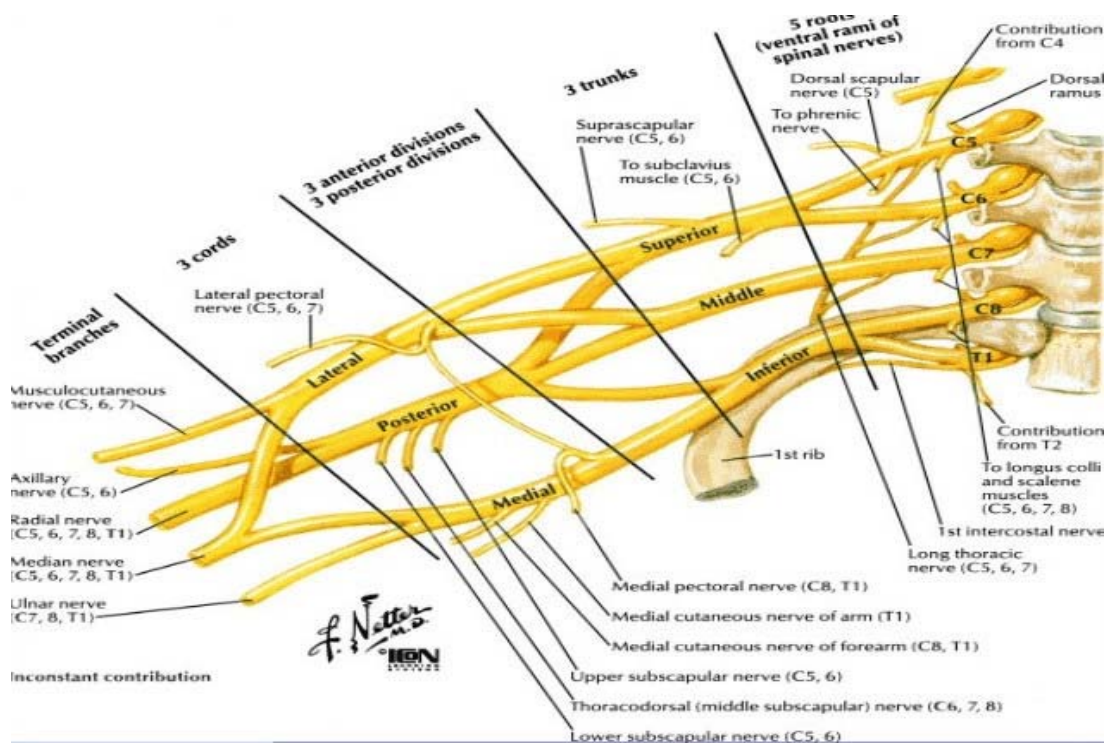


Рисунок 2.4. - Зоны повреждений при проксимальных пересечениях нервов по Ф.Неттеру

Обычно за I зону берётся промежуток от выхода нервных стволов C5 – Th1 из спинного мозга, вплоть до перехода верхней, средней и нижней ветвей в латеральную, заднюю, и медиальную. Эти поражения характеризуются самыми тяжёлыми последствиями и наибольшей трудностью в восстановлении повреждений нервов. К сожалению, при данном виде поражений отмечается полная потеря трудоспособности и чувствительности в конечности практически во всех случаях. Поэтому больные с данной локализацией поражения не были включены в исследование.

Ко II зоне относятся повреждения на промежутке непосредственно латеральной, задней, и медиальной ветвей. Такие повреждения имели место у 53 пациентов.

К III зоне относятся проксимальная часть срединного, лучевого и локтевого нервов до области выхода её ветвей и такие повреждения имели место у 136 пострадавших. На рисунке 2.5 представлено распределение больных в клинических группах по зонам локализации травмы.

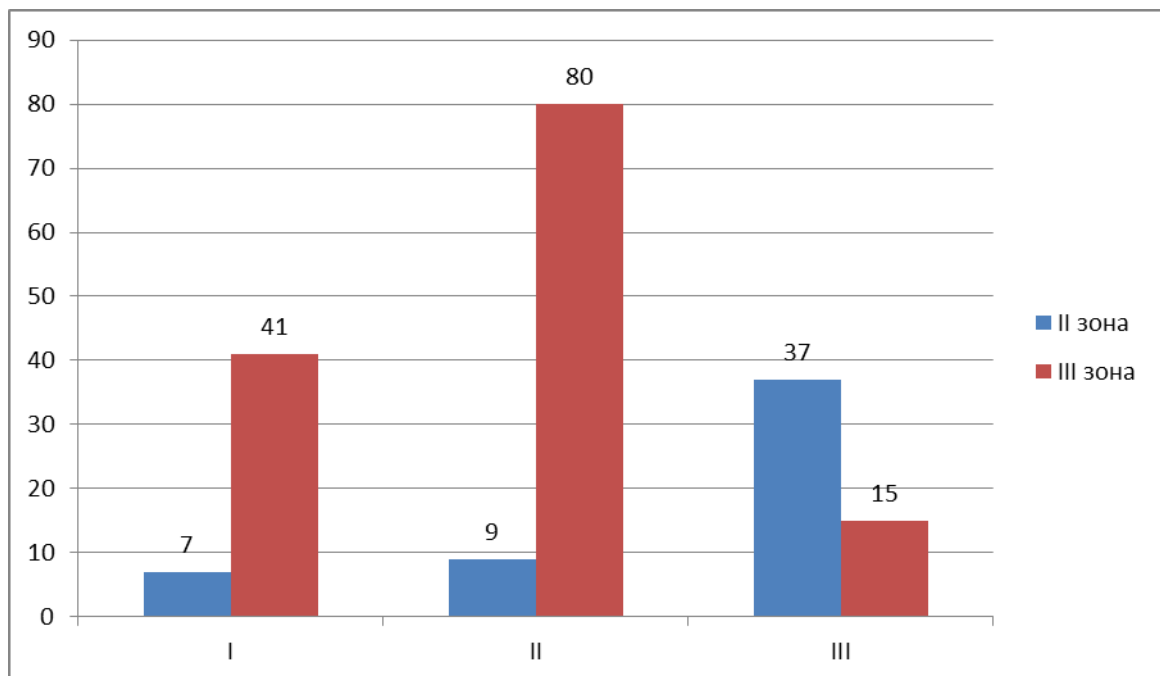


Рисунок 2.5. - Повреждения нервов по зонам в каждой из клинических групп (n=189)

Как можно видеть из данных, приведённых на рисунке 2.5, большая часть больных с высокими повреждениями (II зона) были включены в III клиническую группу, так как чем проксимальнее повреждения, тем труднее достичь восстановления всех функций. Однако стоит заметить, что больные с высокими повреждениями были в каждой группе, в том числе и при экстренном обращении.

Распределение пациентов в зависимости от поврежденных нервов представлены на таблице 2.1.

Таблица 2.1. - Распределение пациентов в зависимости от поврежденных нервов

Нерв	Группа			p
	I (n=48)	II (n=89)	III (n=52)	
Локтевой (n=96)*	13 (13,5%)	49 (51,0%)	34 (35,4%)	<0,001
Лучевой (n=67)**	25 (37,3%)	23 (34,3%)	19 (28,4%)	>0,05
Срединный (n=56)***	28 (50,0%)	21 (37,5%)	7 (12,5%)	<0,001

Примечание: * - в 24 случаях отмечалось сочетанное повреждение с 29 нервами; ** - в 11 наблюдениях отмечалось сочетанное повреждение с 16 нервами; *** - в 31 случае отмечалось сочетанное повреждение с 36 нервами; p – статистическая значимость различия показателей между группами (по критерию χ^2 для произвольных таблиц)

У 28 пострадавших отмечалось одномоментное повреждение сосудов верхних конечностей, которые не только приводили к декомпенсации кровообращения конечности, но и влияли на выбор тактики лечения пациентов (таблица 2.2).

Таблица 2.2. - Распределение пациентов в зависимости от поврежденных артерий

Артерия	Группа			p
	I (n=48)	II (n=89)	III (n=52)	
Плечевая (n=18)	12 (66,7%)	3 (16,7%)	3 (16,7%)	<0,01
Лучевая (n=7)	5 (71,4%)	1 (14,3%)	1 (14,3%)	<0,05
Локтевая (n=3)	2 (66,7%)	1 (33,3%)	-	>0,05

p – статистическая значимость различия показателей между группами (по критерию χ^2 для произвольных таблиц)

Необходимо отметить, что малая частота повреждения сосудов было обусловлено тем, что на проксимальных уровнях нервные стволы часто находятся немножко вдали от магистральных артерий конечности. Во всех случаях при декомпенсированной ишемии конечности тактика лечения была направлена на восстановление артериального кровотока с последующим восстановлением целостности нервных стволов.

Разработка хирургической тактики вмешательства в зависимости от топографо-анатомической локализации повреждения, крайне важна, так как от этого зависит выбор метода хирургического вмешательства на нервах, а также возможность поражения сопутствующих структур (артерий, сухожилий, мышц и т.д.).

Травматические факторы, которые послужили причиной повреждения нервов, чаще относились к колотым и резаным ранениям. Их доля от общего числа этиологических факторов составила чуть менее $\frac{3}{4}$ от общего числа (таблица 2.3).

Таблица 2.3. - Распределение больных по этиологии повреждений

Этиология повреждения	Группа			n	%
	I (n=48)	II (n=89)	III (n=52)		
Резаные или колото-резаные ранения	39	77	23	139	73,5
Тяжелые ранения: раздавленные, ушибленные, отрывные	9	12	21	42	22,2
Электротравма	-	-	3	3	1,6
Огнестрельные ранения	-	-	2	2	1,1
Ятрогенные повреждения и контрактура Фолькмана	-	-	3	3	1,6

Тяжёлые раздавленные ранения уже сами по себе являются показаниями к ампутации конечности. Однако в наше исследование были включены 42 пациента с такой этиологией повреждения нервов верхних

конечностей. При этом половина таких пациентов (n=21) вошла в III клиническую группу. Лица с последствиями ятрогенных повреждений, электротравм и огнестрельных ранений составили не более 4% от общего числа больных.

Что касается географического распределения пациентов, то большая часть пациентов относилась к столичному региону и к городам Республиканского подчинения. Это связано с отдалённостью других областей республики, а также с географическими препятствиями на пути обращения в специализированный столичный стационар. Кроме того, стационары Согдийской области частично обеспечены специалистами в области реконструкции повреждённых элементов верхних конечностей, поэтому очень часто первичная обработка и восстановление небольших повреждений проводится в условиях областной больницы. В последнее время такая же ситуация отмечается в стационарах Хатлонской области, где многие больные оперируются в условиях центральной больницы города Дангара, оснащённой всем необходимым. В таблице 2.4 приведено распределение больных в зависимости от места проживания.

Таблица 2.4. - Регионы поступления больных

Регион поступления	Группа			p	Всего
	I (n=48)	II (n=89)	III (n=52)		
г. Душанбе	32 (66,7%)	27 (30,3%)	9 (17,3%)	<0,001	68 (36,0%)
РРП	11 (22,9%)	24 (27,0%)	14 (26,9%)	<0,05	49 (25,9%)
Хатлонская область	4 (8,3%)	17 (19,1%)	16 (30,8%)	<0,05	37 (19,6%)
Согдийская область	1 (2,1%)	15 (16,9%)	11 (21,2%)	<0,05	27 (14,3%)
ГБАО	-	6 (6,7%)	2 (3,8%)	>0,05	8 (4,2%)

p – статистическая значимость различия показателей между группами (по критерию χ^2 для произвольных таблиц)

Можно заметить, что в экстренном порядке поступали больные в основном из столичного региона, а также из районов Республиканского

подчинения. Это связано с меньшим расстоянием к специализированным центрам. Из Горно-Бадахшанской области поступило лишь 8 больных, и ни одного в экстренном порядке.

В целом, в экстренном порядке превалировали ранения острым предметом. Больные с дефектами нервов чаще поступали в плановом порядке и с отдаленных регионов.

2.2. Методы исследования.

В данной работе применялись стандартные методы, используемые во всех научных работах, посвящённых проблемам реконструктивно-пластической хирургии (фотодокументация, сбор анамнеза и другие). В общих чертах каждый из методов исследования будет описан ниже по отдельности.

2.2.1. Рентгенография костей поврежденной конечности

Рентгенологическое исследование костей поврежденной конечности была выполнена 48 пострадавшим, поступившим в экстренном порядке. Рентгенография костей как выше, так и ниже уровня локализации полученной раны проводилось в двух проекциях и позволила констатировать факт перелома в 19 наблюдениях. Цель этого метода исследования преследовала не только констатации факта перелома, но и была направлена на определение характера и объёма повреждения костей, а также состояние костных отломков и степени их консолидации в послеоперационном периоде (рисунок 2.6).

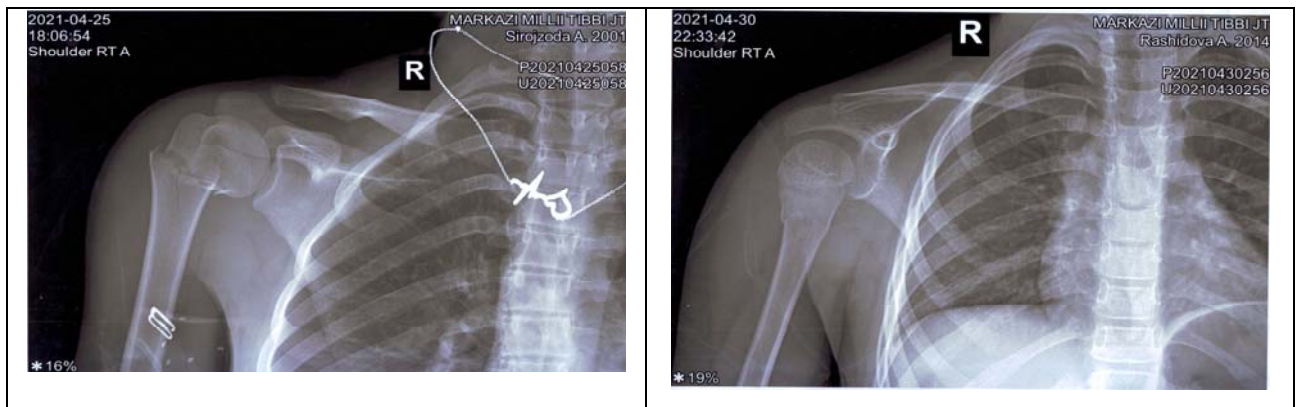


Рисунок 2.6 . – Рентгенография верхней конечности

С целью изучения динамика срастания костных отломков всем пациентам были проведены не менее двух рентгенологических исследований в сроки 2 и 4 месяцев от проведенной операции. Данный метод был проведен в лечебно-диагностическом отделении ГУ РНЦССХ (заведующий отделением Шоев Д.И.) с использованием диагностической системы DUO Diagnost Philips (Германия).

Таким образом, проведения лучевого исследования костей позволило не только определить уровень и характер переломов, но и определило тактику и очередность проведения реконструктивных операций.

2.2.2. Оценка двигательной и чувствительной функции поврежденных нервов

В работе была использована количественная характеристика оценки двигательной и чувствительной функции, разработанная Британским советом медицинских исследований (Seddon, 1972) и широко используемой в научно-исследовательских и клинических целях (таблица 2.5).

Таблица 2.5. - Оценка восстановления двигательной и чувствительной функции

<i>Оценка восстановления двигательной функции</i>	
M0	Нет сокращений
M1	Восстановление сокращений в проксимальных мышцах
M2	Восстановление сокращений в проксимальных и дистальных мышцах
M3	Восстановление сокращений в проксимальных и дистальных мышцах до той степени, в которой все важные мышцы достаточно сильные для преодоления силы тяжести
M4	То же что степень M3 и, вдобавок, все синергисты и независимые движения возможны.
M5	Полное восстановление
<i>Оценка восстановления чувствительности</i>	
S0	Отсутствие чувствительности в автономной зоне иннервации нерва
S1	Восстановление глубокой кожной чувствительности в пределах автономной зоны иннервации нерва
S2	Восстановление легкой степени поверхностной кожной болевой чувствительности в пределах автономной зоны иннервации нерва
S3	Восстановление поверхностной болевой и тактильной чувствительности по всей автономной зоне иннервации нерва с отсутствием предыдущей гиперчувствительности
S3+	Восстановление чувствительности до степени S3, а также дополнительно дискриминационной в пределах автономной зоны (7-15 мм)
S4	Полное восстановление чувствительности (дискриминационная чувствительность 2-6 мм)

Данный метод исследования позволил адекватно определить как двигательную функцию поврежденного нерва, так и степень нарушения чувствительности, тем самым позволив более точно определить уровень и локализацию поврежденного нерва. Во всех случаях у пациентов как со свежими повреждениями нервов, так и застарелыми, отмечалось существенное снижение или отсутствие как двигательной функции мышц, так и чувствительности в автономной зоне иннервации нерва поврежденной конечности. Этот метод клинического исследования, являясь экономически выгодным, выполнялся при каждом осмотре пациентов.

2.2.3. Электротермометрия

При выполнении термометрии пользовались электротермометром

ТПЗМ-1. Для этого нами применялись накожные электроды, при помощи которых производили замер температуры кожи подушечек ногтевых фаланг в автономных зонах иннервации исследуемого нерва. Исследование измерения температуры проводилось нами в помещении, где температура воздуха была не ниже 22°C. Для измерения температуры одной области уделяли времени не меньше 1 минуты. Показатели температуры на стороне повреждения сравнивали с данными контралатеральной стороны и высчитывали градиент температуры. Электротермометрия считается одним из простых и информативных объективных исследований, косвенно отражающее трофическое состояние покровных тканей, выраженное в числовых значениях. Данный метод исследования рутинно был использован всем больным, охваченным в данной работе, и результаты последовательно изложены в последующих подразделах.

2.2.4. Ультразвуковая доплерография и дуплексное ангиосканирование сосудов

Исследование кровотока по соседствующим поврежденным нервам сосудов выполняли с помощью УЗДГ и ДС на устройствах СП-100 фирмы «Medata» (Швеция) и «Миндрей» (КНР) в лечебно-диагностическом отделении ГУ РНЦССХ, д.м.н., профессором Султановым Д.Д. При этом использовали датчик с частотой излучения 5 МГц, который располагали под углом менее 45 градусов к оси исследуемого сосуда. В основном нами исследовались лучевая и локтевая артерия на предплечье, плечевая артерия и вена на уровне плеча.

С помощью данных методов исследования были изучены не только уровень повреждения сосудов, но и скорость и другие параметры кровотока по поврежденным артериям. Также были изучено состояние коллатерального кровообращения поврежденной конечности, от которого напрямую зависела степень ишемии конечности. Исследованию была подвергнута не только поврежденная конечность, но и здоровая рука для проведения

сравнительного анализа полученных данных. С помощью данных методов также были изучены характеристики кровотока в ближайшие сроки после вмешательств на сосудах с целью оценки эффективности проведенных операций, оценки степени артериального кровообращения конечности, а также проходимости аутовенозных трансплантатов или наложенной зоны сосудистого шва. В отличие от доплерографии дуплексное сканирование явилось более информативным для изучения не только показателей объемного кровотока, но и дополнительной оценки состояния мягких паравазальных структур.

Таким образом, ультразвуковые методы визуализации сосудов играли главенствующую роль не только в диагностике сочетанных повреждений сосудов, но и определяли выбор и очередность выполнения восстановительных операций.

2.2.5. Интраоперационная электростимуляция мышц

В качестве электростимулятора при проведении оперативных вмешательств на нервных стволах мы использовали временный электрокардиостимулятор ЭКС В-1, снабженный игольчатыми электродами. Величина подаваемого тока регулируется в этом приборе в пределах 0-9 Вольт, частота - в пределах 60-120 Гц. Раздражая нервный ствол во время операции, можно дать визуальную оценку сокращения иннервируемых исследуемым нервам мышц конечности. Это дает возможность выявить и сохранить двигательные пучки в невrome при неполном перерыве, отыскать необходимую двигательную нервную веточку для пересадки функционирующей мышцы.

Данный метод исследования рутинно был использован всем больным, охваченным в данной работе и результаты последовательно изложены в последующих подразделах.

2.2.6. Электронеуромиография

Метод стимуляционной ЭНМГ в клинических условиях является ценным объективным методом исследования, как перед операцией, так и в послеоперационном периоде. Электронеуромиографию выполняли при помощи миографа NeuroScreen (Toennies) производства Германии. Был использован метод стимуляционной миографии с подсчетом амплитуды вызванных потенциалов, латентного периода и скорости проведения импульса.

Для оценки состояния нервно-мышечного аппарата после его денервации и в различные периоды регенерации аксонов (период реиннервации) использовали накожные электроды. Предпочтительность использования этих электродов связана в том, что регистрируются суммарные биоэлектрические потенциалы со всех двигательных единиц, расположенных под электродами. Для этой цели пользовались стандартными биполярными электродами с регулируемым межэлектродным расстоянием. Отводящий электрод устанавливали так, что один его конец располагался над сухожильной частью мышцы, а другой – над её брюшком. При тестировании локтевого нерва вызванные мышечные потенциалы регистрировали с мышц гипотенара, короткого сгибателя большого пальца и первой тыльной межпястной мышцы, при исследовании срединного - над возвышением тенара, а для лучевого нерва – мышцы общего разгибателя длинных пальцев или брюшка разгибателя большого пальца (рисунок 2.7).

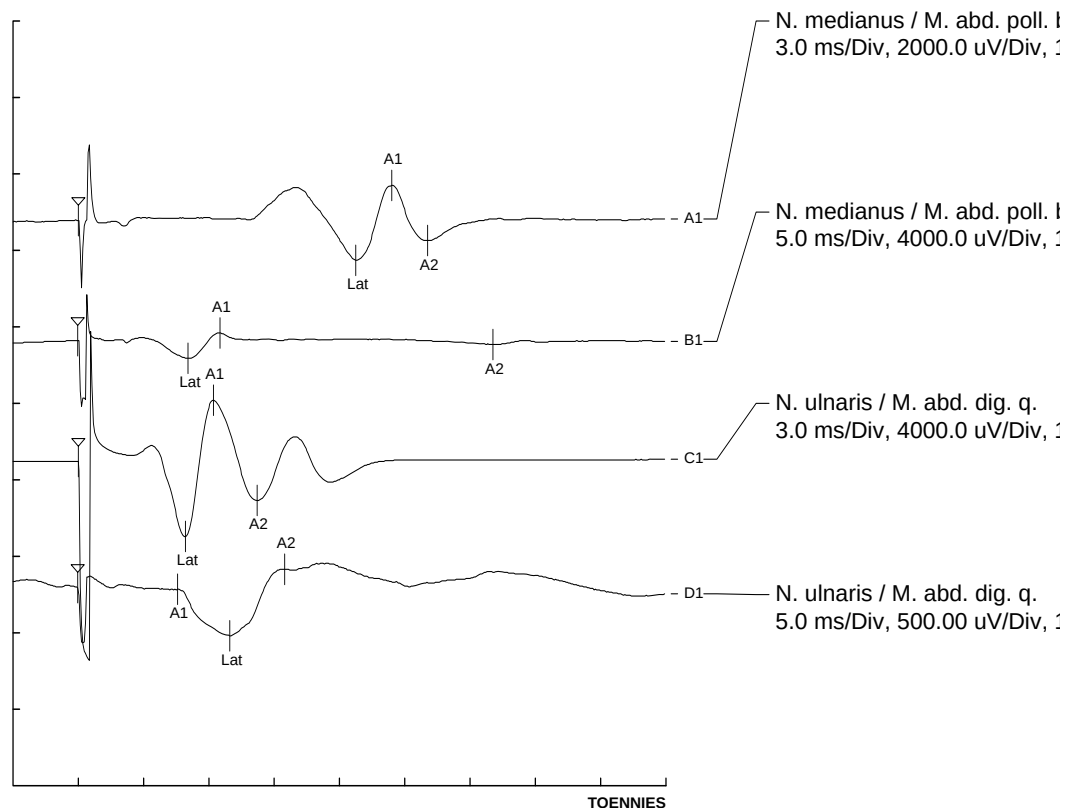


Рисунок 2.7. - Пример выполнения электронейромиографии после выполнения пластики локтевого и невролиза срединного нервов

Скорость проведения возбуждения по исследуемому нерву рассчитывали по формуле:

$$U = \frac{L}{(\text{ЛП}_1 - \text{ЛП}_2)}$$

где:

U – скорость проведения импульса по исследуемому нерву (м/с);

L – расстояние между дистальной и проксимальной точками стимуляции (м);

ЛП₁ – латентный период в проксимальной точке стимуляции (мс);

ЛП₂ – латентный период в дистальной точке стимуляции.

Отношение максимальной амплитуды вызванных потенциалов на стороне повреждения к здоровой дает представление о потере двигательных единиц. Эта величина является количественным показателем степени повреждения двигательных волокон при неполном перерыве и дает количественную характеристику реиннервационного периода.

Наиболее характерным признаком неполного повреждения и регенерации такого нерва являются показатели латентного времени. Ведь при неполном повреждении данный параметр практически не меняется. Поэтому данная разновидность исследования использовалась у всех участников в клинической группе.

Данный метод исследования рутинно был использован всем больным, охваченным в данной работе и результаты последовательно изложены в последующих подразделах.

2.2.7. Предоперационная фотографическая документация

Всем больным после ревизии и установлении анатомии повреждения выполнялись операционные снимки. Обязательным элементом было измерение истинного диастаза после освежения культей нервов с избеганием вынужденного положения конечности. При этом изучалось и по возможности выполнялось фотографирование внутripучкового строения дистального и проксимального концов нервов.

Для учета эластических свойств нервного ствола концы удерживали при помощи нитей в позиции умеренного натяжения, что важно для подсчета истинного дефекта ствола.

Интраоперационная документация включает в себя измерение истинного диастаза между концами нервов, фотографирование основных этапов операции, электродиагностика нервных стволов для поиска отдельных двигательных ветвей, полное описание/протоколирование данных, обнаруженных при тщательной ревизии зоны повреждения.

Фотографическое сравнение кисти и пальцев являются важными элементами документирования для отражения динамики восстановительных процессов. При этом обращали внимание на появление ранее утраченных двигательных результатов, а также уменьшения степени атрофии мышц возвышений большого пальца, мизинца, межпальцевых промежутков.

2.2.8. Магнитно-резонансная томография

Для уточнения диагноза в 9 случаях пациентам, поступившим в плановом порядке, была выполнена магнитно-резонансная томография. Исследования были выполнены на различных МРТ устройствах с различной разрешающей возможностью и мощностью магнитного поля от 0,3 до 1,5 Тесла.

Поскольку клиническая диагностика полного анатомического перерыва нервов верхней конечностей проста, МРТ исследования с целью дифференциальной их диагностики проводится редко. Расположение и размер невротомы, определяемый при МРТ исследовании, лишь дополняет предоперационную диагностику. В связи с доступностью других неинвазивных методов диагностики и высокой разрешающей способностью ультразвукового исследования для диагностики повреждений нервов этот метод исследования потерял свою диагностическую значимость.

Поскольку клиническая диагностика не вызывала особых затруднений, данные УЗИ и доплерографического исследования лишь дополняли клинические данные. Эти данные не подвергались количественному анализу.

2.2.9. Инструмент оценки функционального восстановления DASH

Для оценки функционального состояния конечности до и после проведения реконструктивной операции использовали методику DASH. Система DASH на сегодняшний день является общепринятой для оценки качества жизни пациентов при проведении различных исследований. Она показала свою эффективность и при обследовании больных с повреждениями нервов верхней конечности на проксимальном уровне, а также при оценке отдаленных результатов реконструктивно-пластических операций, выполненных при повреждениях нервов. В основном этот метод основан на получении ответов на 10 простых вопросов, которые касаются выполнения обычных привычных бытовых действий с участием верхней конечности. Далее результаты обрабатывались математически. Результаты оценивались

по 100-балльной шкале: от 0 (полная трудоспособность) до 100 (полная потеря трудоспособности). Согласно данным литературы, разница степени потери трудоспособности в до- и послеоперационном периоде на 10 пунктов признается статистически существенной и достоверной.

В таблице 2.6 приведены вопросы, которые задавались больным в группах исследования.

Таблица 2.6. - Вопросы к пациентам для оценки функции верхней конечности

№	Вопрос	Степень трудности от 1 до 5				
1.	Открытие плотно закрытой крышки с резьбовой крышкой					
2.	Мытьё стен, полов и другие тяжёлые дела по дому					
3.	Ношение портфеля или хозяйственной сумки					
4.	Мытьё спины					
5.	Резание ножом пищевых продуктов					
6.	Подметание, работа молотком и другие действия, требующие некоторого приложения силы					
7.	Оценка роли ограничения функции конечности, обусловленной полученной травмой, в домашних условиях					
8.	Оценка роли ограничения функции конечности, обусловленной полученной травмой, на рабочем месте в течение последней недели					
9.	Боль в плече, предплечье, кисти					
10.	Покалывание в руке, плече и кисти					

После заполнения таблицы сумма баллов рассчитывается арифметически и вносится в формулу: $(\text{сумма } n \text{ ответов}/10) - 1) \times 25$ ($(\sum n/10)-1) \times 25$). Например, в случае, если сумма баллов составила 40, после применения формулы получается цифра 75. Это означает, что общая потеря трудоспособности составляет 75%.

2.3. Статистические методы, использованные при обработке цифрового материала

Статистическую обработку полученных результатов проводили с применением программы статистического анализа Microsoft Excel. Количественные показатели представлены в виде $M \pm m$ и $M \pm SE$ (M – среднее значение данных в исследуемой группе; m – ошибка средней, SE – стандартное отклонение). Парные сравнения в количественных группах проводились по U-критерию Манна-Уитни. Качественные показатели представлены в виде абсолютного значения и их долей (%). Парные сравнения в качественных группах проводились по критерию χ^2 . Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Взаимосвязь признаков определяли с помощью корреляционного анализа по Пирсону с подсчетом коэффициента линейной корреляции (r). Корреляционную связь считали слабовыраженной при $r \leq 0,3$, умеренно выраженной при $0,3 < r < 0,5$, значительной при $0,5 < r < 0,7$, сильно выраженной при $0,7 < r < 0,9$, очень сильно выраженной при $r > 0,9$.

ГЛАВА 3. ДИАГНОСТИКА И ОПТИМИЗАЦИЯ ХИРУРГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПРИ ПРОКСИМАЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ НЕРВОВ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

3.1. Частота и структура высоких повреждений нервных стволов

Анализ частоты встречаемости повреждений нервных стволов на проксимальном уровне проводился по обращаемости пациентов в РНЦССХ в период 2000-2019 г.г. Необходимость в изучение эпидемиологии высоких повреждений нервных стволов верхних конечностей обусловлена тем, что до настоящего времени в Республике Таджикистан этот показатель остается не изученным как из-за сложности охвата пострадавших, которые получают лечения в различные хирургические стационары, так и отсутствием необходимых условий на регионарном уровне, позволяющих точно определить эти повреждения. Результаты изучения частоты и характера повреждения нервных стволов верхних конечностей на проксимальной уровне представлены на рисунке 3.1.

Как видно из представленного рисунка 3.1, показатели частоты развития повреждения НВК колебались от 15 до 28 случаев, в среднем составляя 20,9 в год. Среди 418 обратившихся пациентов в период 2000-2019 годы с повреждениями нервных стволов, их перерыв на проксимальном уровне имело место у 189 пациентов, что составило 45,2%.

Как показали результаты нашего исследования, в связи со стабилизацией криминальной обстановки в республике отмечается тенденция к значимому снижению частоты повреждения нервных стволов.

Несмотря на разработку и внедрения современных дополнительных методов исследования большую роль в правильной диагностике повреждения нервных стволов на проксимальном уровне играет клиническая диагностика, которая требует глубоких знаний по особенностям иннервации верхней конечности.

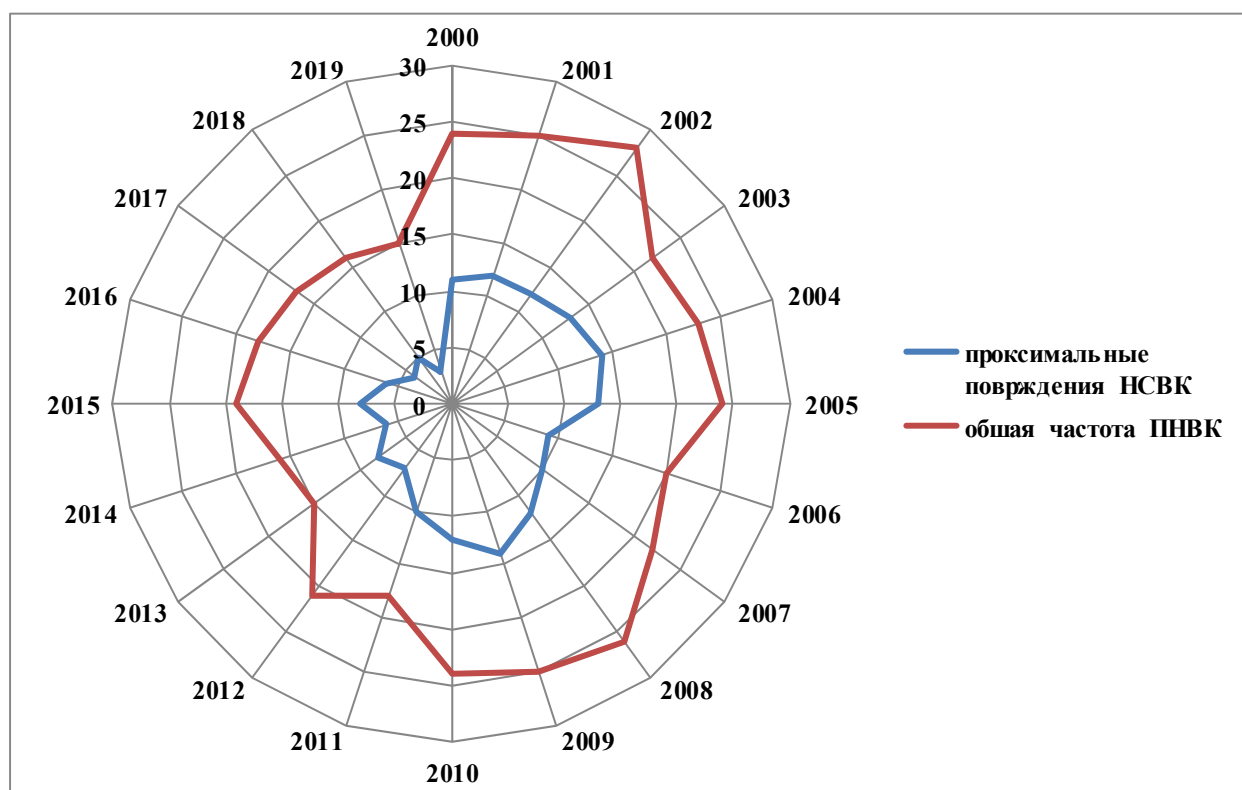


Рисунок - 3.1. Показатели частоты повреждения нервов верхних конечностей на проксимальном уровне

3.2. Результаты клинико-инструментальных методов исследования

Клиническая диагностика, направленная на определение двигательной функции и чувствительности показала, что в абсолютно большинстве случаев отмечаются тяжелые нарушения (таблица 3.1).

Характерными клиническими признаками, выявленными при обследовании пациентов, явились то, что отмечалось отсутствие всех видов чувствительности только в области автономных зон иннервируемым поврежденным нервом. При этом из-за интактности других нервных стволов в большинстве случаев у пациентов с изолированными повреждениями только одного нерва снижение чувствительности было гораздо меньше по сравнению с двигательной функцией поврежденного нерва.

Таблица 3.1. - Степень выраженности нарушений двигательной функции и чувствительности в клинических группах

	Группы пациентов, абс (%)			p
	I (n=48)	II (n=89)	III (n=52)	
Оценка степени двигательной функции				
M0	41 (97,9%)	77 (86,5%)	49 (94,2%)	>0,05
M1	7 (14,6%)	12 (13,5%)	3 (5,8%)	>0,05
M2	-	-	-	
M3	-	-	-	
M4	-	-	-	
M5	-	-	-	
Оценка степени чувствительности				
S0	45 (93,8%)	75 (84,3%)	49 (94,2%)	>0,05
S1	2 (2,1%)	13 (14,6%)	3 (5,8%)	>0,05
S2	1 (4,2%)	1 (1,1%)	-	>0,05
S3	-	-	-	
S3+	-	-	-	
S4	-	-	-	

p – статистическая значимость различия показателей между группами (по критерию χ^2 для произвольных таблиц)

Проведение термометрии поврежденной и здоровой конечности показали, что при повреждении нервных стволов отмечается существенное снижение температуры, а в случаях их сочетания с повреждениями сосудов отмечается более значительная гипотермия конечности дистальнее уровня повреждения. В таблице 3.2 представлены полученные данные касательно градиента кожной температуры на поврежденной и здоровой конечности.

Представленные данные показывают, что отмечается снижение температуры пораженной конечности до 3,5 градусов по отношению к здоровой конечности, что подтверждает факт главенствующей роли нерва в теплообмене конечности. Следует отметить, что в автономной зоне иннервации поврежденного нерва чувствительность отсутствовала и определить дискриминационную чувствительность также не представлялось возможным.

Таблица 3.2. - Показатели градиента кожной температуры поврежденной и здоровой конечностей

Поврежденный нерв	Группа					
	I (n=48)		II (n=89)		III (n=52)	
	Поврежденная сторона	Здоровая сторона	Поврежденная сторона	Здоровая сторона	Поврежденная сторона	Здоровая сторона
Срединный (n=29)	31,9±0,8*	34,6±1,3	32,1±0,9	34,2±0,9	31,8±1,4*	35,2±0,8
Лучевой (n=53)	32,7±0,9	35±0,8	33,2±1,2	35,1±0,8	31,4±1,2*	35,1±1,0
Локтевой (n=69)	32,5±1,2	35,1±1,1	33,5±0,8	35,0±1,4	31,1±0,8	34,2±0,9
Лучевой и локтевой (n=2)	32,4±0,9	34,8±1,3	32,3±1,0	34,3±1,2	32,6±0,9	34,9±1,3
Лучевой и срединный (n=9)	31,4±1,0	33,7±0,7	32,5±1,1	34,2±0,8	31,8±1,2*	35,3±1,2
Срединный и локтевой (n=22)	32,8±1,4	35,1±0,9	32,6±1,3	34,6±1,2	32,6±0,9	35,4±1,4
Лучевой, локтевой и срединный (n=5)	32,4±0,8	34,7±1,2	32,3±0,9	34,1±1,0	31,9±1,3	34,5±1,0

Примечание: * - $p < 0,05$ – статистически значимые различия показателей по сравнению с показателям здоровой кисти

Также при ЭНМГ исследовании поврежденных нервов ни СПИ, ни ДЕ определить невозможно ввиду полной денервации исследуемых мышцы и дистального отрезка пересеченного нервного ствола.

Результаты исследования поврежденных сосудов конечности показали, что травма артерий сопровождается не только нарушением кровообращения конечности, но и приводит к развитию паравазальной гематомы с имбибицией мягких тканей, которые оказывают влияние на исход лечения, так как они являются одним из факторов развития инфицирования послеоперационной раны. Результаты исследования параметров объемного кровотока поврежденной конечности приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3. – Линейная скорость кровотока в здоровой и поврежденной конечности (n=28)

Артерия	Линейная скорость кровотока		p
	поврежденная конечность	здоровая конечность	
Плечевая	23,1±4,1	35,8±6,2	<0,001
Лучевая	12,2±1,3	21,3±1,61	<0,001
Локтевая	13,1±1,4	24,7±2,12	<0,001

Примечание: * ЛСК определена проксимальнее уровня повреждения; p – статистическая значимость различия показателей между поврежденной и здоровой конечностью (по U-критерию Манна-Уитни)

Наши исследования подтверждают, что при повреждениях нервных стволов на проксимальном уровне случаи повреждения сосудов не часты, свидетельством чего является повреждение артерий только в 14,8% случаев. Анализ данных таблицы показывает, что по сравнению со здоровой конечностью при повреждении магистральных сосудов плеча и предплечья происходит значимое снижение как объемной, так и линейной скорости кровотока. Вместе с тем, при повреждении сосудов на уровне гемодинамической значимости всегда сопровождается субкомпенсацией или декомпенсацией кровообращения, что диктует необходимость выполнения в первую очередь восстановления именно артериального кровообращения.

Одной из решающей роли в выборе тактики лечения пациентов было лучевое исследование костей поврежденной конечности. Данный метод был проведен 19 пациентам, позволивший констатировать факт повреждения костей, уровень и его локализацию, а также состояния костных отломков. В основном отмечался перелом плечевой кости в надмыщелковом сегменте, где наряду с этим отмечалось повреждение плечевой артерии и срединного нерва.

Также данный метод был проведен в разные сроки после операции, что позволило получить ценные информации о состоянии консолидации костных отломков и динамики их сращения.

Таким образом, проведение клинических и инструментальных методов исследования позволили с высокой точностью определить уровень, характер и протяженность повреждения не только нервных стволов на проксимальном уровне, но и определить вовлеченность в травматический процесс других мягких и костных структур конечности, от наличия которых зависел выбор тактики и очередность выполнения оперативных вмешательств.

3.2. Выбор оптимальных показаний к методу реконструкции в зависимости от сроков повреждения

Современные достижения реконструктивно-пластической хирургии нервов верхних конечностей позволили пересмотреть позиции относительно результатов оперативного лечения проксимальных повреждений. Если раньше высокие повреждения нервов верхних конечностей считались практически безнадежными, при которых хирургическое лечение не приносило значимого эффекта, то в настоящее время практически в любом случае можно улучшить функциональное состояние конечности. Совершенствование методик пересадки мышечных элементов, транспозиции нервов позволили значительно улучшить прогноз у пациентов с проксимальными повреждениями. Одним из самых многообещающих путей оптимизации отдалённых результатов является методика невротизации «конец в конец», «конец в бок».

Выбор метода реконструкции при проксимальных повреждениях нервов верхней конечности во многом зависит от сроков обращения больных после травмы. В связи с этим, как можно более раннее вмешательство при повреждении нервов является наиболее оптимальным вариантом лечения этих больных. В связи с этим при наложении экстренного эпиневрального шва достигаются наиболее благоприятные функциональные результаты. Но даже при своевременном обращении в специализированное учреждение, далеко не всегда существует возможность наложения шва «конец в конец»,

ввиду обильного кровотечения, параллельно тяжёлых повреждений сопутствующих нервам структур верхней конечности, а также плохому качеству нервной ткани на протяжённых промежутках (раздавление, ушиб и так далее).

Именно поэтому в данной работе I клиническая группа была образована не для того, чтобы доказать или опровергнуть эффективность наложения экстренного эпинеурального шва «конец в конец», а скорее использования в качестве «золотого стандарта» и сравнения результатов в ней с применением аутонервной пластики и переключающих операций во II и III клинических группах. Понятно, что при проксимальных повреждениях (особенно при высоких локализациях, во II анатомической зоне (рис.2.2)), добиться такого же результата практически невозможно. Максимальной задачей для хирурга при аутонейропластике или при переключающих операциях является как можно более приближенное к экстренному шву восстановление функций верхней конечности.

Большую роль в выборе метода хирургического вмешательства играет правильная диагностика уровня повреждения. Несмотря на все достижения современной диагностики, визуальная и пальпаторная диагностика продолжает играть большую роль с целью оценки уровня получения травмы. При этом необходимо учитывать особенности иннервации верхней конечности и хорошо знать анатомию данной области.

В первую клиническую группу вошли 48 больных, поступивших в первые двое суток с момента получения травмы. В подавляющем большинстве случаев этиологическим факторов перерыва нервных стволов на проксимальном уровне являлось поражение острым предметом, с нанесением колото-резанной раны (39 больных). Только в 9 случаях отмечалось наличие тяжёлых повреждений, с раздавлением нервной ткани. Однако малая протяжённость повреждения помогла достичь удаления раздавленных тканей и сопоставления концов без значительного натяжения нервного ствола.

Особое внимание при свеживании концов нервного ствола в месте повреждения уделялось изучению структуре дистальных отделов невроцитов для осуществления как можно более точного сопоставления обоих концов повреждённого нерва при сшивании эпиневрия.

Следует, однако, учитывать, что даже при экстренном обращении не всегда следует использовать данную методику. Даже при фиксации конечности в положении максимального сгибания в суставе при больших дефектах нельзя надеется на получение благоприятного результата. Поэтому в данной работе методика соединения нерва эпиневральным швом «конец в конец» применялась только при размерах диастаза не более трёх сантиметров. При этом по размеру дефекта диастазы делились на два вида, в зависимости от принадлежности к которым и выбиралась методика наложения эпиневрального шва «конец в конец». При дефектах протяжённостью до 2 см (малые дефекты) концы повреждённого нерва сближались и сшивались, без особого натяжения. Однако при наложении такого шва всегда необходимо руководствоваться ситуацией. Данные правила не являются постулатом, так как бывают случаи, когда даже столь малый дефект ввиду сильного натяжения, возникающего по причине анатомической особенности зоны повреждения, вызывает сильное натяжение.

При дефектах протяжённостью 2-3 см (но не более) с целью снижения натяжения проводилось сгибание конечности в суставе. Наличие дефектов протяжённостью более 3 см являлось прямым показанием к включению больного во II клиническую группу (проведение аутонервной пластики).

Используемая в работе методика заключалась в приближении двух концов и избегания натяжения путём сближения задней поверхности. Таким образом, возможно устранение дефекта до 1 см длиной. С целью оценки возможности или невозможности устранения диастаза, применялась простая методика удержания концов повреждённого нерва двумя узлами нитью 8/0: если сшивание не приводит к удерживанию нерва в таком положении, то

любые попытки устранения дефекта без аутонервной пластики или другой методики применения замещения нерва будут безрезультативны.

3.3. Оптимизация реконструктивных подходов в зависимости от сочетанности повреждений нескольких нервов верхней конечности

Срединный нерв в своём составе содержит моторные, сенсорные и вегетативные волокна. Этот нервный ствол отвечает за двигательную иннервацию большей части мышц сгибателей пальцев и кисти, за сенсорно-трофическую и вегетативную иннервацию основной площади их кожного покрова. В противоположность срединному локтевой нерв иннервирует лишь небольшую часть мышц сгибателей пальцев и кисти на предплечье, а также лишь полтора пальца с локтевым краем кисти. Кроме того, этим стволом обеспечивается иннервация практически всех коротких (собственных) мышц кисти (за исключением маленькой порции мышц возвышения большого пальца), благодаря чему данный нерв называют двигательным нервом кисти, в то время как срединный считают трофически-сенсорным нервом данной анатомической области. Лучевой нерв иннервирует 9 разгибательных мышечных групп, расположенных на предплечье, ответственных за активное разгибание кисти и длинных пальцев, разгибание/отведение большого пальца.

Учитывая вышеуказанные особенности иннервации, поражение одного нерва приводят к развитию чёткой картины, соответствующей утрате функции, связанной именно с данным нервом. При поражении нескольких стволов отмечается смешанная картина, которая будет включать нарушения иннервации в тех участках, за которые отвечает именно затронутые травмой нервы. При этом в проведенных ранее исследованиях в нашей клинике установлено, что выпадение функций кисти при одновременных повреждениях срединного и локтевого нервов - это не сумма выпавших функций в результате повреждении каждого нерва в отдельности, а

значительно больше неё. Это связано с тем, что при повреждении одного нерва другой – сохраненный соседний нерв - частично перекрывает денервированные соседние структуры, а при одновременном их повреждении такой возможности не существует и нарушений функций будет больше, чем при повреждении одного нервного ствола.

Как уже было сказано выше, во II клинической группе находились больные с протяжёнными диастазам (более 3 см), а также с невозможностью сопоставления и соединения концов повреждённого нерва по методике «конец в конец» ввиду анатомических особенностей. На рисунках 3.2 показана локализация повреждения нервных стволов на проксимальном уровне на примере фотоматериала и в виде схемы.

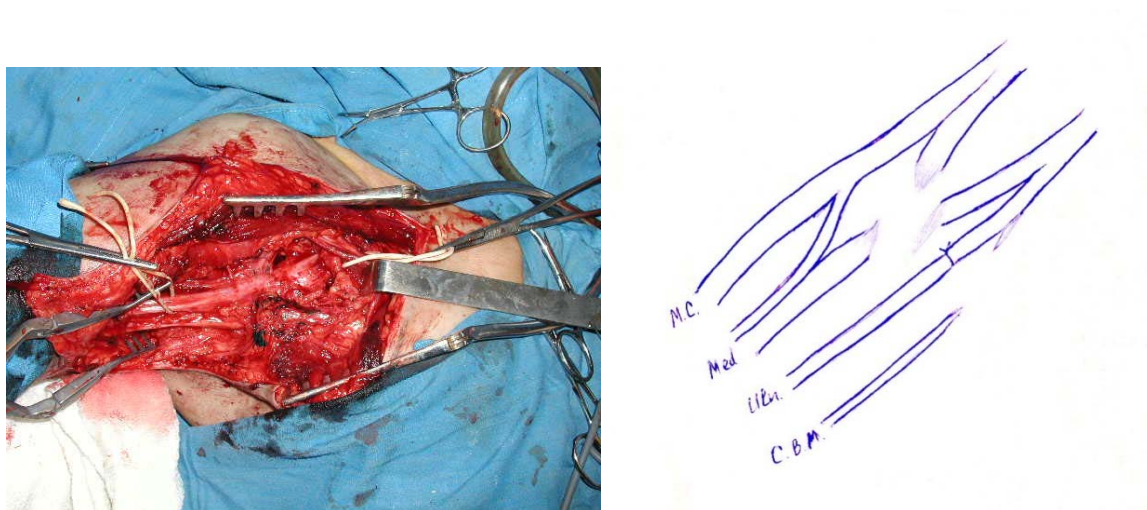


Рисунок 3.2. - Схема повреждения нервных стволов

При сопутствующем повреждении магистральных артерий реконструкцию производили использованием аутовенозных вставок (Рис. 3.3).

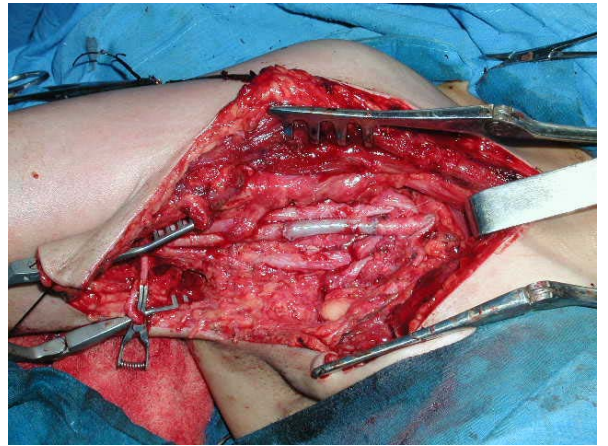
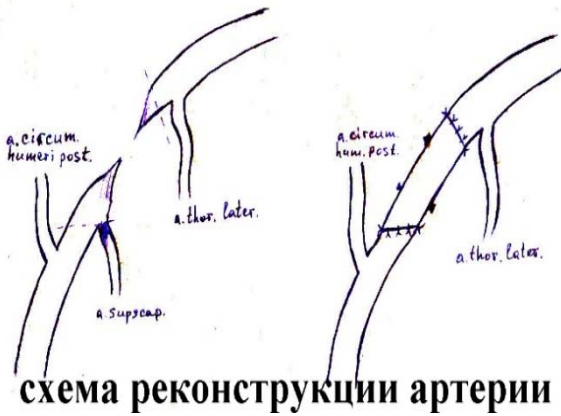


Рисунок 3.3. - Повреждение сопутствующих структур и их реконструкция при проксимальном повреждении нервов верхней конечности

В данной работе использовалась разновидность аутонервной пластики, представляющая собой усовершенствованный метод Н. Millesi. На рисунке 3.4 показаны отличия разработанного нами способа от изначальной методики.

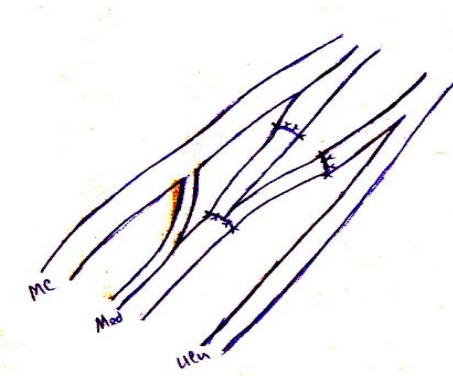


Рисунок 3.4. - Реконструкция повреждённых нервных стволов проксимального отдела верхней конечности способом аутонервной пластики трансплантатом из медиального кожного нерва плеча

Такие тяжёлые повреждения сопровождаются не только обильной кровопотерей, болевым синдромом, но и нарушением трофики дистальных отделов всех тканей как сосудистого, так и нервного генеза.

Следует отметить, что в ходе проведения освежения культей поврежденного нерва, необходимо участие сразу двух бригад. Один коллектив будет заниматься выкройкой нервной ткани в области икроножного нерва и подготовкой аутонервной ткани для размещения её в области дефекта. Другая группа врачей будет заниматься вмешательством в область непосредственно проксимального повреждения нерва.

В преимущественном большинстве случаев (более 90%) трансплантатом послужил икроножный нерв. Данная донорская зона имеет ряд преимуществ, в том числе возможность взятия аутонерва большой протяжённости, незначительный косметический ущерб, лёгкая доступность нерва, относительно малый объём участия икроножного нерва в функциональном отношении.

III клиническая группа – переключающие операции.

Несмотря на все преимущества применения аутонейропластики, именно при проксимальных повреждениях нервов верхних конечностей очень часто замещение дефекта данной методикой неэффективно. Большинство авторов рекомендуют применение аутонерва для замещения дефекта протяжённостью до 6 см. При диастазах большей протяжённости считается, что в условиях недостаточного кровообращения (что нередко при таких травмах), прорастание нервной ткани в области шва недостаточно. К тому же, за время прорастания фасцикул через трансплантат происходит фиброзный процесс в области дистального анастомоза, что препятствует прорастанию фасцикул через него. Это приводит к затруднениям либо к полному прекращению прохождения импульса по данному участку в отдалённые сроки после операции.

Немаловажным моментом также является необходимость переключения иннервации с поврежденного участка вплоть до приживания аутонерва с целью предотвращения атрофии мышц, которые им иннервируются. Именно поэтому в данную группу вошли не только больные, которым были выполнены переключающие операции, но и комбинации с

аутонейропластикой. Именно для этой цели был разработан авторский метод нетипичной невротизации кисти при застарелых повреждениях нервных стволов (Патент РТ № TJ 1151 от 02.03.2020г.). Изобретение заключается в следующем. Предложенный способ атипичной невротизации локтевого нерва при застарелых повреждениях нервных стволов верхних конечностей и повреждениях их на высоком уровне (области верхней трети предплечья) достигается путем: 1) широкой мобилизацией поврежденных структур в области нижней трети предплечья; 2) определение исходного дефекта нервных стволов и образующегося дефекта после резекции их в пределах здоровых фасцикул; 3) аутонервной пластики срединного нерва за счет аваскулярного трансплантата двигательной порции локтевого нерва; 4) мобилизация поверхностной ветви локтевого нерва и сшиванию его в бок аутонервного трансплантата срединного нерва.



**Рисунок 3.5. - Перерыв двух нервных стволов верхней конечности:
локтевого и срединного нервов**

После мобилизации срединного и локтевого нервов на уровне нижней трети предплечья определяется уровень повреждения и исходный диастаз

между концами нервных стволов (Рисунок 3.5). После чего резецируются проксимальные и дистальные концы нервных стволов в пределах здоровых фасцикул и повторно определяется диастаз. Выполняется аутонервная пластика срединного нерва за счет двигательной порции локтевого нерва. Диастаз между концами срединного нерва составлял более 8 см. Проксимальный конец поверхностной чувствительной веточки локтевого нерва перемещается в область средней части аутонервного трансплантата и накладывается анастомоз “конец в бок” (Рисунок 3.6).



Рисунок 3.6. – Невротизация при дефекте срединного нерва по авторской модификации.

Таким образом, выполняется атипичная невротизация локтевого нерва путем сшивания поверхностной ветви локтевого нерва в бок трансплантата срединного нерва (Рисунок 3.7).

Изобретение имеет ряд преимуществ:

1. Методика атипичной невротизации локтевого нерва является более адекватным методом восстановления сенсорной функции кисти.
2. Поверхностная ветвь локтевого нерва имеет большой диаметр и обеспечивает адекватную регенерацию нерва.

3. Техническое выполнение операции не сложное и не занимает большое время.

4. Используемая ветвь является васкуляризированной, что обеспечивает быструю регенерацию нерва и восстановление сенсорной функции кисти.



Рисунок 3.7. – Окончательный вид нетипичной невротизации локтевого нерва по разработанной методике.

Кроме данной методики, на которую был получен патент на изобретение, использовались стандартные методики невротизации, с подсоединением к повреждённому нерву кожных веточек основных нервных стволов верхних конечностей, а также частей основных стволов. С целью восстановления сенсорно-трофической функции выполнялись вмешательства по невротизации культы повреждённых нервов в зависимости от вида нервного ствола:

- Культя срединного и локтевого нерва – кожные ветви лучевого нерва, а также тыльные ветви локтевого нерва;
- Восстановление двигательных порций – межкостный нерв либо глубокие ветви локтевого нерва.

Окончательный вариант донорской ветви выбирался в зависимости от ситуации и сопутствующих факторов. При этом следует учитывать тот факт,

что используя донорскую ветвь, необходимо выделять её как можно дистальнее для того чтобы избежать потери функций, которые возложены на донорскую ветвь природой.

Особенно эффективной данная методика является при тяжёлых повреждениях нескольких структур в проксимальном отделе.

3.4. Определение тактики лечения проксимальных повреждений нервов и выбор способа реконструкции

Ориентируясь на потерю двигательной функции и чувствительности, в зависимости от зон иннервации определённых нервных стволов, необходимо подбирать объём выполняемых оперативных вмешательств.

Как и в любом деле, при ведении больных с повреждениями нервов верхних конечностей, намного легче достичь оптимального результата, придерживаясь определённого плана.

Алгоритм лечения больных с дистальными повреждениями нервов и принципы их разработки приведены в новейших работах, в том числе и отечественных авторов. Однако тактика хирургического лечения больных с проксимальными повреждениями нервов верхней конечности должен иметь определённые отличия. К примеру, уровень повреждения имеет намного большее значение для выбора метода хирургического вмешательства, чем при дистальных повреждениях.

Таким образом, в данной работе выбор метода восстановления повреждённых нервов при проксимальных их травмах зависел от множества факторов, которые были приведены выше. Применение современных методов диагностики и оценки состояния нервных стволов, а также проводимости по ним как в дооперационном, так и в послеоперационном периоде позволит трезво оценить возможности, преимущества и недостатки каждого из методов реконструктивно-пластического вмешательства при

проксимальных повреждениях нервов верхних конечностей. Комбинированное использование инструментальных методов (электронейромиография, ультразвуковые методы исследования), а также модернизированного опросника DASH позволит комплексно изучить все эти вопросы.

3.4. Сопутствующие повреждения магистральных сосудов

Как упоминалось во второй главе настоящей диссертации, в 72 (38,1%) случаях проксимальные повреждения нервов верхней конечности сопровождались сопутствующими повреждениями других анатомических структур. Среди них чаще всего отмечались сопутствующие повреждения магистральных сосудов, которые встречались у 28 больных, составляющие 14,8% всех случаев проксимальных повреждений нервов верхней конечности. Учитывая относительно частое сочетание повреждений нервов и магистральных сосудов верхней конечности, решили более детально рассмотреть особенности хирургической тактики у этой категории больных.

Чаще всего сопутствующее повреждение магистральных сосудов имело место у больных первой клинической группы, которые поступили в экстренном порядке. С другой стороны именно у этой группы больных сопутствующие повреждения магистральных сосудов резко выступали на передний план ввиду активного кровотечения и различной степени нарушения кровообращения конечности. В связи этим даже гемодинамически незначимые повреждения, к примеру, одной из сопровождающих вен лучевой или локтевой артерии акцентировалось в контексте повреждения нервных стволов из-за этой вены, ставшей причиной относительно профузного кровотечения.

Среди больных II и III группы (больные, поступившие в плановом порядке) сопутствующие повреждения магистральных сосудов отмечались значительно реже – 7,9% и 3,8% соответственно. Отчасти это связано с тем,

что гемодинамически незначимые повреждения магистральных сосудов к моменту поступления больных в плановом порядке теряют свою актуальность. То есть, с одной стороны эти поврежденные сосуды не кровоточат и, с другой стороны – они не являются причиной расстройства кровообращения в конечности, оставаясь зачастую и незамеченной при проведении реконструкции нервных стволов. Да и необходимости в расширении ревизии и реконструкции во что бы ни стало гемодинамически незначимого поврежденного сегмента сосуда нет.

Среди наших больных в 2 случаях имело место сопутствующее повреждение подмышечной артерии, в 11 случаях – плечевой артерии, в 5 случаях – бифуркации плечевой артерии, в 7 случаях - лучевой и в 3 случаях – локтевой артерии (Таблица 3.4).

Таблица 3.4. - Сопутствующие повреждения магистральных артерий верхней конечности

Артерия	Группа			p
	I (n=48)	II (n=89)	III (n=52)	
Подмышечная (n=2)	-	2 (2,2%)	-	
Плечевая (n=11)	8 (16,7%)	2 (2,2%)	1 (1,9%)	<0,001
Бифуркация плечевой артерии (n=5)	4 (8,3%)	1 (1,1%)	-	<0,05
Лучевая (n=7)	5 (10,4%)	1 (1,1%)	1 (1,9%)	<0,05
Локтевая (n=3)	2 (4,2%)	1 (1,1%)	-	>0,05
Итого	19 (39,6%)	7 (7,9%)	2 (3,8%)	<0,001

p – статистическая значимость различия показателей между группами (по критерию χ^2 для произвольных таблиц)

Сопутствующие повреждения магистральных вен встречались значительно реже. Так, в одном случае в I клинической группе (экстренная группа) имело место повреждение подмышечной вены вместе с подмышечной артерией. Этому больному анастомозом конец в конец восстановлена подмышечная вена, а артерия реконструирована аутовенозной вставкой длиной 3 см из истоков большой подкожной вены. Больному в

послеоперационном периоде в течении 7 дней назначены антикоагулянты прямого действия (гепарин 2500 ЕД каждые 4 часа) и за 3 дня до его отмены перорально назначили аспирин по 100 мг в день в течении 2 недель. Через 4 недели после операции при ультразвуковом исследовании подмышечных сосудов с дуплексным сканированием проходимость анастомозов и аутовены хорошая, скорость кровотока по подмышечной артерии 37 см/сек, по подмышечной вене – 19,3 см/сек.

В одном случае отмечалось повреждение плечевой артерии и плечевых вен, которым наряду с плечевой артерией восстановлена и плечевая вена анастомозами конец в конец (Рисунок 3.8).

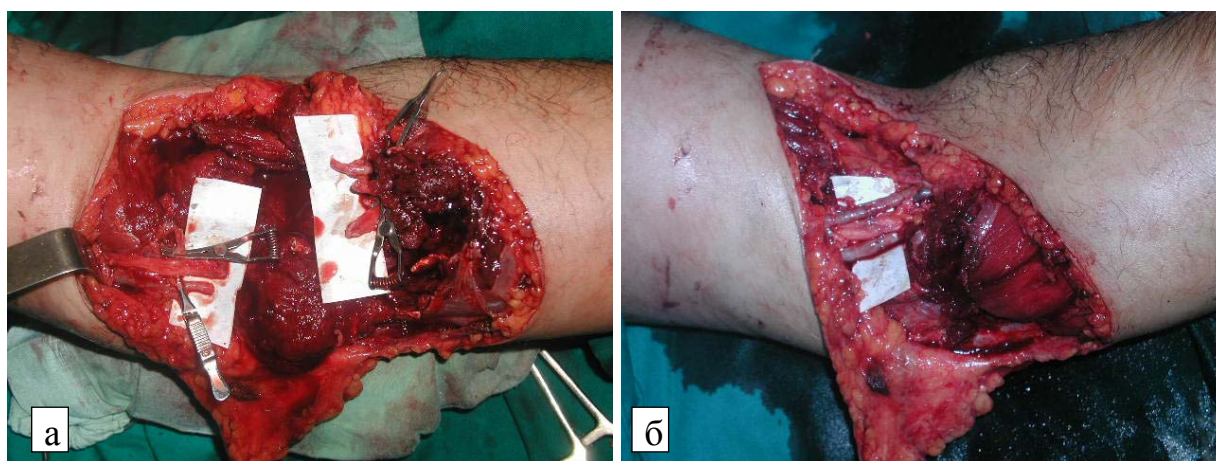


Рисунок 3.8. - Полное пересечение срединного нерва, плечевой артерии и вены до (а) и после (б) наложения эпиневральных швов срединного нерва, анастомоза плечевой артерии и вены конец в конец

В одном случае отмечалось повреждение одной из двух плечевых вен вместе с повреждением плечевой артерии, в двух случаях вместе с лучевой артерией была повреждена одна из лучевых вен и в одном случае повреждение локтевой артерии сопровождалось повреждением одной из локтевых вен. Во всех этих случаях, учитывая сохраненность одной из парных вен, сопровождающих магистральную артерию произведена перевязка поврежденных магистральных вен без ущерба для состояния венозного кровотока из конечности (Таблица 3.5).

Таблица 3.5. - Сопутствующие повреждения магистральных вен верхней конечности

Вена	Группа		
	I (n=48)	II (n=89)	III (n=52)
Подмышечная (n=1)	-	1 (1,1%)	-
Плечевая (n=2)	2 (4,2%)	-	-
Лучевая (n=2)	2 (4,2%)	-	-
Локтевая (n=3)	1 (2,1%)	-	-

Если среди поврежденных магистральных вен лишь в двух случаях из 6 возникала необходимость в проведении реконструкции и в остальных 4 случаях ввиду гемодинамически незначимого сегмента поврежденной магистральной вены произведена её перевязка, то при повреждении магистральных артерий, в основном, (25 случаев – 89,3%) выполнены реконструктивные вмешательства с восстановлением кровотока и лишь в 3 случаях из 28 (10,7%) из-за безперспективности восстановления поврежденной одной из артерий предплечья произведено её лигирование. Эти 3 больных были из числа поступивших в плановом порядке и при интраоперационной ревизии установлена облитерация пересеченных концов лучевой (2) и локтевой (1) артерии на протяжении, что и явилось причиной безперспективности их реконструкции (Таблица 3.6).

Таблица 3.6. - Способы реконструкции поврежденных магистральных артерий, сопровождающих повреждений нервов плеча и плечевого пояса

Артерия	Анастомоз «конец в конец»	Аутовенозная пластика				Лиги- рована
		Обычная вставка	Y- образная АВП	Плече- локтевая АВП	Плече- лучевая АВП	
Подмышечная (n=2)	-	2	-	-	-	-
Плечевая (n=11)	3	8 (4*)	-	-	-	-
Бифуркация плечевой артерии (n=5)	-	-	2	2	1	-
Лучевая (n=7)	3	1	-	-	-	3*
Локтевая (n=3)	1	1	-	-	-	1*
Итого (n=28)	7 (25%)	12 (42,9%)	2 (7,1%)	2 (7,1%)	1 (3,6%)	4 (14,3%)

Примечание: * в том числе у плановых больных

Как следует из таблицы 3.6 в 17 случаях (60,7%) для реконструкции магистральных артерий использовали аутовенозные трансплантаты и лишь у каждого четвертого больного (7 случаев – 25%) имелась возможность восстановить кровоток наложением анастомоза конец в конец и все эти случаи были из группы экстренных больных.

Следует также отметить, что в 5 случаях (17,9% всех повреждений артерии и 29,4% аутовенозной пластики) выполнены нестандартные способы восстановления кровотока с использованием аутовенозных вставок, в том числе аутовенозная пластика бифуркации плечевой артерии Y-образным венозным ауотрансплантатом (Рисунок 3.9).

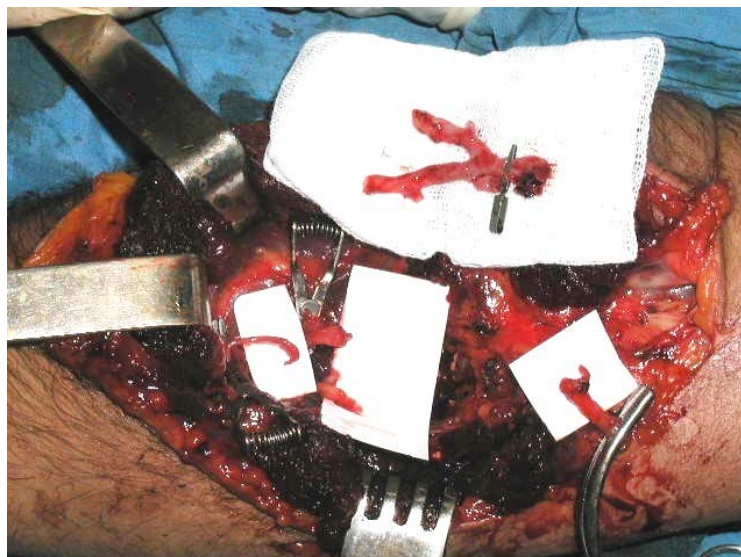


Рисунок 3.9. - Использование Y-образного аутовенозного трансплантата для реконструкции бифуркации плечевой артерии, разработанным в нашей клинике способом

Реконструкция поврежденной магистральной артерии классическим способом аутовенозной пластики (протезирование с использованием аутовенозных вставок) все же произведена в половине (12 из 24) всех случаев восстановления кровотока по артериям

Необходимо отметить, что все же относительная малая частота повреждения сосудов была обусловлена тем, что на проксимальных уровнях нервные стволы часто находятся немножко вдали от магистральных артерий конечности. Во всех случаях при декомпенсированной ишемии конечности тактика лечения было направлена на восстановление артериального кровотока с последующим восстановлением целостности нервных стволов.

Разработка хирургической тактики вмешательства в зависимости от топографо-анатомической локализации повреждения крайне важна, так как от этого зависит выбор метода хирургического вмешательства на нервах, а также возможность поражения сопутствующих структур (артерий, сухожилий, мышц и т.д.).

Проведение термометрии поврежденной и здоровой конечности показали, что при повреждении нервных стволов отмечается существенное

снижение температуры, а в случаях их сочетаний с повреждениями сосудов отмечается более значительная гипотермия конечности дистальнее уровня повреждения. В таблице 3.3 представлены полученные данные касательно градиента кожной температуры на поврежденной и здоровой конечности.

Результаты исследования поврежденных сосудов конечности показали, что травма артерий сопровождается не только нарушением кровообращения конечности, но и приводит к развитию паравазальной гематомы с имбибицией мягких тканей, которые оказывают влияние на исходы лечения, так как она являются одним из факторов развития инфицирования послеоперационной раны. Результаты исследования параметров линейной скорости кровотока в здоровой и поврежденной конечности после реконструктивных операций приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7. - Линейная скорость кровотока (см/сек) в здоровой и поврежденной конечности после реконструкции артерий (n=25)

Артерия	Линейная скорость кровотока		p
	Поврежденная конечность	Здоровая конечность	
Подмышечная	36,9±1,24	37,2±1,88	>0,05
Плечевая	33,2±3,52	35,8±6,14	>0,05
Бифуркация плечевой артерии	30,8±5,12	31,2±4,23	>0,05
Лучевая	19,8±3,44	21,3±1,61	>0,05
Локтевая	22,6±4,35	24,7±2,12	>0,05

Примечание: p – статистическая значимость различия показателей между поврежденной и здоровой конечностью (по U-критерию Манна-Уитни)

Как видно из данной таблицы в послеоперационном периоде после реконструкции поврежденных магистральных сосудов отмечается максимальное приближение данных линейной скорости кровотока к данным здоровой, контралатеральной верхней конечности, что свидетельствует об

эффективности проведенных реконструкций и хороших функциональных результатах.

Анализ данных настоящего исследования указывают на то, что при повреждениях нервных стволов на проксимальном уровне случаи повреждения сосудов не редки и составляют около 14,8% всех проксимальных повреждений нервов верхней конечности. Анализ данных таблицы показывает, что по сравнению со здоровой конечностью при повреждении магистральных сосудов плеча и предплечья происходит значимое снижение скорости линейного кровотока. Вместе с тем, при повреждении сосудов на уровне гемодинамической значимости всегда сопровождается суб- или декомпенсация кровообращения, что диктует необходимость выполнения в первую очередь восстановления именно артериального кровообращения.

Такие тяжёлые повреждения сопровождаются не только обильной кровопотерей, болевым синдромом, но и нарушением трофики дистальных отделов всех тканей, как сосудистого, так и нервного генеза.

Подводя итог данному разделу необходимо отметить, что при проксимальных повреждениях нервов верхней конечности сопутствующие повреждения магистральных сосудов встречаются у 14,8% больных. Вместе с тем эти повреждения приобретают больше актуальности среди экстренных больных в связи с обильным кровотечением, и зачастую, нарушением кровообращения конечности дистальнее уровня повреждения. Наряду с окончательной остановкой кровотечения восстановление кровотока по магистральной артерии является приоритетом реконструктивной микрохирургии. Для реконструкции артерий в 60,7% случаях потребовался аутовенозный трансплантат, и лишь у 25% больных удалось наложить анастомоз конец в конец. В 14,3% случаях поврежденные магистральные артерии лигированы из-за гемодинамически незначимого сегмента поврежденного участка, а также бесперспективности реконструктивной операции.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕКОНСТРУКТИВНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ПРОКСИМАЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ НЕРВНЫХ СТВОЛОВ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Период времени в течение одного месяца после выполнения хирургических манипуляций на нервах, определялся как временной отрезок для определения ближайших результатов исследования. С целью оптимизации условий для лучшей реабилитации конечности, всем больным назначалось проведение физиотерапевтических мероприятий, лечебно-физкультурных манипуляций, тепловых процедур и электростимуляции. Максимально «глубокий» период исследования отдалённых результатов составил 8 лет.

4.1. Ближайшие результаты

Средний период пребывания в стационаре составил $3,8 \pm 1,6$ дня. При этом экстренное вмешательство требовало гораздо меньше времени для восстановления и, следовательно, пребывания в стационаре ($2,9 \pm 1,3$). Использование продуманной схемы консервативного лечения в послеоперационном периоде, а также применение надёжных методов фиксации конечности с целью избегания послеоперационных разрывов нервных стволов, помогло обойти неблагоприятных явлений у всех больных. Нагноения и кровотечений в ближайшие сроки не отмечались. Заживление раны проходило первичным натяжением.

Что касается интраоперационных показателей в каждой из групп, то стоит отметить значительную разницу в длительности проведения оперативного вмешательства во II группе между различными методиками. В тех немногих случаях, когда удавалось восстановить целостность нерва при помощи методики соединения «конец в конец», длительность оперативного вмешательства в среднем составляла $1,1 \pm 0,2$ часа. При проведении операции

с использованием для замещения дефекта нервного ствола аутонервным трансплантатом, взятым из икроножного нерва, средняя длительность проведения операции увеличивалась уже до $2,1 \pm 0,4$ часа. Длительность проведения переключающих операций составляла соразмеряемые с аутонервной пластикой цифрами и составляла $2,2 \pm 0,5$ часа.

Осложнения в ближайшем послеоперационном периоде имели место у 5 (2,6%) больных, 3 из которых отмечались в группе экстренных больных (6,3%) и 2 среди плановых больных (1,4%). У экстренных больных в одном случае отмечалось нагноения раны, которому произведена санация с дренированием и через 3 дня рана очистилась и в последующем зажила вторичным натяжением. В одном случае через 7 дней после операции возник аррозивное кровотечение из восстановленной плечевой артерии в области нижней трети плеча, в связи с чем произведена перевязка последней без выраженного расстройства кровообращения в конечности. У третьего больного из этой группы имела место гематома в области раны, после опорожнения которой рана зажила первичным заживлением. У плановых больных в одном случае отмечался тромбоз аутовенозной вставки плечевой артерии на вторые сутки после операции. Больной по экстренным показаниям взят на операцию и выполнена повторная аутовенозная пластика с восстановлением магистрального кровотока конечности. В другом случае у планового больного отмечалась гематома в послеоперационной ране и после её опорожнения и удаления сгустков активных источников кровотечения не было, в связи с чем произведено первичное ушивание раны.

В целом при соблюдении стандартных правил ведения больных с повреждениями верхних конечностей, можно легко избежать ближайших осложнений, в том числе кровотечений и нагноения раны.

4.2. Отдаленные клинические результаты первичной и отсроченной реконструкции нервов при проксимальных повреждениях

Как уже было сказано в предыдущих главах диссертации, основным показателем эффективности хирургического лечения при ведении больных с травмами верхних конечностей – это восстановление функциональной деятельности. Эстетический эффект тоже важен, но отходит на второй план при реконструкции нервов верхней конечности.

Для оценки функционального восстановления верхней конечности использовались как субъективные, так и объективные методы исследования. Как уже было сказано во II главе данной работы, применение модифицированного опросника DASH, содержащего десять вопросов относительно оценки самим больным способностей оперированной конечности, показало себя эффективным и удобным во многих исследованиях, проводившихся в Республиканском научном центре сердечно-сосудистой хирургии. Использование данного опросника позволяет в самые короткие сроки получить представление относительно функциональных возможностей конечности как до, так и после проведения хирургического восстановительного вмешательства. В таблице 4.1 представлены результаты оценки функционального восстановления по оптимизированному опроснику DASH, состоящего из 10 вопросов.

Таблица 4.1. - Степень потери трудоспособности у лиц до и после реконструкции нервов верхней конечности, оцененной по опроснику DASH

Группа	До реконструкции	После реконструкции	p
I	-	12,2±1,3	
II	57,4±1,3	27,6±2,0	<0,001
III	85,3±1,4	39±1,5	<0,001

Примечание: p – статистическая значимость различия показателей до и после реконструкции (по U-критерию Манна-Уитни)

В первой клинической группе, ввиду того что большинство вмешательств проводилось в экстренном порядке, возможности оценить функциональное состояние до операции не представлялось. Несмотря на то, что в I группе наблюдается самый низкий показатель процента потери функций конечности, это больше связано с благоприятным временем обращения и общей ситуацией с повреждением нерва.

Как видно из таблицы 4.1 во II группе средняя статистическая разница между потерей трудоспособности до и после реконструкции нерва с использованием аутонервной пластики составила более 30%. Данный результат можно считать очень хорошим, учитывая сложность восстановления функций конечностей в отдалённые сроки после получения травмы.

В III клинической группе, несмотря на достаточно высокий уровень потери трудоспособности как до так и после операции, отмечается самый высокий прогресс (в среднем более 45% трудоспособности) после проведения реконструкции. Это связано как с изначально тяжёлым положением конечности, так и с высокой эффективностью методики транспозиции нерва.

Так как оценка эстетического результата не имеет достаточной целесообразности при повреждении нервов верхней конечности, тем более при проксимальных повреждениях (так как первичные травмы, вызвавшие перерыв нервов, у таких больных зачастую настолько тяжелы, что о косметическом компоненте нет ни времени ни возможности думать), то в отдалённые сроки оценивался лишь функциональный компонент. Кроме приведённого выше метода оценки функционального восстановления, в исследовании применялись также общепринятые методики: для сенсорной функции – метод Mackinnon-Dellon, а для моторной функции – шкалу Британского совета медицинских исследований. При этом за отдалённые результаты принимались оцениваемые параметры в сроки не менее 1,5 года с момента проведения хирургического вмешательства.

Клинические группы оценены по каждому из восстановленных нервов в отдельности. Именно клинические особенности, связанные с нарушением той или иной функции определённых нервов, служат главным критерием оценки восстановления утерянных функций у больных с проксимальными повреждениями нервов верхних конечностей. Распределение поражений нервов уже было указано во II главе, поэтому не будем возвращаться к этому.

Касательно зависимости результатов реконструкции нервных стволов от локализации повреждения, наибольшее количество случаев повреждения в группе исследования приходилось на локтевой нерв. Хирургические вмешательства на данном нервном стволе показали себя эффективными с целью восстановления проведения импульса по нему. При этом результаты были хороши во всех трёх клинических группах. Нарушения чувствительности в области верхней конечности можно считать самым ярким проявлением наличия патологии локтевого нерва. Самой простой методикой оценки является оценка нарушения чувствительности по пятибалльной шкале. При этом к умеренному нарушению чувствительности относились результаты оценки от 1 до 3 баллов, выше – к выраженному нарушению чувствительности.

Стоит отметить в целом благоприятную ситуацию по восстановлению функций, пострадавших в связи с травматизацией данного нервного ствола. Изучение как ближайших, так и отдалённых результатов реконструкции данного нерва показали практически полную идентичность качества результатов операции, как в первой, так и во второй группах. Суммируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что локтевой нерв является относительно благодарной структурой для реконструктивно-пластических хирургов. Однако при проксимальных поражениях, в особенности при высоких локализациях, аксоны не успевают достигать мышц кисти и реинервировать их, так как за это время мышцы успевают необратимо дегенерироваться. В таблице 9 показаны результаты оценки нарушения

чувствительности до и после проведения хирургических вмешательств во всех трёх группах исследования.

Таблица 4.2. - Оценка выраженности потери чувствительности до и после проведения реконструкции локтевого нерва (общее число поражений локтевого нерва (n=93))

Кл. группа	До		После		p
	Умерен.	Выраж.	Умерен.	Выраж.	
I (n-31)	19(61,3%)	12(38,7%)	7 (22,6%)	-	<0,01
II (n-43)	26(60,5%)	17(39,5%)	11(25,6%)	1(2,3%)	<0,01
III (n-39)	3(7,7%)	36(92,3%)	5(12,8%)	8(20,5%)	<0,001

p – статистическая значимость различия показателей между группами (по критерию χ^2)

Как видно из приведённых в таблице 4.2 данных, выраженность потери чувствительности в I и во II клинических группах практически не отличалась до проведения хирургического вмешательства. Около 2/3 пациентов в обеих группах имели умеренную выраженность потери чувствительности, а после проведения хирургического вмешательства выраженные нарушения практически полностью были устранены (за исключением одного случая во II клинической группе).

Обратная ситуация наблюдалась в III клинической группе. Как мы видим из таблицы, подавляющее большинство людей в данной группе (92%) имели выраженные нарушения чувствительности. Проведением хирургического вмешательства удалось снизить эти показатели до 20%, при этом в нескольких случаях снизив потерю чувствительности до умеренной степени.

Такие же показатели наблюдались у больных с повреждениями срединного нерва во всех трёх клинических группах. Как и в случае с локтевым нервом, лучшие результаты при реконструкции срединного нерва отмечались при экстренном обращении. Однако с учётом показателей потери

функций верхней конечности до и после проведения операции, наиболее эффективной является методика переключающих операций, в особенности в авторской модификации, которая была описана в главе III. Применение авторской методики переключения позволило сохранить проводимость по дистальным отделам нервной системы верхней конечности, которые при переключении по стандартной методике фактически остаются выключенными из общей системы. Именно соединение дистальной части пораженного нерва к соседней веточке позволяет избежать этого.

Таким образом, судя по полученным функциональным результатам наилучшие показатели достигаются при экстренной реконструкции нервов. Однако больные в третьей группе, особенно после проведения переключающих операций по авторской методике, показали результаты наилучшего восстановления в сравнении с таковыми у больных в I и во II группах исследования.

Несмотря на всю важность объективных данных, использование субъективных показателей, таких как определение температурных различий, дискриминационной чувствительности, а также проведение электронейромиографии, тоже является важной частью клинического исследования. Ниже приводим результаты всех вышеперечисленных проб и исследований.

4.3. Количественные результаты восстановления сенсорно-трофической функции

Определение дискриминационной чувствительности на здоровой и пораженной конечности является важным критерием оценки восстановления сенсорно-трофической функции. Показатели измерялись при помощи стандартного оборудования в области предплечья, запястья, а также в области ладони (тыльная и наружная сторона).

В таблице 10 приведены количественные показатели дискриминационной чувствительности (ДЧ) на здоровой и оперированной конечности. Дискриминационная чувствительность является количественным показателем степени восстановления сенсорно-трофической функции.

Таблица 4.3. - Показатели дискриминационной чувствительности в пальцах оперированной кисти по сравнению со здоровой кистью

Группа	Срединный нерв		Локтевой нерв		Сред.+локт. нервы	
	здоровая кисть	после опер.	здоровая кисть	после опер.	здоровая кисть	после опер.
Первая группа	1,4±0,3	2,9±1,2**	1,6±0,2	3,9±0,6***	1,67±0,19	4,75±1,2***
Вторая группа	1,9±0,3	4,6±1,6***	1,9±0,3	4,8±1,5***	2,0±0,3	5,78±0,7***
Третья группа	1,9±0,3	4,9±1,5***	1,9±0,2	5,2±0,9***	2,2±0,2	5,2±0,4***

Примечание: **- $p<0,01$; ***- $p<0,001$ – статистическая значимость различия показателей по отношению к показателям здоровой кисти (по U-критерию Манна-Уитни)

Как и в предыдущих случаях, было установлено, что наилучшие показатели восстановления по ДЧ отмечались в I клинической группе. Таким образом, использование методики соединения повреждённого нерва «конец в конец» представляется наиболее надёжным в экстренных условиях.

При плановом восстановлении, вне зависимости от группы, результаты значительно уступали таковым при экстренном восстановлении. При этом, полученные данные показывают, что результаты применения аутонервной пластики и переключающих операций практически идентично, несмотря на большую тяжесть общего состояния в III клинической группе. Статистическая обработка данных показывает, что не последнюю роль в этом играет применение авторской методики реконструкции нерва.

Как и показатели предыдущих исследований, проведённые в нашем Центре, данная работа показывает, что лучше всего восстановление ДЧ у срединного нерва. Наименее благоприятная картина отмечалась при восстановлении лучевого нерва, в то время как восстановление ДЧ при реконструкции локтевого нерва занимало промежуточное положение и считалось удовлетворительным. Что касается одновременного повреждения двух нервов и их восстановления, то отмечалось плохое восстановление у больных с поражением локтевого и срединного нерва, и это можно связать с анатомическими особенностями взаимодействия основных стволов и их ветвей при поражениях данной локализации.

Температурные показатели верхней конечности оценивались при соприкосновении датчика с подушечками всех пальцев кисти, кроме первого. Полученные данные сравнивались с нормой температуры для здоровой кисти.

В таблице 4.4 представлены полученные данные касательно градиента кожной температуры на оперированной и здоровой кистях.

Таблица 4.4. - Показатели градиента кожной температуры на подушечках II или V пальцев оперированной кисти по сравнению со здоровой кистью

Клиническая группа	Срединный нерв	Локтевой нерв	Сред.+локт. нервы
I	$2,0 \pm 0,9$	$3,4 \pm 1,6$	$3,1 \pm 3,26$
II	$2,6 \pm 1,5$	$4,8 \pm 1,6$	$4,2 \pm 2,4$
III	$3,8 \pm 1,8$	$7,5 \pm 2,0$	$3,7 \pm 1,7$
p	$p_{1-2} > 0,05$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-3} > 0,05$	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-3} < 0,001$	$p_{1-2} < 0,05$ $p_{1-3} > 0,05$ $p_{2-3} > 0,05$

Примечание: p - статистическая значимость различия показателей между соответствующими группами (по U-критерию Манна-Уитни)

Представленные данные показывают, насколько сильны различия между первой и остальными клиническими группами. Таким образом, напрашивается вывод о том, что главенствующими факторами для достижения благоприятных результатов являются именно временной фактор и фактор локализации (уровня) повреждения.

4.4. Инструментальные методы исследования с количественными показателями

При сравнении электронейромиографических показателей амплитуда М-ответа и % восстановленных двигательных единиц были выше в группе больных с экстренными повреждениями (таблица 4.5). По степени двигательного восстановления показатели после аутонервной пластики оказались лучше шва нервов конец в конец. Это может быть связано с тем, что в отдельных случаях в период освоения техники операции при плановом восстановлении не было уделено должного внимания фактору натяжения. В последующем была отмечена тенденция более частого применения методики аутонервной пластики.

Таблица 4.5. - Показатели амплитуды вызванного потенциала М-ответа и % двигательных единиц (ДЕ) в оперированной кисти по сравнению со здоровой кистью ($M \pm SE$)

Клиническая группа	Срединный нерв 29		Локтевой нерв 69		Лучевой нерв 53	
	Величина М-ответа в мВ	% ДЕ	Величина М-ответа в мВ	% ДЕ	Величина М-ответа в мВ	% ДЕ
I	11,13 $\pm$ 2,56	62,56 $\pm$ 11,1	8,8 $\pm$ 1,9	60,4 $\pm$ 12,2	10,9 $\pm$ 1,3	55,6 $\pm$ 8,9
II	8,44 $\pm$ 2,3	48,69 $\pm$ 12,7	8,29 $\pm$ 2,3	57,86 $\pm$ 13,1	9,28 $\pm$ 1,7	45,35 $\pm$ 10,7
III	9,8 $\pm$ 2,7	59,4 $\pm$ 17,9	8,8 $\pm$ 2,9	55,35 $\pm$ 16,7	9,32 $\pm$ 1,9	53,0 $\pm$ 11,1
p	p ₁₋₂ <0,01 p ₁₋₃ >0,05 p ₂₋₃ >0,05	p ₁₋₂ <0,001 p ₁₋₃ >0,05 p ₂₋₃ <0,05	p ₁₋₂ >0,05 p ₁₋₃ >0,05 p ₂₋₃ >0,05	p ₁₋₂ >0,05 p ₁₋₃ <0,05 p ₂₋₃ >0,05	p ₁₋₂ <0,001 p ₁₋₃ <0,001 p ₂₋₃ >0,05	p ₁₋₂ <0,001 p ₁₋₃ >0,05 p ₂₋₃ <0,001

Примечание: p - статистическая значимость различия показателей между соответствующими группами (по U-критерию Манна-Уитни)

Самые лучшие двигательные результаты были получены после экстренной реконструкции срединного и лучевого нервов в любые сроки повреждений. Степень регенерации по локтевому нерву уступала другим нервам по всем параметрам. Эти количественные изменения варьировали в пределах полученных хороших клинических результатах от М3 до М5 практически во всех случаях. Для демонстрации клинических случаев были отобраны 3 случая – по одному из каждой группы исследования с прослеживанием результатов в отдаленные сроки после микрохирургической реконструкции нервов.

Клинический случай 1. Посттравматическое повреждение локтевого нерва на уровне нижней трети плеча.

Пациент поступил в возрасте 12 лет в плановом порядке по поводу травматического пересечения локтевого нерва на уровне нижней трети плеча острым предметом. При интраоперационной ревизии установлен полный анатомический перерыв локтевого нерва на уровне III зоны. После передней транспозиции ввиду отсутствия диастаза наложены эпиневральные швы с применением прецизионной техники и оптического увеличения.

Отдаленные результаты прослежены и оценены через 10 месяцев после реконструкции нерва. При клиническом обследовании отмечается полное восстановление функции разгибания средних и ногтевых фаланг мизинца до степени М4-М5 с полным устранением «когтистой деформации кисти», а также восстановлением рельефа мышц возвышения мизинца (Рисунок 4.1). Сенсорно-трофическая функция в зоне автономной иннервации локтевого нерва к этому сроку восстановилась до степени S4.

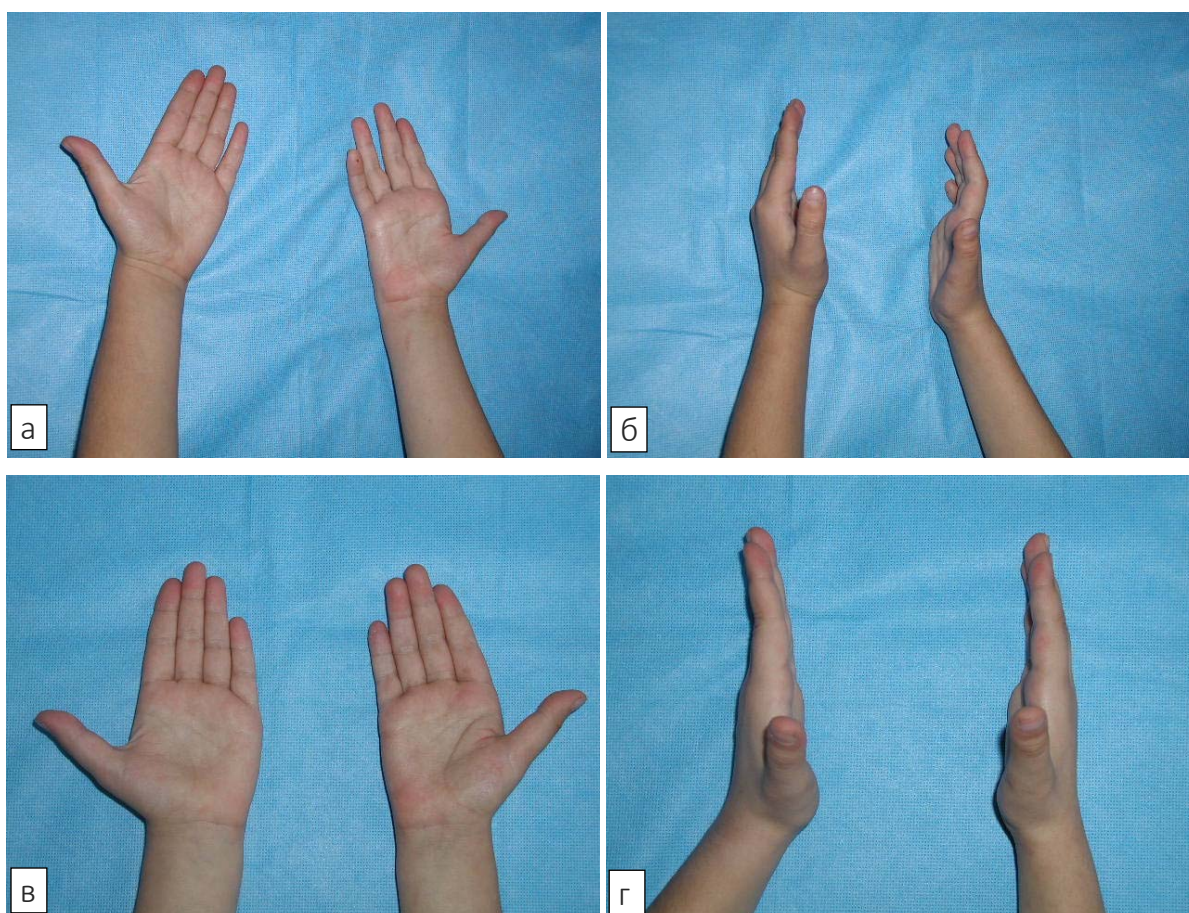


Рисунок 4.1. - Отдалённые результаты реконструкции нерва у больного № 1 (а-б – до операции, в-г – отдаленный результат через 10 месяцев после операции)

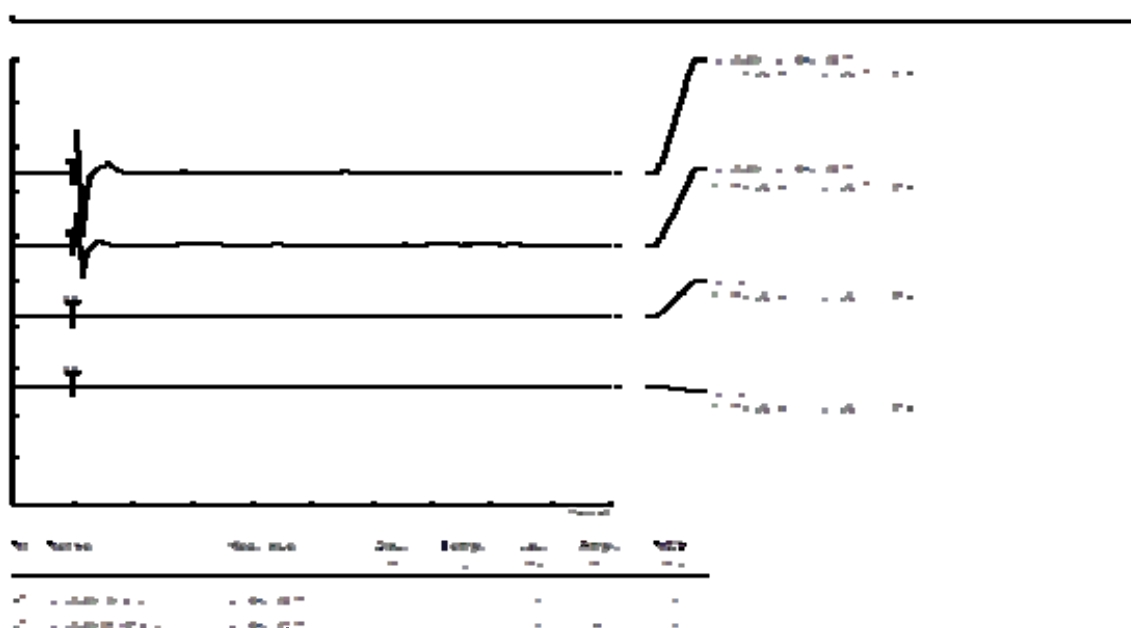


Рисунок 4.2. - Элетрогнейромиограмма пациента до проведения операции

Интерпретация. Согласно клиническим показателям и данных дополнительных методов исследования у 12-летнего пациента после реконструкции локтевого нерва на уровне I зоны повреждения в отдаленные сроки получено практически полное восстановление всех утраченных функций, которые оцениваются как хорошие.

Пациент № 2, в возрасте 20 лет, поступил в плановом порядке по поводу вторичного повреждения стволов плечевого сплетения, через полгода после получения травмы острым предметом. Больному было проведено первичное хирургическое вмешательство в условиях Российской Федерации с обработкой и ушиванием раны.

Диагноз был выставлен на основе врачебного осмотра, а также клинических исследований. В ходе осмотра обнаружено значительное отставание в развитии повреждённой (правой) верхней конечности, с дистрофией мягких тканей. Активные движения в повреждённой конечности отсутствуют. На рисунке 4.3 показан внешний вид и послеоперационный рубец от предыдущих операций.



Рисунок 4.3. - Внешний вид правой (повреждённая) и левой (здоровая) верхних конечностей у пациента №2

Как показано на рисунке 4.4, до проведения операции было чётко размечено расположение всех нервных структур плечевого сплетения, а также соседних локализаций.

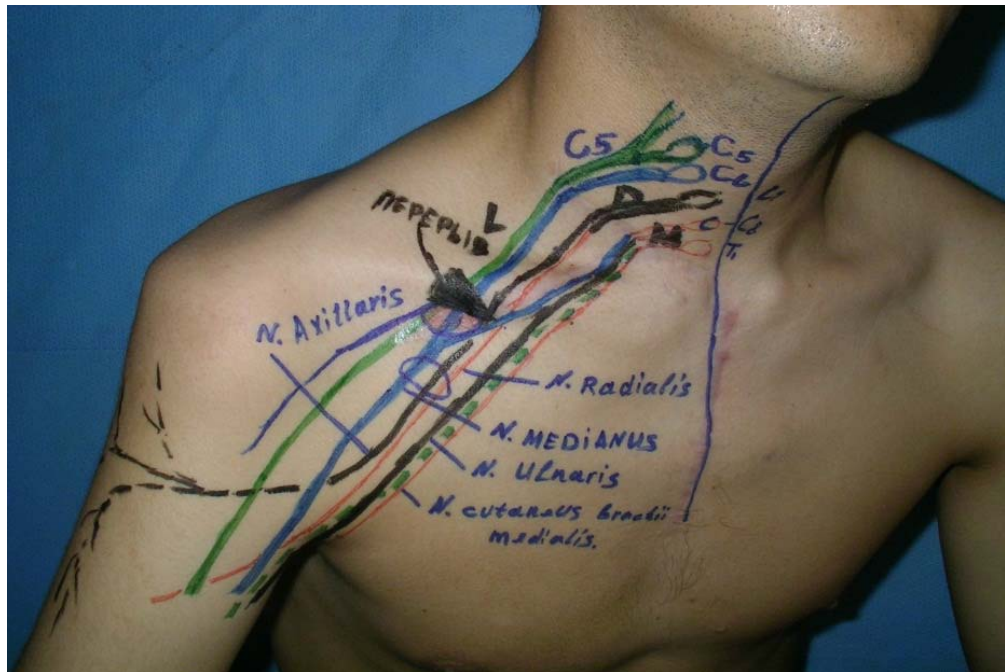


Рисунок 4.4. - Разметка нервных стволов, а также предполагаемое место перерыва

Больному проводилось экстренное вмешательство в областной больнице по месту регистрации, но полного восстановления оно не дало.

В ходе выполнения хирургического вмешательства было установлено наличие перерыва ветви С6. При максимально допустимом правилами реконструктивно-пластической хирургии сближении отмечался дефект размером в 2 см. Было принято решение заместить данный дефект аутонервом с взятием из икроножного нерва.

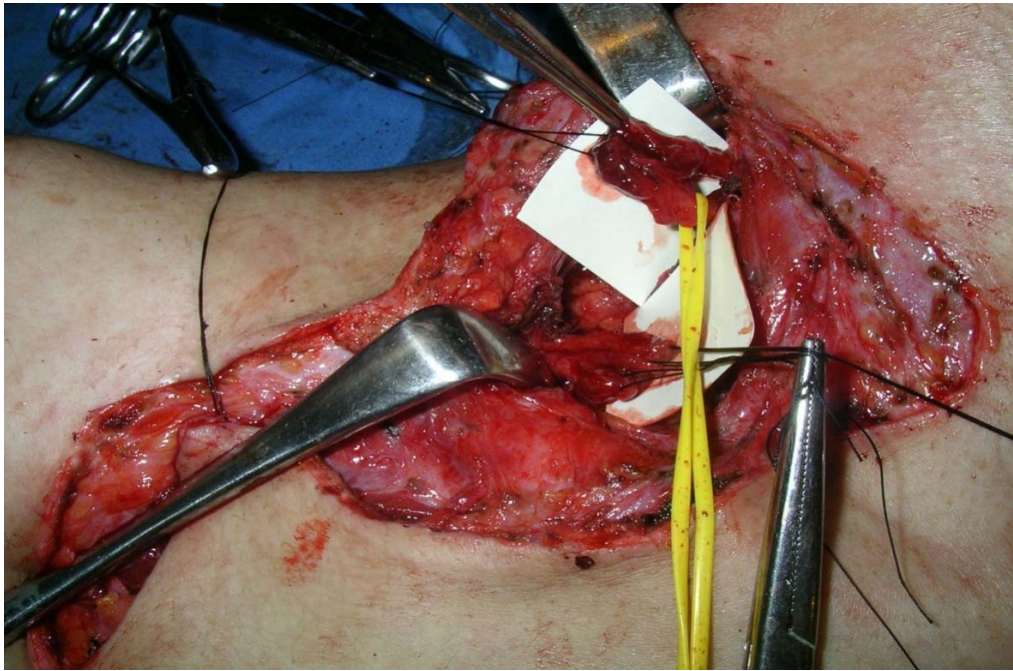


Рисунок 4.5. - Выделение повреждённой ветви и установление протяжённости истинного дефекта

Под общим эндотрахеальным наркозом была проведена микрохирургическая операция, которая длилась 90 минут. Нитью 6.0 были соединены аутооттрансплантат и концы повреждённого отрезка.



Рисунок 4.6. - Вид восстановленного участка нерва под микроскопом

На рисунке 4.6 представлен вид восстановленных нервных стволов.

Отдаленные результаты прослежены в сроки через 18 месяцев. По шкале DASH потеря практически полной трудоспособности уменьшилась до 25%. Чувствительные расстройства не обнаружены. При ЭНМГ мышц разгибателей кисти и пальцев амплитуда вызванного М-ответа составила в среднем 11,2 Мв, а % восстановления двигательных единиц составил около 38% по сравнению со здоровой кистью.

Клинический случай 3. Повреждение срединного и локтевого нервов с сгибателями пальцев кисти.

Пациент, 1976 г.р. поступил 13.11.2019г. в РНЦССХ с диагнозом: Посттравматический перерыв локтевого и срединного нервов, сухожилий сгибателей пальцев кисти на уровне нижней трети правого предплечья.

Больной поступил через 4 месяца после получения травмы предплечья. Со слов больного травму получил электрической пилой (болгаркой) и обратился в районную больницу, где была произведена первичная хирургическая обработка раны.

При поступлении отмечается гипотрофия мышц возвышения большого пальца и мизинца, межкостных промежутков кисти. Активное сгибание кисти и пальцев невозможно, отсутствует чувствительность всех пальцев кисти.

Операция была проведена под блокадой плечевого сплетения с наложением кровоостанавливающего жгута в области нижней трети плеча.



Рисунок 4.7. - Авторская модификация, использованная у пациента 3, дефект срединного и локтевого нервов



Рисунок 4.8. - Пластика дефекта срединного нерва

Отмечается полный перерыв сухожилий сгибателей I-II-III пальцев, срединного и локтевого нервов. Дефект между поврежденными концами срединного нерва составил 4 см, локтевого нерва – 5см.

После восстановления непрерывности сухожилий была произведена аутонервная пластика срединного нерва за счет глубокой веточки локтевого нерва. Проксимальный конец поверхностной чувствительной веточки

локтевого нерва был сшит в бок аутонервного трансплантата срединного нерва на 2 см ниже области проксимального анастомоза.



Рисунок 4.9. - Мобилизация и перемещение кожной веточки локтевого нерва и невротизация локтевого нерва

Послеоперационный период проходил удовлетворительно. Осложнений и неблагоприятных явлений выявлено не было. Осмотр проводился в сроки до 16 месяцев. Оценка потери трудоспособности по шкале DASH за это время снизилась с 75% до 10%. Чувствительность в соответствующих зонах иннервации повреждённых нервов восстановлена.

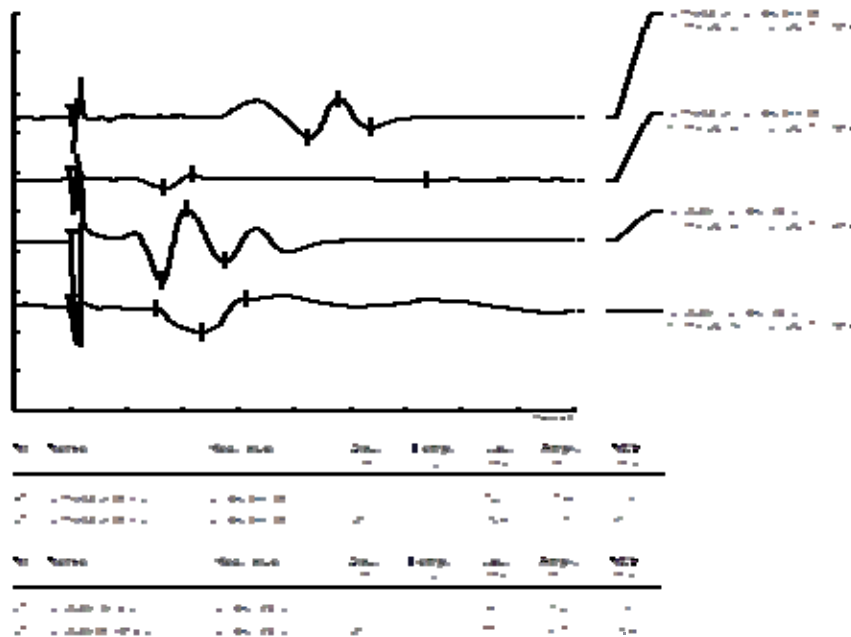


Рисунок 4.10. - Повреждение срединного и локтевого нерва на электронейромиограмме данного пациента

Таким образом, приведенные результаты свидетельствуют о высокой результативности регенерации чувствительной и сенсорно-трофической функции независимо от способа реконструкции. Показатели экстренной реконструкции как качественно, так и по количественным параметрам показали лучшие результаты по сравнению с отсроченной реконструкцией повреждений нервных стволов. Несмотря на тот факт, что во всех клинических группах данного исследования отмечалось значительное улучшение функциональных показателей, как показывает наш опыт, наиболее значимые результаты отмечаются именно в третьей группе. Неблагоприятная локализация повреждения, значительный ущерб трудовым возможностям конечности до проведения реконструкции, а также прохождение значительного временного промежутка, делают полученные результаты очень значимыми.

Разработанная методика совершенствования переключающих операций при проксимальных поражениях нервов верхней конечности показала себя полезной и перспективной для применения у будущих пациентов.

Время от момента получения травмы до обращения в специализированное учреждение, возраст больного на момент обращения, а также тактика хирургического вмешательства являются главными факторами, от которых зависит успех операции, а также показатель функционального восстановления конечности.

Таким образом, приведённые данные в первой главе показывают, что основными факторами, влияющими на степень восстановления функций верхней конечности являются время обращения, а также уровень повреждения. Несмотря на то, что лучшие результаты отмечались в группе экстренного восстановления нервов, показатели во II и в III группах также можно считать хорошими, особенно учитывая намного более позднее обращение и запущенность ситуации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Травмы верхней конечности являются одним из самых тяжёлых видов травматизма для человека. Как наиболее вовлечённый орган в трудовую деятельность человека, верхние конечности наиболее часто подвергаются травматизму. Ежегодно по поводу повреждений периферических нервов оперируются от четырёх до семи тысяч человек [17, 100]. Согласно современным статистическим данным, повреждения верхних конечностей составляют от 1 до 10% от общего объёма травматизма в современном мире [6]. До 70% всех травм опорно-двигательного аппарата приходится именно на верхние конечности [12, 35]. При этом повреждения периферических нервов конечностей отличаются высокой степенью развития инвалидности, достигающей 27 – 78% [9].

Кроме того, довольно высока частота сопутствующих поражений других структур верхних конечностей у данной категории больных. Более чем в пятой части случаев отмечается параллельное повреждение сухожилий, в 15% травмирование крупных сосудов, около четверти случаев сочетаются с переломами трубчатых костей [17]. Однако даже при своевременном корректном оказании медицинской помощи частичное восстановление функции поражённой конечности происходит после продолжительного периода реабилитации, в сроки от одного до десяти лет. Полного же восстановления не наступает почти никогда [15]. Кроме функциональной несостоятельности верхней конечности у таких больных отмечается снижение качества жизни ещё и за счёт нередкого болевого синдрома, похолодания конечности, а также чувства неполноценности, развивающегося в течение 6 месяцев после травмы [82]. Причиной отсутствия чувствительности к теплу современные исследователи считают патологическое влияние боли, при этом степень выраженности нарушений температурной чувствительности находится в прямой зависимости от

степени выраженности боли по шкале McGill, а также от времени с момента получения травмы [86].

Большинство пациентов с повреждениями нервов верхних конечностей испытывают посттравматическое шоковое состояние, особенно выраженное у лиц женского пола и при политравмах [99].

Особую актуальность проблеме повреждений нервных стволов и других структур, расположенных в верхних конечностях придаёт увеличение частоты вооружённых конфликтов по всему миру, террористических актов, свободное распространение огнестрельного оружия во многих странах [10, 11, 114, 170].

Высокую частоту в последние десятилетия приобрели повреждения плечевого сплетения ввиду увеличения доли контактных видов спорта в современном обществе, а также снижением механизации труда и увеличении доли представителей таких профессий как грузчики, при которой большая нагрузка оказывается на проксимальные отделы верхних конечностей [92]. Увеличивается также доля повреждений плечевого сплетения и в детском возрасте. Так, исследование частоты встречаемости данной локализации повреждения у лиц детского возраста с политравмами показало 0,1% данной локализации поражения [95].

Общепризнанным остаётся тот факт, что больным с повреждениями нервных стволов в большинстве случаев не оказывается достаточной помощи, причём это касается всех уровней медицинской помощи, начиная от диагностических мероприятий и заканчивая вопросами лечения [6]. Так, доля проведения фасциотомий при острых травматических воздействиях, когда это необходимо, достигает незначительных цифр, в то время как излишняя отёчность мышечной ткани при травмах способна привести к сдавлению как сосудов, так и нервов конечности, что неудовлетворительно сказывается на долгосрочных показателях трудоспособности [114].

Довольно часто отмечается развитие посттравматической невропатии у больных с переломами плечевой кости. Так, согласно данным [8], частота

развития данной патологии нервов в области плеча варьирует от 3 до 19 %, в зависимости от степени повреждения. При этом данный вид патологии развивается реже при поражении верхней трети диафиза, чаще возникая при переломах нижней средней трети. Неудовлетворительные результаты отмечаются у данной группы больных у более чем пятой части случаев, двигательные и чувствительные расстройства встречаются почти в половине случаев диафизарных переломов плечевой кости и оказания помощи на первичных этапах медицинского вмешательства. Сами диафизарные переломы составляют от 2 до 3% общего количества переломов человеческого скелета. Основную массу больных с диафизарными переломами плечевой кости составляют лица молодого трудоспособного возраста, что ещё более усугубляет социальную сторону вопроса. Часто при данной локализации переломов повреждаются лучевой и локтевой нервы. Но даже если нерв не травмирован непосредственно при самом переломе, довольно велика вероятность его ятрогенного повреждения при проведении чрезкостного остеосинтеза спицами [32]. Возможно также сдавление нервов металлоконструкциями.

Определённую трудность представляют и невромы, разрастающиеся в месте повреждений, представляющие собой опухолеподобные компоненты, вызванные регенеративным разрастанием нервных волокон в зоне повреждения [7].

Данные современных исследований показывают высокую частоту интраоперационных ошибок, ятрогенных повреждений нервов, а также диагностических ошибок на ранних этапах, приводящих к обращению в сроки, когда эффективность от лечения минимальна, определяют актуальность совершенствования методов ведения больных с повреждениями нервов верхних конечностей [9]. Так, причиной развития ятрогенных повреждений может служить неправильное положение больного в ходе выполнения оперативного вмешательства, особенно при использовании местного наркоза [84]. Особому риску подвергаются больные с сахарным

диабетом, курящие лица, крайне истощённые либо же наоборот, лица с чрезмерной массой тела, а также больные, оперативные вмешательства у которых проходят более 4 часов, так как при этом нарушается питание всех структур организма, в том числе и нервов. Кроме того, возможно повреждение нервов при неправильном проведении блокады [91]. В литературе описываются также ситуации, когда при проведении роботизированной операции по удалению доли щитовидной железы, задевались доли плечевого сплетения, отвечающие за проведение нервного импульса к локтевому нерву [93, 94]. Опасность вызывает выбор трансаксиллярного доступа для проведения долевой тиреоидэктомии.

Материал исследования составили 189 больных, поступивших в Республиканский научный центр сердечно-сосудистой хирургии с повреждениями проксимальных отделов нервов верхних конечностей. Материал охватывает период с 2000 по 2019 годы.

В работу были включены больные с проксимальными повреждениями локтевого, срединного и лучевого нервов с полным анатомическим перерывом. Для лучевого нерва за проксимальный уровень были приняты повреждения проксимальнее уровня отхождения поверхностной кожной ветви лучевого нерва, для срединного – на уровне и выше отхождения переднего межкостного нерва, и для локтевого нерва – на уровне и выше отхождения двигательных ветвей на мышцы предплечья. Всем больным был проведен ретроспективный анализ с изучением клинических данных по данным историям болезней, протоколам операций и фактическому фотоматериалу.

Пациенты были распределены на 3 клинические группы:

I-я группа: больные, поступившие в экстренном порядке, в течение 48 часов после получения травмы, которым была выполнена первичная реконструкция нервных стволов с использованием эпиневрального шва (48 больных);

II-я группа: больные, поступившие в плановом порядке, которым реконструкция повреждённых нервов произведена путём аутонервной пластики (89 пациентов);

III-я группа: больные, поступившие в плановом порядке, которым выполнены переключющие операции и их комбинации, в том числе авторская методика, которая будет описана ниже (52 пациента).

Критериями включения больных в данное исследование послужили: повреждения нервов на проксимальном уровне, приемлемые сроки реконструкции (до 12 месяцев) после травмы, доступность пациента для изучения отдаленных результатов, сроки наблюдения выше двух с половиной лет от даты операции, наличие медицинской документации, оформленной на достаточно приемлемом уровне.

По половому признаку большинство включённых в исследования лиц относилось к мужскому полу – 152 (80,4%). Средний возраст больных составил $30,7 \pm 2,7$ года и колебался в пределах 1 года до 65 лет. Таким образом, приведённые данные, касательно возрастных аспектов, показывают высокую встречаемость повреждений нервов верхних конечностей у лиц активного трудоспособного возраста, что придаёт проблеме ведения таких больных в условиях Таджикистана дополнительную актуальность.

Наибольшее количество случаев повреждений относилось к травмам локтевого нерва – 69(36,5%) случаев. Второе место в структуре повреждений, уверенно занимали повреждения лучевого нерва – 53(28%) случая. Далее следовали изолированные повреждения срединного нерва, отмеченные в 29(15,3%) случаях. В общей совокупности, изолированные повреждения одного нерва встречались в 79,9% случаев (151 случай).

Сочетанные травмы нескольких нервов отмечались у 38(20,1%) пациентов. Среди них, значительное превалирование отмечалось в пользу сочетаний повреждений срединного и локтевого нервов – 22(11,6%) случая. Количество обратившихся за медицинской помощью с сочетанием повреждений лучевого и срединного нервов более чем в два раза уступало

предыдущему варианту, составляя 9 (4,8%) случаев. В 5(2,6%) наблюдениях отмечалось поражение всех трёх основных нервных стволов проксимального отдела верхней конечности. Данные варианты представляли особо тяжёлые случаи как с точки зрения хирургического вмешательства, так и с позиции дальнейшего функционального восстановления конечности. Лишь в двух случаях (1,1%) были обнаружены сочетанные повреждения лучевого и локтевого нервов, без повреждения срединного нерва. Столь редкое сочетание объясняется противоположным расположением этих нервных стволов относительно друг друга.

Более чем в трети случаев (72 случая – 38,1%) повреждения нервов сопровождались сопутствующими повреждениями других структур.

Большая часть сопутствующих повреждений включала вовлеченность в травматический процесс сосуда – 28 (14,8%) случаев, и мышцы – 21(11,1%). В 19 (10,1%) случаях отмечались переломы плечевой кости, и лишь в 4 (2,1%) наблюдения были повреждены сухожилия. Такой низкий процент повреждений сухожилий связан с тем, что большинство из них в проксимальной части верхней конечности располагается вдали от традиционной зоны повреждения нервных стволов. Вышеприведённые данные показывают довольно высокую частоту сопутствующего поражения сосудистого компонента, а также мышц и перелома кости, что требует комплексного ведения таких больных с тщательной разработкой тактики.

Обычно за I зону берётся промежуток от выхода нервных стволов C5 –Th1 из спинного мозга, вплоть до перехода верхней, средней и нижней ветвей (Superior, Middle et Inferior) в латеральную, заднюю, и медиальную (Lateral, Posterior et Medial). Эти поражения характеризуются самыми тяжёлыми последствиями и наибольшей трудностью в восстановлении повреждений нервов. К сожалению, при данном виде поражений отмечается полная потеря трудоспособности и чувствительности в конечности практически во всех случаях. Поэтому больные с данной локализацией поражения не были включены в исследование.

Ко II зоне относили повреждения на промежутке непосредственно латеральной, задней, и медиальной (Lateral, Posterior et Medial). В исследование вошли 53 пациента с данной локализацией повреждения нервов

К III зоне относили отрезки срединного, лучевого и локтевого нервов проксимальной части, вплоть до области перехода их в дистальную часть. Таких больных было больше всего в группе исследования – 136 больных.

Большая часть больных с высокими повреждениями (II зона) были включены в III клиническую группу, так как чем проксимальнее повреждения, тем труднее достичь восстановления всех функций. Однако стоит заметить, что больные с высокими повреждениями были в каждой группе, в том числе и при экстренном обращении.

Разработка хирургической тактики вмешательства в зависимости от топографо-анатомической локализации повреждения крайне важна, так как от этого зависит выбор метода хирургического вмешательства на нервах, а также возможность поражения сопутствующих структур (артерий, сухожилий, мышц и т.д.).

Что касается возраста, то, как уже было указано выше, в данной работе проводилось наблюдение, в основном, за лицами трудоспособного возраста.

Среди возрастных групп малолетние дети составили 16,4%, более трети пациентов были представлены возрастной группой до 10 лет. Остальные пациенты были молодого возраста, доля пациентов старше 40 лет составила чуть более 12 %.

По половому признаку превалировал мужской пол, который составил $\frac{3}{4}$ общего количества пациентов. Повреждения справа на 30% превышали левосторонние, что свидетельствует о подверженности доминантной руки травмам.

Травматические факторы, которые послужили причиной повреждения нервов, чаще относились к колотым и резаным ранениям. Их доля от общего числа этиологических факторов составила чуть менее $\frac{3}{4}$ от общего числа.

Тяжёлые раздавленные ранения уже сами по себе являются показаниями к ампутации конечности. Однако в наше исследование были включены 42 пациента с такой этиологией повреждения нервов верхних конечностей. При этом половина таких пациентов (21) вошла в III клиническую группу.

Лица с последствиями ятрогенных повреждений, электротравм и огнестрельных ранений составили не более 4% от общего числа больных.

Что касается географического распределения пациентов, то большая часть пациентов относилась к столичному региону и к городам Республиканского подчинения. Это связано с отдалённостью других областей республики, а также с географическими препятствиями на пути обращения в специализированный столичный стационар. Кроме того, стационары Согдийской области частично обеспечены специалистами в области реконструкции повреждённых элементов верхних конечностей, поэтому очень часто первичная обработка и восстановление небольших повреждений проводится в условиях областной больницы. В последнее время такая же ситуация отмечается в стационарах Хатлонской области, где многие больные оперируются в условиях центральной клинической больницы города Дангара, оснащённой всем необходимым.

В экстренном порядке поступали больные в основном из столичного региона, а также из районов Республиканского подчинения. Это связано с меньшим расстоянием к специализированным центрам. Из Горно-Бадахшанской области поступило лишь 8 больных, и ни одного в экстренном порядке.

В целом, в экстренном порядке преобладали ранения острым предметом. Больные с дефектами нервов чаще поступали в плановом порядке и с отдаленных регионов.

Безусловно, постулат, разработанный ещё в древнее время «нужно лечить пациента, а не болезнь», как никакой другой описывает основной принцип лечения больных с проксимальными повреждениями нервов

верхних конечностей. Выбор методики восстановления повреждённых нервов должен зависеть от сопутствующих факторов, и, прежде всего, от уровня повреждения. Чем выше уровень повреждения, тем больше усилий, как во время, так и после операции необходимо для того, чтобы достичь восстановления как можно большего объёма утерянных функций. Положение о том, что как можно более раннее вмешательство при повреждении нервов является наиболее оптимальным вариантом, невозможно отрицать. Да, при наложении экстренного эпиневрального шва достигаются наиболее благоприятные функциональные результаты. Однако даже в Западной литературе процент обращения в первые двое суток, когда такое вмешательство возможно, не достигает и 10% [12, 144]. Но даже при своевременном обращении в специализированное учреждение, далеко не всегда существует возможность наложения шва «конец в конец» ввиду обильного кровотечения, параллельно тяжёлых повреждений сопутствующих нервам структур верхней конечности, а также плохому качеству нервной ткани на протяжённых промежутках (раздавление, ушиб и так далее).

Именно поэтому в данной работе I клиническая группа была образована не для того, чтобы доказать или опровергнуть эффективность наложения экстренного эпиневрального шва «конец в конец» (она и так доказана многочисленными исследованиям [86, 99, 112, 164]), а скорее для использования в качестве «золотого стандарта» и сравнения результатов в ней с применением аутонервной пластики и переключающих операций во II и III клинических группах. Понятно, что при проксимальных повреждениях (особенно при высоких локализациях, во II анатомической зоне (рис.2)), добиться такого же результата практически невозможно. Максимальной задачей для хирурга при аутонейропластике или при переключающих операциях является как можно более приближенное к экстренному шву восстановление функций верхней конечности.

Большую роль в выборе метода хирургического вмешательства играет правильная диагностика уровня повреждения и задетой травматическим

агентом нервного ствола или ветви. Несмотря на все достижения современной диагностики заболеваний, визуальная и пальпаторная диагностика продолжает играть большую роль с целью оценки уровня получения травмы. При этом необходимо учитывать особенности иннервации верхней конечности и хорошо знать анатомию данной области.

Срединный нерв в своём составе содержит моторные, сенсорные и вегетативные волокна. Этот нервный ствол отвечает за двигательную иннервацию большей части мышц сгибателей пальцев и кисти, за сенсорно-трофическую и вегетативную иннервацию основной площади из кожного покрова кисти. В противоположность срединному, локтевой нерв иннервирует лишь небольшую часть мышц сгибателей пальцев и кисти на предплечье, а также кожные покровы лишь полтора пальца с локтевым краем кисти. Кроме того, этим стволом обеспечивается иннервация практически всех коротких (собственных) мышц кисти (за исключением маленькой порции мышц возвышения большого пальца), благодаря чему данный нерв называют двигательным нервом кисти, в то время как срединный считают трофически-сенсорным нервом данной анатомической области. Лучевой нерв иннервирует 9 разгибательных мышечных групп, расположенных на предплечье, ответственных за активное разгибание кисти и длинных пальцев, разгибание/отведение большого пальца.

Учитывая вышеуказанные особенности иннервации, поражение одного нерва приводят к развитию чёткой картины, соответствующей утрате именно с данным нервом связанной функции. При поражении нескольких стволов отмечается смешанная картина, которая будет включать нарушения иннервации в тех участках, за которые отвечает именно затронутые травмой нервы. При этом в проведенных ранее исследованиях нашей клиники установлено, что выпадение функций кисти при одновременных повреждениях срединного и локтевого нервов это не сумма выпавших функций в результате повреждении каждого нерва в отдельности, а значительно больше неё. Это связано с тем, что при повреждении одного

нерва другой – сохраненный соседний нерв - частично перекрывает денервированные соседние структуры, а при одновременном их повреждении такой возможности не существует и нарушений функций будет больше, чем при повреждении одного нервного ствола.

Ориентируясь на потерю двигательной функции и чувствительности, в зависимости от зон иннервации определённых нервных стволов необходимо подбирать объём выполняемых оперативных вмешательств.

Как и в любом деле, при ведении больных с повреждениями нервов верхних конечностей намного легче достичь оптимального результата, придерживаясь определённого плана.

Хотя окончательный вариант алгоритма будет приведён в конце данной работы, на основе опыта ведения 189 больных с проксимальными повреждениями, некоторые моменты целесообразно упомянуть в этой главе. Алгоритмы лечения больных с дистальными повреждениями нервов и принципы их разработки приведены в новейших работах, в том числе и отечественных авторов. Однако алгоритм ведения больных с проксимальными повреждениями нервов должен иметь определённые отличия. К примеру, уровень повреждения имеет намного большее значение для выбора метода хирургического вмешательства, чем при дистальных повреждениях.

В первую клиническую группу вошли 48 больных, поступивших в первые двое суток с момента получения травмы. В подавляющем большинстве случаев этиологическим факторов перерыва нервных стволов на проксимальном уровне являлось поражение острым предметом с нанесением колото-резанной раны (39 больных). Только в 9 случаях отмечалось наличие тяжёлых повреждений с раздавливанием нервной ткани. Однако малая протяжённость повреждения помогла достичь удаления раздавленных тканей и сопоставления концов без значительного натяжения нервного ствола.

Особое внимание при свеживании концов нервного ствола в месте повреждения уделялось изучению структуры дистальных отделов нероцитов для осуществления как можно более точного сопоставления обоих концов повреждённого нерва при сшивании эпиневрия.

Следует, однако, учитывать, что даже при экстренном обращении не всегда следует использовать данную методику. Даже при фиксации конечности в положении максимального сгибания в суставе при больших дефектах нельзя надеяться на получение благоприятного результата. Поэтому в данной работе методика соединения нерва эпиневральным швом «конец в конец» применялась только при размерах диастаза не более трёх сантиметров. При этом по размеру дефекта диастазы делились на два вида, в зависимости от принадлежности к которым и выбиралась методика наложения эпиневрального шва «конец в конец». При дефектах протяжённостью до 2 см (малые дефекты) концы повреждённого нерва сближались и сшивались без особого натяжения. Однако при наложении такого шва всегда необходимо руководствоваться ситуацией. Данные правила не являются постулатом, так как бывают случаи, когда даже столь малый дефект ввиду сильного натяжения, возникающего по причине анатомической особенности зоны повреждения, вызывает сильное натяжение. Особенно часто такие случаи отмечаются при повреждениях локтевого нерва.

При дефектах протяжённостью 2-3 см (но не более) с целью снижения натяжения проводилось сгибание конечности в суставе. Наличие дефектов протяжённостью более 3 см являлось прямым показанием к включению больного во II клиническую группу (проведение аутонервной пластики).

Для снижения натяжения при выборе методики соединения концов повреждённого нерва без применения аутонервной пластики, а только с использованием местных тканей «конец в конец» существует также ряд методик, некоторые из которых были разработаны специалистами отделений восстановительной хирургии и реконструктивной и пластической

микрохирургии Республиканского научного центра сердечно-сосудистой хирургии.

Используемая в работе методика заключалась в приближении двух концов путём сближения задней поверхности, избегая натяжение. Таким образом, возможно устранение дефекта до 1 см длиной. С целью оценки возможности или невозможности устранения диастаза, применялась простая методика удержания концов повреждённого нерва двумя узлами нитью 8/0: если сшивание не приводит к удерживанию нерва в таком положении, то любые попытки устранения дефекта без аутонервной пластики или другой методики применения замещения нерва будут безрезультативны.

Стоит отметить также большое значение сопоставления краёв фасцикул при сшивании концов нервов, используя зеркальное сопоставление. Если не придерживаться этого правила, то возникнут проблемы в плане функционального восстановления, а также другого характера нежелательные исходы.

Во II клинической группе находились больные с протяжёнными диастазами (более 3 см), а также с невозможностью сопоставления и соединения концов повреждённого нерва по методике «конец в конец», ввиду анатомических особенностей.

В данной работе использовалась разновидность аутонервной пластики, представляющая собой усовершенствованный метод H. Millesi.

В преимущественном большинстве случаев (более 90%) трансплантатом послужил икроножный нерв. Данная донорская зона имеет ряд преимуществ, в том числе возможность взятия аутонерва большой протяжённости, незначительный косметический ущерб, лёгкая доступность нерва, относительно малый объём участия икроножного нерва в функциональном отношении.

Несмотря на все преимущества применения аутонейропластики, именно при проксимальных повреждениях нервов верхних конечностей очень часто замещение дефекта данной методикой неэффективно. Большинство авторов

рекомендуют применение аутонерва для замещения дефекта протяжённостью до 6 см. При диастазах большей протяжённости считается, что в условиях недостаточного кровообращения (что нередко при таких травмах) прорастание нервной ткани в области шва недостаточно. К тому же, за время прорастания фасцикул через трансплантат происходит фиброзный процесс в области дистального анастомоза, что препятствует проникновению через него прорастающих фасцикул. Это приводит к затруднениям либо к полному прекращению прохождения импульса по данному участку в отдалённые сроки после операции.

Немаловажным моментом также является необходимость переключения иннервации с поврежденного участка, вплоть до приживления аутонерва с целью предотвращения атрофии мышц, которые им иннервируются. Именно поэтому в данную группу вошли не только больные, которым были выполнены переключающие операции, но и комбинации с аутонейропластикой. Именно для этой цели был разработан авторский метод нетипичной невротизации кисти при застарелых повреждениях нервных стволов (заявление на изобретение № 2001406 от 02.03.2020г.). Изобретение заключается в следующем. Предложенный способ атипичной невротизации локтевого нерва при застарелых повреждениях нервных стволов верхних конечностей и повреждениях их на высоком уровне (области верхней трети предплечья) достигается путем: 1) широкой мобилизации поврежденных структур в области нижней трети предплечья; 2) определения исходного дефекта нервных стволов и образующегося дефекта после резекции их в пределах здоровых фасцикул; 3) аутонервной пластики срединного нерва за счет аваскулярного трансплантата двигательной порции локтевого нерва; 4) мобилизации поверхностной ветви локтевого нерва и сшиванию его в бок аутонервного трансплантата срединного нерва.

После мобилизации срединного и локтевого нерва на уровне нижней трети предплечья определяется уровень повреждения и исходный диастаз между концами нервных стволов. После чего резецируются проксимальные и

дистальные концы нервных стволов в пределах здоровых фасцикул и повторно определяется диастаз. Выполняется аутонервная пластика срединного нерва за счет двигательной порции локтевого нерва. Диастаз между концами срединного нерва составлял более 8 см. Проксимальный конец поверхностной чувствительной веточки локтевого нерва перемещается в область средней части аутонервного трансплантата и накладывается анастомоз “конец в бок”.

Кроме данной методики, на которую был получен патент на изобретение, использовались стандартные методики невротизации, с подсоединением к повреждённому нерву кожных веточек основных нервных стволов верхних конечностей, а также частей основных стволов.

Средний период пребывания в стационаре составил $3,8 \pm 1,6$ дня. При этом экстренное вмешательство требовало гораздо меньше времени для восстановления и, следовательно, пребывания в госпитале ($2,9 \pm 1,3$). Использование продуманной схемы консервативного лечения в послеоперационном периоде, а также применение надёжных методов фиксации конечности, с целью избегания послеоперационных разрывов нервных стволов, помогло избежать неблагоприятных явлений у всех больных. Нагноения и кровотечений в ближайшие сроки не отмечалось. Заживление раны проходило первичным натяжением.

Что касается интраоперационных показателей в каждой из групп, то стоит отметить значительную разницу в длительности проведения оперативного вмешательства во II группе между различными методиками. В тех немногих случаях, когда удавалось восстановить целостность нерва при помощи методики соединения «конец в конец» длительность оперативного вмешательства в среднем составляла $1,1 \pm 0,2$ часа. При проведении операции с использованием для замещения дефекта нервного ствола аутонервного трансплантата взятого из икроножного нерва, средняя длительность проведения операции увеличивалась уже до $2,1 \pm 0,4$ часа. Длительность

проведения переключающих операций составляла соразмеряемые с аутонервной пластикой цифрами и составляла $2,2 \pm 0,5$ часа.

Преимущество применения местного обезболивания по показаниям в хирургии, не вызывает сомнений. Однако в случае с хирургическим вмешательством на проксимальных отделах нервных стволов верхней конечности, оно имеет некоторые особенности. В отличие от дистальных повреждений, когда применение местной анестезии возможно в подавляющем большинстве случаев, при проксимальных повреждениях использование проводящей анестезии ограничено. Местное обезболивание с использованием 1% раствора лидокаина использовалось в 21 случае в основном при локализации в III анатомической зоне повреждения (см. рис.2). Применение местного обезболивания в основном при экстренном обращении также оправдано необходимостью как можно более скорого вмешательства и реконструкции. Не секрет что большинство больных в условиях Таджикистана обращаются в поздние сроки, что обусловлено большими расстояниями между специализированными учреждениями и большинством населённых пунктов, а также социально-бытовыми условиями.

Обезболивание с использованием блокады плечевого сплетения проводилось в 17 случаях. Благодаря наличию опытных анестезиологов, удалось выполнить данный вид обезболивания достаточному количеству больных, при локализации повреждений в III анатомической зоне. Применение данного вида обезболивания также показало себя удобным и безопасным при наличии показаний.

В целом при соблюдении стандартных правил ведения больных с повреждениями верхних конечностей, можно легко избежать ближайших осложнений, в том числе кровотечений и нагноения раны.

Для оценки функционального восстановления верхней конечности использовались как субъективные, так и объективные методы исследования. Как уже было сказано во II главе данной работы, применение модифицированного опросника DASH, содержащего десять вопросов

относительно оценки самим больным способностей оперированной конечности, показало себя эффективным и удобным во многих исследованиях, проводившихся в Республиканском научном центре сердечно-сосудистой хирургии. Использование данного опросника позволяет в самые короткие сроки получить представление относительно функциональных возможностей конечности как до, так и после проведения хирургического восстановительного вмешательства.

В первой клинической группе, ввиду того что большинство вмешательств проводились в экстренном порядке, возможности оценить функциональное состояние до операции не представлялось. Несмотря на то, что в I группе наблюдается самый низкий показатель процента потери функций конечности, это больше связано с благоприятным временем обращения и общей ситуацией с повреждением нерва.

Как видно из таблицы 8, во II группе средняя статистическая разница между потерей трудоспособности до и после реконструкции нерва с использованием аутонервной пластики составила более 30%. Данный результат можно считать очень хорошим, учитывая сложность восстановления функций конечностей в отдалённые сроки после получения травмы.

В III клинической группе, несмотря на достаточно высокий уровень потери трудоспособности как до, так и после операции, отмечается самый высокий прогресс (в среднем более 45% трудоспособности) после проведения реконструкции. Это связано как с изначально тяжёлым положением конечности, так и с высокой эффективностью методики транспозиции нерва.

Касательно зависимости результатов реконструкции нервных стволов от локализации повреждения, наибольшее количество случаев повреждения в группе исследования приходилось на локтевой нерв. Хирургические вмешательства на данном нервном стволе показали себя эффективными с целью восстановления проведения импульса по нему. При этом результаты

были хороши во всех трёх клинических группах. Нарушения чувствительности в области верхней конечности можно считать самым ярким проявлением наличия патологии локтевого нерва. Самой простой методикой оценки является оценка нарушения чувствительности по пятибалльной шкале. При этом к умеренному нарушению чувствительности относились результаты оценки от 1 до 3 баллов, выше – к выраженному нарушению чувствительности.

Изучение как ближайших, так и отдалённых результатов реконструкции данного нерва показали умеренное качество восстановления утраченных функций. Однако при проксимальных поражениях, в особенности при высоких локализациях, аксоны не успевают достигать мышц кисти и реинервировать их, так как за это время мышцы успевают необратимо дегенерироваться.

Выраженность потери чувствительности в I и во II клинической группах практически не отличалась до проведения хирургического вмешательства. Около 2/3 пациентов в обеих группах имели умеренную выраженность потери чувствительности, а после проведения хирургического вмешательства выраженные нарушения практически полностью были устранены (за исключением одного случая во II клинической группе).

Обратная ситуация наблюдалась в III клинической группе. Подавляющее большинство людей в данной группе – 92%, имели выраженные нарушения чувствительности. Проведение хирургического вмешательства удалось снизить эти показатели до 20%, при этом в нескольких случаях снизив потерю чувствительности до умеренной степени.

Такие же показатели наблюдались у больных с повреждениями срединного нерва, во всех трёх клинических группах. Как и в случае с локтевым нервом, лучшие результаты при реконструкции срединного нерва отмечались при экстренном обращении. Однако, с учётом показателей потери функций верхней конечности до, и после проведения операции, наиболее эффективной является методика переключающих операций, в

особенности в авторской модификации, которая была описана в главе III. Применение авторской методики переключения позволило сохранить проводимость по дистальным отделам нервной системы верхней конечности, которые при переключении по стандартной методике, фактически остаются выключенными из общей системы. Именно соединение дистальной части поражённого нерва к соседней веточке позволяет избежать этого. Следует отметить, что переключение (транспозиция) нерва или же невротизация является способом восстановления иннервации при отсутствии возможности его достижения другими существующими на сегодняшний день способами реконструкции нервов.

Определение дискриминационной чувствительности (ДЧ) на здоровой и поражённой конечности, является важным критерием оценки восстановления сенсорно-трофической функции. Показатели измерялись при помощи стандартного оборудования в области предплечья, запястья, а также в области ладони (тыльная и наружная сторона).

Дискриминационная чувствительность является количественным показателем степени восстановления сенсорно-трофической функции.

Как и в предыдущих случаях, было установлено, что наилучшие показатели восстановления по ДЧ отмечались в I клинической группе. Таким образом, использование методики соединения повреждённого нерва «конец в конец» представляется наиболее надёжным в экстренных условиях.

При плановом восстановлении, вне зависимости от группы, результаты значительно уступали таковым при экстренном восстановлении. При этом, полученные данные показывают, что результаты применения аутонервной пластики и переключающих операций практически идентично, несмотря на большую тяжесть общего состояния в III клинической группе. Статистическая обработка данных показывает, что не последнюю роль в этом играет применение авторской методики реконструкции нерва.

Как и показатели предыдущих исследований, проведённые в нашем Центре, данная работа показывает, что лучше всего, касательно

восстановления ДЧ, себя показывает срединный нерв. Наименее благоприятная картина отмечалась при восстановлении лучевого нерва, в то время как восстановление ДЧ при реконструкции локтевого нерва занимало промежуточное положение и считалось удовлетворительным. Что касается одновременного повреждения двух нервов, и их восстановления, то отмечалось плохое восстановление у больных с поражением локтевого и срединного нерва.

Градиент температуры измеряли в зависимости от вида поврежденного нерва на подушечках II или V пальцев и высчитывали по разнице между оперированной и здоровой кистью. Закономерности, выявленные по отношению ДЧ, повторились в случае с изменением температуры конечностей.

Полученные данные показывают сильные различия между первой и остальными клиническими группами, в пользу первой группы. Таким образом, напрашивается вывод о том, что главенствующими факторами для достижения благоприятных результатов являются именно временной фактор и фактор локализации (уровня) повреждения.

При сравнении электронейромиографических показателей амплитуда М-ответа и % восстановленных двигательных единиц были выше в группе больных с экстренными повреждениями. По степени двигательного восстановления показатели после аутонервной пластики несколько уступали результатам шва нервов конец в конец. Это может быть связано с тем, что в отдельных случаях в период освоения техники операции при плановом восстановлении не было уделено должного внимания фактору длины трансплантатов.

Самые лучшие двигательные результаты были получены после экстренной реконструкции срединного нерва и лучевого нерва. Степень регенерации по локтевому нерву уступала другим нервам по всем параметрам. Эти количественные изменения варьировали в пределах

полученных хороших и удовлетворительных клинических результатах от М3 до М4 практически во всех случаях.

Таким образом, приведённые данные показывают необходимость подбора методики реконструкции нервов при поражениях на проксимальных уровнях конечности в зависимости от сопутствующих факторов. Авторская методика показала себя эффективной и безопасной, а также легко выполнимой в условиях специализированного стационара. Использование алгоритма действий, приведённого в данной работе помогает снизить количество неудачных случаев реконструкции до минимума, что подтверждается данными дополнительных методов исследования.

ВЫВОДЫ

1. Проксимальные повреждения нервов верхней конечности составляют 45,2% от всех повреждений нервов верхней конечности, которые в 20,1% случаях встречаются в виде повреждений двух и более нервных стволов и в 38,1% случаях сопровождаются повреждением магистральных сосудов, мышц и костей. В преимущественном большинстве случаев (74,6%) эти больные обращаются в специализированное учреждение в плановом порядке в запущенные сроки после получения травмы.

2. Выбор оптимального метода хирургического лечения повреждений нервных стволов верхней конечности на проксимальном уровне в основном зависит от срока после травмы и сочетанности повреждения нервных стволов.

3. С целью сокращения длительности периода реабилитации больных и скорейшего достижения наиболее возможного улучшения функции верхней конечности при проксимальных повреждениях нервов верхней конечности целесообразно применение альтернативных методов реконструкции (невротизация или перемещение нерва, сухожильно-мышечная транспозиция).

4. Результаты даже самого идеального варианта реконструкции поврежденных нервов на проксимальных уровнях верхней конечности в экстренном порядке достигли менее 90%, что свидетельствует трудности достижения оптимального результата у этих больных.

5. Альтернативные методы реконструкции у больных III клинической группы с плохим прогнозом получения функциональных результатов позволили достигать значительного прогресса (до 45%) в улучшении утраченных функций верхней конечности даже в тех случаях, когда повреждения нервов считались застарелыми.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Внедрение новых неинвазивных способов диагностики повреждений нервов позволяют улучшить диагностику повреждений нервов верхних конечностей.

2. Оптимизация лечения больных с проксимальными (высокими) повреждениями нервов верхних конечностей способствует сокращению длительности лечения и периода нетрудоспособности больных, значительно улучшая качество жизни пострадавших.

3. Переключающие операции на дистальном уровне позволяют значительно уменьшить период прорастания аксонов, а также снизить тяжесть и частоту инвалидности у данных больных.

4. Разработанный алгоритм хирургической тактики при проксимальных (высоких) повреждениях нервов верхних конечностей позволяет оптимизировать и стандартизировать подходы при различных клинических ситуациях.

Список литературы

1. Агранович О. Е. Коконтракция у больных с последствиями интранатальной травмы плечевого сплетения (обзор литературы) / О. Е. Агранович // Нервно-мышечные болезни. – 2021. – Т. 11, №. 1. – С. 12-18.
2. Арсаханова Г. А. Основные аспекты диагностики повреждений периферических нервов / Г. А. Арсаханова // Вестник Чеченского государственного университета. – 2016. – № 1. – С. 55-57.
3. Аспекты изучения диффузного аксонального повреждения: возможность использования структурных компонентов нервной ткани в качестве биомаркеров при его диагностике / А. Н. Шай [и др.] // Лечебное дело. – 2016. – № 4. – С.96 – 100.
4. Балязин-Парфенов И. В., Мамедов О. М., Балязин В. А. О хирургическом лечении травматической нейропатии периферических нервов / И. В.Балязин-Парфенов, О. М. Мамедов, В. А. Балязин // IX Всероссийский съезд нейрохирургов. – 2021. – С. 54-54.
5. Баранов Н. А. Улучшение результатов лечения пациентов с травмами нервов и сухожилий путем объективизации выбора способа их восстановления с учетом индивидуальных биомеханических свойств / Н. А. Баранов, В. В. Масляков // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2015. – Т. 18, № 3. – С. 18-24.
6. Бехтерев А. В. Тактика при повреждении периферических нервов верхней конечности / А. В. Бехтерев, С. А. Ткаченко, В. Д. Машталов // Главный врач Юга России. – 2017. – № 4 (57). – С. 28 – 32.
7. Благовещенская Д. Б. Описание клинического случая лечения посттравматической концевой невромы второго пальца кисти (случай из практики) / Д. Б. Благовещенская, А. Д. Мишустин // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2017. – Т. 11б № 2. – С.168 – 170.

8. Болезни периферической нервной системы: мононевропатии / Г. Д. Ситник [и др.] // Приложение к журналу «Лечебное дело». – 2021. – №1. – С. 27.
9. Вишневский В. А. Некоторые вопросы лечения травм периферических нервов конечностей / В. А. Вишневский // ScienceRise. – 2015. – Т. 11, № 3 (16). – С. 60-65.
10. Возможности хирургического лечения заболеваний и повреждений бедренного нерва / А. Ю. Орлов [и др.] // Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова. - 2021. - Т. 13, № 3. - С. 35-40.
11. Врачебно-экспертные исходы у военнослужащих, раненных в конечности в ходе локальных вооружённых конфликтов и проведения и контртеррористических операций / В. В. Булавин [и др.] // Медицина катастроф. – 2018. – № 2. – С. 25-29.
12. Высокоразрешающая ультрасонография в диагностике и хирургии периферических нервов конечностей (обзор литературы) / Ш. М. Айтемиров [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2015. – № 3 (77). – С.116 – 125.
13. Галиакбарова В. А. Возможности репаративной регенерации нервных волокон, подвергшихся стимуляции стромальными клетками жировой ткани / В. А. Галиакбарова, Е. Э. Гусарова, А. Р. Кувакова // Современные концепции развития науки. – 2017. – №3. – С. 150-156.
14. Галич С. П. Сочетанное применение хирургических и клеточных технологий при лечении последствий повреждений сухожилий и нервов предплечья в условиях рубцово-измененных тканей / С. П. Галич, А. Ю. Фурманов, А. Ю. Дабижа // Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 2015. – № 1. – С. 45-49.
15. Герасимов А. А. Новые принципы эффективного восстановления нервов / А. А. Герасимов, Е. А. Дубовик // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. – 2016. – № 1 (23). – С. 60 – 64.

16. Гречанык Е. И. Ультразвуковая диагностика повреждений периферических нервов при боевой травме / Е. И. Гречанык, Р. Я. Абдуллаев, Р. В. Бубнов // Международный медицинский журнал. – 2016. – №2. – С. 96 – 100.
17. Диагностическая точность ультразвукового исследования при повреждениях периферических нервов конечностей / Е. А. Журбин [и др.] // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2017. – № 3. – С. 63-68.
18. Евтушенко С. К. Туннельные невропатии. Трудности диагностики и терапии / С. К. Евтушенко, А. Н. Евтушевская, В. В. Марусиченко // Международный неврологический журнал. – 2015. – № 1 (71). – С.25 – 30.
19. Затолокина М. А. К вопросу о микроскопическом строении периферических нервов задней поверхности плеча в области средней трети / М. А. Затолокина, Л. А. Мантулина, В. А. Липатов // Фундаментальные исследования. – 2015. – Т. 4, № 1. – С.748 – 751.
20. Затолокина М. А. К вопросу о структурной организации периферических нервов плечевого сплетения в области средней трети плеча в возрастном аспекте / М. А. Затолокина // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – №4. - С. 378 – 380.
21. Затолокина М. А. Особенности корреляционной зависимости элементов сосудисто-нервного пучка периферических нервов плечевого сплетения и толщины периневрия в области средней трети плеча в филогенетическом ряду / М. А. Затолокина, Д. М. Ярмamedов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2015. – № 1. – С. 93-100.
22. Затолокина М. А. Современные представления об источниках развития и структурно-функциональных особенностях соединительнотканых оболочек периферических нервов плечевого

сплетения / М. А. Затолокина // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 3. – С. 7.

23. Золотов А. С. Случай высокой бифуркации срединного нерва / А. С. Золотов, О. И. Пак // Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени НН Бурденко. – 2015. – Т. 79, № 5. – С. 68-71.

24. Золотова Н. Н. К вопросу чрезмышечковых переломов плечевой кости у детей / Н. Н. Золотова, К. А. Сабирова, Б. М. Болтаев // Современные тенденции развития образования, науки и технологий. – 2019. – №1. - С. 183-185.

25. Зоркова А. В. Хирургическое лечение закрытых внутривольных травматических повреждений периферических нервов / А. В. Зоркова, В. Н. Григорьева, С. Е. Гликин // Медицинский альманах. – 2018. – № 5. – С. 134-137.

26. Интраоперационная инфракрасная флуоресцентная ангиография в хирургии повреждений периферических нервов / Д. В. Свистов и др. // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2021. – Т. 23. – №. 1. – С. 59-66.

27. Истягин А. А. Распространенность и клиническое значение добавочного глубокого малоберцового нерва / А. А. Истягин, А. Р. Булатов // Известия Российской Военно-медицинской академии. – 2021. – Т. 40, №. S1-3. – С. 138-141.

28. К вопросу о состоянии кровотока по микрососудистому руслу периферических нервов конечностей при туннельных невропатиях / А. Ю. Орлов [и др.] // Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова. – 2018. – Т. 10, № 3-4. – С. 55-60.

29. Ковальчук Д. В. Реактивные изменения периферических нервов при механическом повреждении / Д. В. Ковальчук, О. Е. Миргородская // Известия Российской Военно-медицинской академии. – 2021. – Т. 40, №. S1-3. – С. 145-147.

30. Комплексная стимуляция регенерации периферического нерва после отсроченной нейрорафии / А. Н. Иванов и [др.] // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2017. – Т. 13, № 3. – С. 732 – 737.
31. Лазарева Е. Современные подходы к использованию средств физической реабилитации у больных нейрохирургического профиля / Е. Лазарева // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2015. – № 2. – С. 81-88.
32. Лечение перелома плеча, осложненного нейропатией локтевого и лучевого нервов / В. Т. Тарчоков [и др.] // Гений ортопедии. – 2016. – № 1. – С. 85 – 89.
33. Меркулов М. В. Влияние симпатэктомии на регенерацию периферических нервов после аутонейропластики у человека / М. В. Меркулов, И. О. Голубев, А. И. Крупаткин // Физиология человека. – 2015. – Т. 41, № 2. – С. 91-97.
34. Меркулов М. В. Новые возможности улучшения исходов посттравматической регенерации нервов с помощью симпатэктомии / М. В. Меркулов, И. О. Голубев, А. И. Крупаткин // Журнал неврологии и психиатрии им. СС Корсакова. – 2015. – Т. 115, № 7. – С. 68-73.
35. Минасов Б.Ш. Диагностика и хирургическое лечение больных с переломами плеча, осложненными повреждением лучевого нерва / Б.Ш. Минасов, М.М. Валеев, С.А. Чистиченко // Пермский медицинский журнал. – 2006. – 23 (1). – С. 15-20.
36. Мурасов Т. М. Опыт экстренного хирургического лечения механических травм верхних конечностей с повреждением магистральных сосудов / Т. М. Мурасов, С. С. Казбулатов // Клиническая патофизиология. – 2021. – Т. 27, №. S3. – С. 18-18.
37. Нафталан-салициловые ванны в лечении пациентов с заболеваниями опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы / Т. Б. Меньшикова [и др.] // Курортная медицина. – 2021. – №. 1. – С. 104-110.

38. Ништ А. Ю. В Помощь экспериментаторам: модель изолированной травмы нерва и надежный способ контроля реиннервации мышц-мишеней восстановленного нервного ствола / А. Ю. Ништ // Оперативная хирургия и клиническая анатомия (Пироговский научный журнал). – 2021. – Т. 56 №. 4. – С. 22-25.ч
39. Ништ А. Ю. Соединение нервов по типу «конец-в-бок»: ожидание и действительность / А. Ю. Ништ, Н. Ф. Фомин, В. С. Чирский // ВЕСТНИК. – 2018. – Т. 1, № 61. – С. 203-208.
40. Новые данные в комплексной терапии сложных травм пальцев кисти с использованием кистевого внеочагового компрессионно-дистракционного аппарата Илизарова / А. В. Черных [и др.] // Центральный научный вестник. – 2017. – Т. 2, № 4. – С. 13-16.
41. Оценка функциональных результатов пластики дефектов верхней конечности несвободным паховым лоскутом при помощи инструмента быстрой оценки DASH / Г. М. Ходжамурадов [и др.] // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2015. – Т. 58, № 2. – С. 167 – 173.
42. Панков И. О. Роль и значение ультрасонографии в диагностике и лечении критических состояний при тяжелой политравме / И. О. Панков, Р. Р. Сафин, В. А. Корячкин // Практическая медицина. – 2017. – № 8 (109). – С.117 – 121.
43. Пахомов В. А. Способы восстановления структуры и функции нервной системы с помощью тканеинженерных живых каркасов (обзор) / В. А. Пахомов, В. В. Мосягин // Инновационные решения актуальных проблем в области ветеринарии. – 2021. – №2. - С. 33-37.
44. Петрова Е. С. Восстановление поврежденного нерва с помощью клеточной терапии (фундаментальные аспекты) / Е. С. Петрова //ActaNaturae (русскаяязычная версия). – 2015. – Т. 7, № 3 (26). – С. 42 – 53.
45. Перспективные нервные кондуиты для стимуляции регенерации поврежденных периферических нервов / П. К. Мирошникова [и др.] //

Вестник Российской академии медицинских наук. – 2018. – Т. 73, № 6. – С. 388-400.

46. Повреждения магистральных артерий конечностей (актуальность, общие вопросы, классификация). Часть 1 / В. В. Бойко [и др.] // Харківська хірургічна школа. – 2015. – № 4. – С. 137-142.

47. Повреждения магистральных артерий конечностей (диагностика, лечение). Часть 2 / В. В. Бойко [и др.] // Харківська хірургічна школа. – 2015. – № 5. – С. 128-134.

48. Повреждения срединного и локтевого нерва при чрезмышечковом переломе плеча / М.Х. Маликов [и др.] // Вестник Авиценны. – 2014. - №1(58). – С. 79 – 83.

49. Попадюха Ю. А. Перспективы применения роботизированного костюма-экзоскелета harmony для обеспечения физической реабилитации пациентов с травмами и неврологическими заболеваниями верхней части спины / Ю. А. Попадюха // Вестник ГУ «Государственный гуманитарно-технологический университет». – 2018. – Т. 50, №2. – С. 131.

50. Попов А. П. Лечение туннельных поражений нервных стволов верхней конечности в условиях амбулаторного учреждения с расширенными хирургическими возможностями / А. П. Попов, Ю. В. Рогов, Т. П. Астахова // Военно-медицинский журнал. – 2015. – Т. 336, № 2. – С. 47-48.

51. Причины и профилактика ятрогенных повреждений лучевого нерва при погружном остеосинтезе диафиза плечевой кости / Ю. А. Боголюбский [и др.] // Травматология, ортопедия и восстановительная медицина Дальнего Востока: достижения, проблемы, перспективы. – №1. – 2021. – С. 18-19.

52. Пятин В. Ф. Современные медицинские технологии восстановления повреждений периферических нервных волокон: клинико-физиологические преимущества метода искусственных нервных туннелей / В. Ф. Пятин, А. В. Колсанов, И. В. Широлапов // Успехи геронтологии. – 2016. – Т. 29, № 5. – С. 742.

53. Регенеративные свойства тканей и органов, факторы ускорения репаративных процессов (обзор литературы) / Р. М. Урузбаев [и др.] // Медицинская наука и образование Урала. – 2017. – Т. 18, № 1. – С. 171-178.
54. Роль сухожильно-мышечной пластики в улучшении результатов хирургического лечения пациентов с повреждениями периферических нервов конечностей / Е. К. Дюсембеков [и др.] // Журнал «Нейрохирургия и неврология Казахстана». – 2015. – № 2 (39). – С.15 – 21.
55. Савенкова Е. Н. Особенности повреждений, возникающих у детей при некоторых видах автомобильной травмы со смертельным исходом / Е. Н. Савенкова, В. Н. Семижонина, А. А. Ефимов // Проблемы экспертизы в медицине. – 2015. – Т. 15, № 1-2. – С.57-58.
56. Сапронова М. Р. Перспективы генной терапии в регенерации периферических нервов / М. Р. Сапронова, Н. А. Шнайдер // Вестник Клинической больницы № 51. – 2015. – № 5 (2). – С. 15 – 21.
57. Случай успешной аутонейропластики общего малоберцового нерва при сочетанной травме нижних конечностей / А. А. Юлдашев [и др.] // Вестник экстренной медицины. – 2015. – № 3. – С.39 – 44.
58. Современные аспекты хирургии повреждений лучевого нерва / Л. И. Чуриков [и др.] // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2016. – № 4. – С. 14-18.
59. Современные методы диагностики синдрома запястного канала / Н. В. Заболотских [и др.] // Кубанский научный медицинский вестник. – 2015. – № 5 (154). – С.132 – 136.
60. Современные методы стимуляции регенерации периферических нервных стволов / Е. С. Ягунов [и др.] // International scientific news 2017. – 2017. – №1. – С. 785-787.
61. Современные подходы к регенерации периферических нервов после травмы: перспективы генной и клеточной терапии / М. Н. Карагяур [и др.] // Гены и клетки. – 2017. – Т. 12, № 1. – С. 6 – 14.

62. Соков В. А. Возможности интраоперационного ультразвукового исследования при травматических повреждениях периферических нервов // Известия Российской военно-медицинской академии. – 2017. – №36 (1). – С. 252.
63. Сокурено Л.М. Есть ли альтернатива аутонейропластике? / Л.М. Сокурено // Клиническая хирургия. – 2017. – № 4. – С. 74-76.
64. Сушков А.Н. Хирургическое лечение застарелых повреждений периферических нервных стволов на уровне предплечья, кисти и пальцев: дис. ... канд. мед. наук / А.Н. Сушков. – М. 2010, - 121 с.
65. Сучкова В. А. Клиническая оценка состояния периферического нерва после его восстановления в эксперименте / В. А. Сучкова, А. А. Микулич // Известия Российской военно-медицинской академии. – 2017. – №36(1). – С. 261.
66. Тондий О. Л. Туннельные мононейропатии: этиопатогенез, клиника, диагностика, лечение / О. Л. Тондий, Е. П. Завальная, С. Н. Коренев // Східноєвропейський журнал внутрішньої та сімейної медицини. – 2016. – № 1. – С. 68-74.
67. Тутуров А. О. Современные подходы к восстановлению структурно-функциональной целостности протяжённых дефектов нервов, их сущность, недостатки и преимущества / А. О. Тутуров // Актуальные вопросы диагностики, лечения и реабилитации. – 2016. – №2. - С. 264.
68. Тутуров А. О. Современные тенденции в восстановлении протяжённых дефектов нервов. Развитие технологий использования регенераторного потенциала нервных волокон, их сущность, недостатки и преимущества / А. О. Тутуров // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 1. – С. 10.
69. Ультразвуковое исследование повреждений периферических нервов у больных с травмами конечностей в раннем посттравматическом или послеоперационном периодах / И. И. Мажорова [и др.] // Лучевая диагностика и терапия. – 2021. – Т. 11, №. 4. – С. 87-95.

70. Шнайдер Н. А. Перспективы генной терапии в периферической реиннервации / Н. А. Шнайдер, Д. В. Дмитренко, М. Р. Сапронова // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 2. – С. 287-287.
71. Шугинов А. А. Качественные преобразования в деятельности травматологического отделения первого уровня в меняющихся условиях современного здравоохранения / А. А. Шугинов // Вестник по педагогике и психологии Южной Сибири. – 2016. – № 1. – С.97 – 106.
72. Шуст Ю. А. Нейропатии у пациентов с соматическими и травматическими повреждениями в аспекте лучевой диагностики / Ю. А. Шуст, С. И. Жестовская // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2015. – Т. 138, № 7. –С.39 – 46.
73. Щетинин С. А. Анализ частоты и последствий травматизма в России / С. А. Щетинин // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – С. 48-48.
74. Черных А. В. Аутоотрансплантация икроножным нервом в микрохирургии верхних конечностей у пациентов с сахарным диабетом 2 типа / А. В. Черных, Д. В. Судаков, Н. В. Якушева // Прикладные информационные аспекты медицины. – 2016. – Т. 19, № 3. – С. 107-112.
75. A comparison of intercostal and partial ulnar nerve transfers in restoring elbow flexion following upper brachial plexus injury (C5-C6-C7) / B. Coulet [et al.] // The Journal of hand surgery. – 2010. – Т. 35, № 8. – P. 1297-1303.
76. Ahsan Z. S. Incidence of failure of continuous peripheral nerve catheters for postoperative analgesia in upper extremity surgery / Z. S. Ahsan, B. Carvalho, J. Yao // The Journal of hand surgery. – 2014. – Т. 39, № 2. – P. 324-329.
77. Allograft reconstruction for digital nerve loss / J. S. Taras [et al.] // The Journal of hand surgery. – 2013. – V. 38, № 10. – P. 1965-1971.

78. Alternatives to sural nerve grafts in the upper extremity / L. H. Poppler [et al.] // *Hand*. – 2015. – V. 10, № 1. – P. 68-75.
79. Axillary nerve injury associated with sports / S. Lee [et al.] // *Neurosurgical focus*. – 2011. – V. 31, № 5. – P. 10.
80. Bertelli J. A. Nerve transfers for elbow and finger extension reconstruction in midcervical spinal cord injuries / J. A. Bertelli, M. F. Ghizoni // *Journal of neurosurgery*. – 2015. – V. 122, № 1. – P. 121-127.
81. Biomechanical contributions of posterior deltoid and teres minor in the context of axillary nerve injury: a computational study / D. L. Crouch [et al.] // *The Journal of hand surgery*. – 2013. – V. 38, № 2. – P. 241-249.
82. Biomedical and psychosocial factors associated with disability after peripheral nerve injury / C. B. Novak [et al.] // *JBJS*. – 2011. – V. 93, № 10. – P. 929-936.
83. Boyd K. U. Nerve reconstruction in the hand and upper extremity / K. U. Boyd, A. S. Nimigan, S. E. Mackinnon // *Clinics in plastic surgery*. – 2011. – V. 38, № 4. – P. 643-660.
84. Bouyer- Ferullo S. Preventing perioperative peripheral nerve injuries / S. Bouyer- Ferullo // *AORN journal*. – 2013. – V. 97, № 1. – P. 110-124.
85. Carlsen B. T. Upper extremity limb loss: functional restoration from prosthesis and targeted reinnervation to transplantation / B. T. Carlsen, P. Prigge, J. Peterson // *Journal of Hand Therapy*. – 2014. – V. 27, № 2. – P. 106-114.
86. Cold intolerance after brachial plexus nerve injury / C. B. Novak [et al.] // *Hand*. – 2012. – V. 7, № 1. – P. 66-71.
87. Comparison between partial ulnar and intercostal nerve transfers for reconstructing elbow flexion in patients with upper brachial plexus injuries / R. Kakinoki [et al.] // *Journal of brachial plexus and peripheral nerve injury*. – 2010. – V. 5, № 1. – P. 4.

88. Comparison of nerve transfers and nerve grafting for traumatic upper plexus palsy: a systematic review and analysis / R. Garg [et al.] // JBJS. – 2011. – V. 93, № 9. – P. 819-829.
89. Comparisons of outcomes from repair of median nerve and ulnar nerve defect with nerve graft and tubulization: a meta-analysis / M. Yang [et al.] // Journal of reconstructive microsurgery. – 2011. – V. 27, №8. – P. 451-460.
90. Comparison of single versus double nerve transfers for elbow flexion after brachial plexus injury / B. T. Carlsen [et al.] // Plastic and reconstructive surgery. – 2011. – V. 127, № 1. – P. 269-276.
91. Concomitant infraclavicular plus distal median, radial, and ulnar nerve blockade accelerates upper extremity anaesthesia and improves block consistency compared with infraclavicular block alone / M.J. Fredrickson [et al.] // British journal of anaesthesia. – 2011. – V. 107, № 2. – P. 236-242.
92. Current concepts of the treatment of adult brachial plexus injuries / J. L. Giuffre [et al.] // The Journal of hand surgery. – 2010. – V. 35, № 4. – P. 678-688.
93. Detection and prevention of impending brachial plexus injury secondary to arm positioning using ulnar nerve somatosensory evoked potentials during transaxillary approach for thyroid lobectomy / S. F. Davis [et al.] // American journal of electroneurodiagnostic technology. – 2011. – V. 51, № 4. – P. 274-279.
94. Detection of evolving injury to the brachial plexus during transaxillary robotic thyroidectomy / A. Luginbuhl [et al.] // The Laryngoscope. – 2012. – V. 122, № 1. – P. 110-115.
95. Dorsi M. J. Epidemiology of brachial plexus injury in the pediatric multitrauma population in the United States / M. J. Dorsi, W. Hsu, A. J. Belzberg // Journal of Neurosurgery: Pediatrics. – 2010. – V. 5, № 6. – P. 573-577.

96. Double fascicular nerve transfer to the biceps and brachialis muscles after brachial plexus injury: clinical outcomes in a series of 29 cases / W. Z. Ray [et al.] // *Journal of neurosurgery*. – 2011. – V. 114, № 6. – P. 1520-1528.
97. Ducic I. Innovative treatment of peripheral nerve injuries: combined reconstructive concepts / I. Ducic, R. Fu, M. L. Iorio // *Annals of Plastic Surgery*. – 2012. – V. 68, № 2. – P. 180-187.
98. Early functional recovery of elbow flexion and supination following median and/or ulnar nerve fascicle transfer in upper neonatal brachial plexus palsy / K. J. Little [et al.] // *JBJS*. – 2014. – V. 96, № 3. – P. 215-221.
99. Early posttraumatic psychological stress following peripheral nerve injury: a prospective study / J. Ultee [et al.] // *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*. – 2013. – V. 66, № 10. – P. 1316-1321.
100. Entrapment neuropathies I: upper limb (carpal tunnel excluded) / J. A. Jacobson [et al.] // *Seminars in musculoskeletal radiology*. – © Thieme Medical Publishers, 2010. – V. 14, № 05. – P. 473-486.
101. Entrapment neuropathies in the upper and lower limbs: anatomy and MRI features / Q. Dong [et al.] // *Radiology research and practice*. – 2012. – №2. – P. 12 – 20.
102. Estrella E. P. Functional outcome of nerve transfers for upper-type brachial plexus injuries / E. P. Estrella // *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*. – 2011. – V. 64, № 8. – P. 1007-1013.
103. Factors predicting sensory and motor recovery after the repair of upper limb peripheral nerve injuries / B.He [et al.] // *Neural regeneration research*. – 2014. – V. 9, № 6. – P. 661.
104. Fox I. K. Adult peripheral nerve disorders – nerve entrapment, repair, transfer and brachial plexus disorders / I. K.Fox, S. E. Mackinnon // *Plastic and reconstructive surgery*. – 2011. – V. 127, № 5. – P.111 – 117.

105. Functional outcome following nerve repair in the upper extremity using processed nerve allograft / M. S. Cho [et al.] // The Journal of hand surgery. – 2012. – V. 37, № 11. – P. 2340-2349.
106. Functional outcome thirty years after median and ulnar nerve repair in childhood and adolescence / A.Chemnitz [et al.] // JBJS. – 2013. – V. 95, № 4. – P. 329-337.
107. Gay D. M. Revision arthroscopic contracture release in the elbow resulting in an ulnar nerve transection: a case report / D. M.Gay, B. S.Raphael, A. J. Weiland // JBJS. – 2010. – V. 92, № 5. – P. 1246-1249.
108. Grinsell D. Peripheral nerve reconstruction after injury: a review of clinical and experimental therapies / D.Grinsell, C. P. Keating // BioMed research international. – 2014. – №4. – P.13 – 16.
109. Health-related quality of life and functional outcomes following nerve transfers for traumatic upper brachial plexus injuries / R. T. Dolan [et al.] // Journal of Hand Surgery (European Volume). – 2012. – V. 37, № 7. – P. 642-651.
110. High-resolution MR neurography of diffuse peripheral nerve lesions / S. K. Thawait [et al.] // American Journal of Neuroradiology. – 2011. – V. 32, № 8. – P. 1365-1372.
111. High-resolution ultrasonography in the diagnosis and intraoperative management of peripheral nerve lesions / F. C. Lee [et al.] // Journal of neurosurgery. – 2011. – V. 114, № 1. – P. 206-211.
112. Hourglass-like constrictions of peripheral nerve in the upper extremity: a clinical review and pathological study / Y.Pan [et al.] // Neurosurgery. – 2014. – V. 75, № 1. – P. 10-22.
113. Incidence and predictors for the need for fasciotomy after extremity trauma: a 10-year review in a mature level I trauma centre/ B. C. Branco [et al.] // Injury. – 2011. – V. 42, № 10. – P. 1157-1163.
114. Injuries from combat explosions in Iraq: injury type, location, and severity / S. L. Eskridge [et al.] // Injury. – 2012. – V. 43, № 10. – P. 1678-1682.

115. Isaacs J. Major peripheral nerve injuries / J.Isaacs // Hand clinics. – 2013. – V. 29, № 3. – P. 371-382.
116. Isaacs J. Nerve transfers for peripheral nerve injury in the upper limb: a case-based review / J.Isaacs, A. R. Cochran // The bone & joint journal. – 2019. – V. 101, № 2. – P. 124-131.
117. Isaacs J. Overcoming short gaps in peripheral nerve repair: conduits and human acellular nerve allograft / J.Isaacs, T.Browne // Hand. – 2014. – V. 9, № 2. – P. 131-137.
118. Kaiser R. Injuries associated with serious brachial plexus involvement in polytrauma among patients requiring surgical repair / R.Kaiser, L.Mencl, P.Haninec // Injury. – 2014. – V. 45, № 1. – P. 223-226.
119. Khuong H. T. Advances in nerve repair / H. T.Khuong, R. Midha // Current neurology and neuroscience reports. – 2013. – V. 13, № 1. – P. 322.
120. Lawande A. D. Role of ultrasound in evaluation of peripheral nerves / A. D. Lawande, S. S.Warrier, M. S. Joshi // The Indian journal of radiology & imaging. – 2014. – V. 24, № 3. – P. 254.
121. Lee S. K. Nerve transfers for the upper extremity: new horizons in nerve reconstruction / S. K. Lee, S. W. Wolfe // JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. – 2012. – V. 20, № 8. – P. 506-517.
122. Limb outcome and mortality in lower and upper extremity arterial injury: a comparison using the National Trauma Data Bank / T. W. Tan [et al.] //Vascular and endovascular surgery. – 2011. – V. 45, № 7. – P. 592-597.
123. Menorca R. M. Nerve physiology: mechanisms of injury and recovery / R. M.Menorca, T. S.Fussell, J. C.Elfar // Hand clinics. – 2013. – V. 29, № 3. – P. 317-330.
124. Moore A. M. Principles of nerve repair in complex wounds of the upper extremity / A. M.Moore, I. J.Wagner, I. K. Fox // Seminars in plastic surgery. – Thieme Medical Publishers, 2015. – V. 29, № 1. – P. 40-47.

125. Murphy R. K. J. Repair of a median nerve transection injury using multiple nerve transfers, with long-term functional recovery: Case report / R. K. J. Murphy, W. Z. Ray, S. E. Mackinnon // *Journal of neurosurgery*. – 2012. – V. 117, № 5. – P. 886-889.
126. Musculoskeletal ultrasound for peripheral nerve lesions / M. Kara [et al.] // *European journal of physical and rehabilitation medicine*. – 2012. – V. 48, № 4. – P. 665-674.
127. Neal S. L. Peripheral nerve entrapment and injury in the upper extremity S. L. Neal, K. B. Fields // *American family physician*. – 2010. – V. 81, № 2. – P. 147 – 155.
128. Nerve entrapment: update / D. T. Tang [et al.] // *Plastic and reconstructive surgery*. – 2015. – V. 135, № 1. – P. 199-215.
129. Nerve injuries sustained during warfare: part II: Outcomes / R. Birch [et al.] // *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. – 2012. – V. 94, № 4. – P. 529-535.
130. Nerve transfers to restore upper extremity function in cervical spinal cord injury: update and preliminary outcomes / I. K. Fox [et al.] // *Plastic and reconstructive surgery*. – 2015. – V. 136, № 4. – P. 780-792.
131. Nerve transfer to the triceps after brachial plexus injury: report of four cases / M. A. Pet [et al.] // *The Journal of hand surgery*. – 2011. – V. 36, № 3. – P. 398-405.
132. Neurological recovery across a 12-cm-long ulnar nerve gap repaired 3.25 years post trauma: case report / D. P. Kuffler [et al.] // *Neurosurgery*. – 2011. – V. 69, № 6. – P. 1321-1326.
133. Neuromas of the hand and upper extremity / J. Watson [et al.] // *The Journal of hand surgery*. – 2010. – V. 35, № 3. – P. 499-510.
134. Nigro P. T. Prognosis for recovery of posterior interosseous nerve palsy after distal biceps repair / P. T. Nigro, R. Cain, M. A. Mighell // *Journal of shoulder and elbow surgery*. – 2013. – V. 22, № 1. – P. 70-73.

135. Novak C.B. Evaluation of cold sensitivity, pain, and quality of life after upper extremity nerve injury / C. B. Novak, S. E. Mackinnon // *Hand*. –2016. – 11(2). – P. 173–176.
136. Partial tibial nerve transfer to the tibialis anterior motor branch to treat peroneal nerve injury after knee trauma / J. L. Giuffre [et al.] // *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. – 2012. – V. 470, № 3. – P. 779-790.
137. Peripheral nerve injuries in sports-related surgery: presentation, evaluation, and management AAOS exhibit selection / T. G. Maak [et al.] // *JBJS*. – 2012. – V. 94, № 16. – P.121.
138. Peripheral nerve repair and reconstruction / J. W. Griffin [et al.] // *Jbjs*. – 2013. – V. 95, № 23. – P. 2144-2151.
139. Peripheral nerve surgery: the role of high-resolution MR neurography/ S. K. Thawait [et al.] // *American Journal of Neuroradiology*. – 2012. – V. 33, № 2. – P. 203-210.
140. Peripheral neuropathy after burn injury / Y.Tamam [et al.] // *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. – 2013. – V. 17, № Suppl 1. – P. 107-11.
141. Phrenic nerve transfer for elbow flexion and intercostal nerve transfer for elbow extension / M. X.Zheng [et al.] // *The Journal of hand surgery*. – 2010. – V. 35, № 8. – P. 1304-1309.
142. Preliminary study of the types of traumatic peripheral nerve injuries by ultrasound / J.Zhu [et al.] // *European radiology*. – 2011. – V. 21, № 5. – P. 1097-1101.
143. Processed nerve allografts for peripheral nerve reconstruction: a multicenter study of utilization and outcomes in sensory, mixed, and motor nerve reconstructions / D. N. Brooks [et al.] // *Microsurgery*. – 2012. – V. 32, № 1. – P. 1-14.
144. Prognostic factors for outcome after median, ulnar, and combined median–ulnar nerve injuries: A prospective study / C. A.Hundepool [et al.]

//Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery. – 2015. – V. 68, № 1. – P. 1-8.

145. Prospective clinical study on digital nerve repair with collagen nerve conduits and review of literature / J. A. Lohmeyer [et al.] // Journal of reconstructive microsurgery. – 2014. – V. 30, № 04. – P. 227-234.

146. Prucz R. B. Upper extremity replantation: current concepts / R. B. Prucz, J. B. Friedrich // Plastic and reconstructive surgery. – 2014. – V. 133, № 2. – P. 333-342.

147. Psychometric properties of the Italian version of the Cold Intolerance Symptom Severity questionnaire in upper-extremity nerve repair / E. Magistroni et al. // Eur. J. Phys. Rehabil. Med. – 2019. – 55(5). – P. 627-633.

148. Ray W. Z. Clinical outcomes following median to radial nerve transfers / W. Z. Ray, S. E. Mackinnon // The Journal of hand surgery. – 2011. – V. 36, № 2. – P. 201-208.

149. Ray W. Z. Management of nerve gaps: autografts, allografts, nerve transfers, and end-to-side neurorrhaphy / W. Z. Ray, S. E. Mackinnon // Experimental neurology. – 2010. – V. 223, № 1. – P. 77.

150. Reference values for nerve ultrasonography in the upper extremity / S. J. Won [et al.] // Muscle & nerve. – 2013. – V. 47, № 6. – P. 864-871.

151. Relationships among pain disability, pain intensity, illness intrusiveness, and upper extremity disability in patients with traumatic peripheral nerve injury / C. B. Novak [et al.] // The Journal of hand surgery. – 2010. – V. 35, № 10. – P. 1633-1639.

152. Repair of arterial injury after blunt trauma in the upper extremity—immediate and long-term outcome / J. Klocker [et al.] // European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. – 2010. – V. 39, № 2. – P. 160-164.

153. Sensory signs in complex regional pain syndrome and peripheral nerve injury / J. Gierthmühlen [et al.] // PAIN®. – 2012. – V. 153, № 4. – P. 765-774.

154. Siqueira M. G. Surgical treatment of adult traumatic brachial plexus injuries: an overview / M. G.Siqueira, R. S. Martins //Arquivos de neuro-psiquiatria. – 2011. – V. 69, № 3. – P. 528-535.
155. Social impact of peripheral nerve injuries / D.M. Wojtkiewicz et al. // Hand (N Y). – 2015. – 10(2). – P. 161–167.
156. Sonographic evaluation of uncommonly assessed upper extremity peripheral nerves: anatomy, technique, and clinical syndromes / J. M. Youngner [et al.] // Skeletal radiology. – 2019. – V. 48. – № 1. – C. 57-74.
157. Spyropoulou A. Microsurgical coverage reconstruction in upper and lower extremities / A.Spyropoulou, S. F. Jeng // Seminars in plastic surgery. – © Thieme Medical Publishers. - 2010. – V. 24, № 01. – P. 34-42.
158. Stracciolini A., Jackson S. S., d’Hemecourt P. Musculoskeletal Ultrasound in Treating and Preventing Upper Extremity Injuries in Young Athletes // Upper Extremity Injuries in Young Athletes. – Springer, Cham, 2019. – C. 209-230.
159. Subjective outcome related to donor site morbidity after sural nerve graft harvesting: a survey in 41 patients / A.Hallgren[et al.] // BMC surgery. – 2013. – V. 13, № 1. – P. 39.
160. Suk J. I. Ultrasonography of peripheral nerves / J. I.Suk, F. O.Walker, M. S.Cartwright // Current neurology and neuroscience reports. – 2013. – V. 13, № 2. – P. 328.
161. Suppl 1: Advances of Peripheral Nerve Repair Techniques to Improve Hand Function: A Systematic Review of Literature / P.Mafi [et al.] // The open orthopaedics journal. – 2012. – V. 6. – P. 60.
162. Suppl 1: peripheral nerve injury: principles for repair and regeneration / M. F. Griffin [et al.] // The open orthopaedics journal. – 2014. – № 8. – P. 199.
163. Surgical anatomy of the axillary nerve branches to the deltoid muscle / S.Leechavengvongs [et al.] // Clinical Anatomy. – 2015. – V. 28, № 1. – P. 118-122.

164. Targeted muscle reinnervation in the initial management of traumatic upper extremity amputation injury / J. E. Cheesborough [et al.] // *Hand*. – 2014. – V. 9, № 2. – P. 253-257.
165. Terzis J. K. Axillary nerve reconstruction in 176 posttraumatic plexopathy patients / J. K. Terzis, A. Barmptsioti // *Plastic and reconstructive surgery*. – 2010. – V. 125, № 1. – P. 233-247.
166. Terzis J. K. Radial nerve injuries and outcomes: our experience / J. K. Terzis, P. Konofaos // *Plastic and reconstructive surgery*. – 2011. – V. 127, № 2. – P. 739-751.
167. The Military Extremity Trauma Amputation/Limb Salvage (METALS) study: outcomes of amputation versus limb salvage following major lower-extremity trauma / H. M. Frisch [et al.] // *JBJS*. – 2013. – V. 95, № 2. – P. 138-145.
168. Three cases of referred sensation in traumatic nerve injury of the hand: implications for understanding central nervous system reorganization / S. D. Pourrier [et al.] // *Journal of rehabilitation medicine*. – 2010. – V. 42, № 4. – P. 357-361.
169. Traumatic injuries of peripheral nerves: a review with emphasis on surgical indication / R. S. Martins [et al.] // *Arquivos de neuro-psiquiatria*. – 2013. – V. 71, № 10. – P. 811-814.
170. Traumatic peripheral nerve injury: a wartime review / S. Yegiyants [et al.] // *Journal of Craniofacial Surgery*. – 2010. – V. 21, № 4. – P. 998-1001.
171. Traumatic peripheral nerve injuries: epidemiological findings, neuropathic pain and quality of life in 158 patients / P. Ciaramitaro [et al.] // *Journal of the Peripheral Nervous System*. – 2010. – V. 15, № 2. – P. 120-127.
172. Trends in median, ulnar, radial, and brachioplexus nerve injuries in the United States / S. P. Lad [et al.] // *Neurosurgery*. – 2010. – V. 66, № 5. – P. 953-960.

173. Tung T. H. Nerve transfers: indications, techniques, and outcomes / T. H. Tung, S. E. Mackinnon // *The Journal of hand surgery*. – 2010. – V. 35, № 2. – P. 332-341.
174. Tourniquet use in upper limb surgery / E. Oragui [et al.] // *Hand*. – 2011. – V. 6, № 2. – P. 165-173.
175. Type I collagen nerve conduits for median nerve repairs in the forearm / T. Dienstknecht [et al.] // *The Journal of hand surgery*. – 2013. – V. 38, № 6. – P. 1119-1124.
176. Ulnar neuropathy at the elbow: MR neurography – nerve T2 signal increase and caliber / P. Bäumer [et al.] // *Radiology*. – 2011. – V. 260, № 1. – P. 199-206.
177. Ultrasound–anatomic correlation of the peripheral nerves of the upper limb / X. Bargalló [et al.] // *Surgical and radiologic anatomy*. – 2010. – V. 32, № 3. – P. 305-314.
178. Ultrasonographic evaluation of the iatrogenic peripheral nerve injuries in upper extremity / N. Karabay [et al.] // *European journal of radiology*. – 2010. – V. 73, № 2. – P. 234-240.
179. Ultrasonography for nerve compression syndromes of the upper extremity / S. J. Choi [et al.] // *Ultrasonography*. – 2015. – V. 34, № 4. – P. 275.
180. Upper brachial plexus injury in adults: comparative effectiveness of different repair techniques / Z. S. Ali [et al.] // *Journal of neurosurgery*. – 2015. – V. 122, № 1. – P. 195-201.
181. US of the peripheral nerves of the upper extremity: a landmark approach / J. M. Brown [et al.] // *Radiographics*. – 2016. – V. 36, № 2. – P. 452-463.
182. Validity of the patient specific functional scale in patients following upper extremity nerve injury / C. B. Novak [et al.] // *Hand*. – 2013. – V. 8, № 2. – P. 132-138.

183. Vascular injury associated with extremity trauma: initial diagnosis and management / J. J. Halvorson [et al.] // JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. – 2011. – V. 19, № 8. – P. 495-504.
184. Walsh S. F. Treatment of a brachial plexus injury using kinesiotape and exercise / S. F. Walsh // Physiotherapy theory and practice. – 2010. – V. 26, № 7. – P. 490-496.
185. Wangenstein K. J. Collagen tube conduits in peripheral nerve repair: a retrospective analysis / K. J. Wangenstein, L. K. Kalliainen // Hand. – 2010. – V. 5, № 3. – P. 273-277.
186. Warrender W. J. Nerve monitoring during proximal humeral fracture fixation: what have we learned? / W. J. Warrender, S. Oppenheimer, J. A. Abboud // Clinical Orthopaedics and Related Research®. – 2011. – V. 469, № 9. – P. 2631-2637.
187. Western Trauma Association critical decisions in trauma: management of the mangled extremity / T. M. Scalea [et al.] // Journal of Trauma and Acute Care Surgery. – 2012. – V. 72. –, № 1. – P. 86-93.
188. Yang L. J. S. A systematic review of nerve transfer and nerve repair for the treatment of adult upper brachial plexus injury / L. J. S. Yang, K. W. C. Chang, K. C. Chung // Neurosurgery. – 2012. – V. 71, № 2. – P. 417-429.

Список сокращений и условных обозначений

ДНС	дефект нервного ствола
ДЧ	дискриминационная чувствительность
ДЕ	двигательные единицы
ИН	икроножный нерв
МРТ	магнитно-резонансная томография
ПА	плечевая артерия
ПХО	первичная хирургическая обработка раны
СМТ	сухожильно-мышечная транспозиция
СПИ	скорость проведения импульса
ЭНМГ	Электронейромиография