

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ
НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН**

**ГУ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СЕРДЕЧНО-
СОСУДИСТОЙ ХИРУРГИИ»**

На правах рукописи

**ОДИНАЕВ
МИРАЛИ ФАЙЗУЛЛОЕВИЧ**

**РЕКОНСТРУКЦИЯ НЕРВНЫХ СТВОЛОВ ВЕРХНИХ
КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ ДИСТАЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ**

**Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук
по специальности 3.1.9. Хирургия**

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
Ходжамурадов Г.М.

Научный консультант:
доктор медицинских наук
Бердиев Р.Н.

Душанбе 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений и условных обозначений	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	16
1.1. Статистика и основные достижения в хирургии периферических нервов.....	16
1.2. Хирургическая анатомия нервного ствола.....	19
1.3. Влияние сроков реконструкции, возраста и уровня повреждений на конечные результаты	23
1.4. Методы реконструкции нервных стволов при дистальных повреждениях.....	26
1.5. Отдаленные результаты мета-анализа реконструкции периферических нервов верхних конечностей.....	29
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	32
2.1. Характеристика клинического материала.....	32
2.2. Методы исследования. Клинические методы, фотодокументация и интраоперационная диагностика	40
ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ МИКРОХИРУРГИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ДИСТАЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ НЕРВНЫХ СТВОЛОВ.....	46
3.1. Экстренный шов нерва.....	47
3.2. Отсроченная реконструкция нерва.....	50
3.2.1. Плановый шов нерва.....	50
3.2.2. Аутонервная пластика.....	53
3.2.3. Алгоритм выбора метода реконструкции нервов верхних конечностей при дистальных повреждениях	60
ГЛАВА 4. ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.....	63
4.1. Ближайшие результаты.....	63

4.2. Отдаленные клинические результаты первичной и отсроченной реконструкции дистальных повреждений нервов.....	64
4.3. Количественные результаты восстановления сенсорно-трофической функции.....	68
4.4. Количественные результаты восстановления двигательной функции.....	71
4.5. Сравнение результатов в зависимости от возраста больных	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
ВЫВОДЫ	88
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	89
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	90

Список сокращений и условных обозначений

АП	-	Аутонервная пластика
ДНС	-	Дефект нервного ствола
ДЧ	-	Дискриминационная чувствительность
ДЕ	-	Двигательные единицы
ИКФ	-	Ишемическая контрактура Фолькмана
ИН	-	Икроножный нерв
ЛСНП	-	Локтевой сосудисто-нервный пучок
ЛокН	-	Локтевой нерв
ЛучН	-	Лучевой нерв
МРТ	-	Магнитно-резонансная томография
НС	-	Нервный ствол
ОШН	-	Отсроченный шов нерва
ПА	-	Плечевая артерия
ПХО	-	Первичная хирургическая обработка раны
СМТ	-	Сухожильно-мышечная транспозиция
СН	-	Срединный нерв
СПИ	-	Скорость проведения импульса
ШМС	-	Широчайшая мышца спины
ЭНМГ	-	Электронейромиография
ЭШН	-	Экстренный шов нерва

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность избранной темы. Отдаленные результаты микрохирургической реконструкции периферических нервов достаточно хорошо изучены и преимущества прецизионной техники оперирования не вызывают сомнения. Вместе с тем, современная клиническая практика, несмотря на совершенство техники операции, ставит перед хирургами новые разноплановые задачи, от комплексного решения которых зависит исход операций [Батюков, Д.В., 2006; Белоусов, А.Е., 1998; Голубев, В.Г., и др., 2002; Орлов, А.Ю. и др. 2018; Dahlin, L.B., 2004; Green, P.D., 2005; Hall, S., 2001; Murovic, J.A., 2009; О.Е. Агранович 2021; К. Özaksar, Н. Günay, L. Küçük 2017].

Возможности диагностики и оказания первичной помощи при экстренных повреждениях и отсроченном шве при плановом восстановлении нервных стволов верхних конечностей неравнозначны и ставят перед хирургами ряд организационных задач [Аминулло, М.Э., 1994; Валерко, В.Г., 2006; Говенько, Ф.С., 2008; Козлов, А.В., 2011; Панов, Д.Е., 2006; Савельев, В.А., 2009; Gordon et al, 2015; Holland, N., 2006].

В условиях республики Таджикистан, где система здравоохранения переживает переходный период, доступ населения к специализированной помощи в городской и сельской местности отличается. Это в свою очередь обуславливает обращение больных в более поздние сроки травмы, что не может не влиять на функциональные результаты оперативных вмешательств [Борода, Ю.И., 2000; Grinsell, D. and Keating, C.P., 2014].

В Таджикистане впервые реконструкция нервного ствола с использованием микрохирургической техники была выполнена в 1987 г. С тех пор прецизионная техника оперирования стала залогом успешного восстановления и значительно улучшила функциональные результаты реконструкции нервных стволов верхних конечностей [Аминулло, М.Э., 1994; Артыков, К., 1993; Давлатов, А.А., 2006; Курбанов, З.А., 2004;

Маликов, М.Х., 1997; Раджабов, А.М., 2002; Савельев, В.А., 2009, Ходжамурадов, Г.М., 1992, 2012].

Однако с изучением результатов первого опыта стало очевидным, что наряду с техническими проблемами существуют ряд других факторов (отсрочка операции, уровень повреждений, возраст и пр.), которые существенно влияют на конечный функциональный результат восстановления верхней конечности [Орлов, А.Ю. и др. 2018].

Несмотря на давность проблемы и достигнутый прогресс в хирургии периферических нервов, на сегодняшний день практически нет работ, посвященных особенностям реконструкции при повреждении нервов близких к их разветвлению и дистальнее уровня отхождения конечных ветвей. При таких повреждениях существуют не только диагностические, но и тактические проблемы, связанные с дифференциальной диагностикой между неполными повреждениями и повреждениями отдельных конечных ветвей, необходимостью их поиска при ревизии, показаниям к реконструкции, выбору способа реконструкции. До сих пор отсутствуют работы, посвященные оценке поздних результатов микрохирургического восстановления нервных стволов верхней конечности на дистальном уровне [Орлов, А.Ю., 2013].

За дистальные повреждения были приняты уровни повреждения периферических нервов, где происходит их деление на конечные ветви. Для срединного и локтевого нерва – это уровень карпального канала и ниже, для лучевого нерва – локтевой сустав. С точки зрения невральной анатомии на дистальных уровнях нервы делясь на конечные ветви, разделяются на отдельные чувствительные и двигательные пучки. Эти пучки по диаметру настолько малы, что без применения микрохирургической техники их полноценное восстановление не представляется возможным [Е.Л. Вахова, М.А. Хан, А.В. Александров 2020].

Повреждения периферических нервов на уровне их анатомического деления на чувствительные и двигательные пучки имеют особое значение не

только с точки зрения технической возможности их восстановления, но и в плане функциональных результатов [О.Е. Агранович 2021; К. Özaksar, Н. Günay, L. Küçük 2017].

С этих позиций изучение отдаленных функциональных результатов микрохирургического восстановления нервных стволов по поводу их полного анатомического перерыва на дистальном уровне с учетом критически важных факторов, таких как время отсрочки, метод реконструкции, протяженность дефекта, вид поврежденного нерва является актуальным и своевременным [Маликов, М.Х., 1997; А.Р. Халимов и др. 2020].

Эта работа дополнит современные представления о дистальных повреждениях нервов верхних конечностей и рассмотрит конечные результаты вне зависимости от такого важного фактора как уровень повреждения.

Степень разработанности темы.

1. Проблеме травматических повреждений периферических нервов с применением прецизионной техники посвящено немало научных и фундаментальных работ, которые заложили основы для раскрытия новых нерешенных проблем современной нейрохирургии нервных стволов [Айтемиров, Ш.М., 2015; Арсаханова, Г.А., 2016; Боголюбский, Ю.А., 2015; Копадзе, Т.Ш., 2002; Сучкова, В.А., 2017; Щудло Н.А., 2003.].

2. В предыдущих работах немало трудов было посвящено особенностям нервной реконструкции и отдаленным результатам при различных уровнях повреждений нервов верхней конечности [Бабовников, А.В., 2008; Благовещенская, Д.Б., 2017; Галиакбарова, В.А., 2017; Курбанов, У.А., 2004; Попович, М.И., 2001; Fredrickson, M.J., 2011.]. Как правило, эти работы затрагивали повреждения выше разветвления нервных стволов на конечные ветви [Благовещенская, Д.Б., 2017; Дейкало, В.П., 2003; Щудло, Н.А., 2006; Novak, C.V., 2012; Kakinoki, R., 2010.]. На основе мета-анализа однородных публикаций стало очевидным, что результаты реконструкции на дистальных

уровнях значительно превосходят результаты реконструкции нервов на проксимальных уровнях [Горохов, В.Г., 2008; Копадзе, Т.Ш., 2002; Родоманова, Л.А., 2006; Ходжамурадов, Г.М., 2015; Сокуренько, Л.М., 2017; Ultee, J., 2013; Mackinnon, S.E., 2018; Roganovic, Z., 2006.].

Несмотря на широкое изучение различных аспектов повреждений нервов верхней конечности до сих пор практически нет обобщающих работ, посвященных дистальным повреждениям нервов. В частности, нет работ, затрагивающих особенности реконструктивной тактики, выбора оптимального способа реконструкции, отдаленные результаты реконструктивных операций при повреждениях лучевого, срединного и локтевого нервов на дистальном уровне. Следует отметить особую трудность сбора однородного материала среди множества других повреждений для образования сопоставимых групп.

Цель исследования. В связи с вышеизложенным, настоящая работа преследует **цель** оптимизации результатов микрохирургической реконструкции нервных стволов верхней конечности при полном анатомическом перерыве на дистальном уровне.

Задачи исследования. Для достижения этой цели были сформулированы следующие задачи:

1. Изучить статистику и структуру повреждений периферических нервов верхних конечностей на дистальном уровне
2. Анализировать технические особенности реконструкции нервных стволов на различных зонах повреждения в экстренном и плановом порядке
3. Провести сравнительную оценку отдаленных результатов экстренного, отсроченного шва нерва и аутонервной пластики
4. На основании полученных данных разработать оптимальный вариант хирургической тактики при дистальных повреждениях нервных стволов

Методы исследования.

При выполнении настоящей работы были изучены истории болезни пациентов, которые получили лечение в условиях Республиканского научного центра сердечно-сосудистой хирургии за период с 1998 по 2019 г.г.

Данная работа перспективная, полученные данные в виде цифрового материала были представлены в формате Excel таблиц с выведением статистических данных и подсчетом коэффициентов достоверности, согласно принятых требований.

Клиническая количественная оценка степени повреждений, а также восстановления утраченных функций была выведена по стандартам, принятой Британским советом медицинских исследований, которая подробно изложена в разделе 2.2 в международной практике.

Фотодокументация предоперационной картины повреждения, утраченных двигательных функций, интраоперационной картины, а также отдаленные результаты также стали неотъемлемой частью данной работы.

Для объективной количественной оценки и сравнения среди клинических групп различных методов операций в зависимости от вида поврежденного нерва в работе широко были использованы электронейромиография и электротермометрия. Для предоперационной визуальной оценки повреждений сопутствующих структур были использованы доплерография, сонография, магнитно-резонансная томография по индивидуальным показаниям.

Научная новизна исследования. Впервые хирургические аспекты повреждений срединного, локтевого и лучевого нервов на дистальном уровне представлены в качестве отдельной проблемы. В связи с этим критериями включения в клинический материал послужили дистальные уровни повреждений нервов. Данная работа сфокусирована на другие не менее важные факторы, такие как метод реконструкции, вид поврежденного нерва и возраст пациентов.

Предложена клинико-топографическая классификация повреждений с их разделением на зоны повреждений, каждая из которых имеет свои технические особенности реконструкции.

В работе представлена статистика повреждений, особенности препарирования нервных концов с учетом внутринеуральной анатомии расположения фасцикулярных групп на поперечном срезе культей нервов, ревизии и идентификации отдельных дистальных и чувствительных ветвей ниже зоны повреждения.

Применимо к дистальным повреждениям, в работе приведены четкие показания к применению метода реконструкции нервного ствола в зависимости от зоны повреждения и величины дефекта.

Предложен способ интраоперационной заготовки аутонервного трансплантата для пластики дефекта нервного ствола при стволовых повреждениях (патент Республики Таджикистан №ТJ107 от 05.02.2008 г.), использования расщепленной части локтевого нерва в качестве аутонервного трансплантата (патент Республики Таджикистан № TJ 182, от 07 октября 2008 г.), пластики дефектов нервов на уровне дистального разветвления (патент Республики Таджикистан №ТJ 1029 от 18.10.2019 г.).

Впервые проанализированы отдаленные функциональные результаты первичной и отсроченной реконструкции нервных стволов с применением микрохирургической техники на дистальном уровне. Также выявлено влияние различных факторов на отдаленные результаты вне зависимости от такого важного фактора, как уровень повреждения. В данной работе собраны пациенты с однородными дистальными уровнями повреждений для изучения отдаленных результатов в зависимости от метода реконструкции, вида поврежденного нерва и возраста пациентов.

Намечены пути оптимизации хирургических подходов при обращении больных в любые сроки с учетом разработанного хирургического алгоритма.

Теоретическая и практическая значимость работы. Для практического здравоохранения данная работа, решая проблемы

хирургического восстановления нервных стволов верхних конечностей, ставит ряд организационных проблем для улучшения доступа к специализированной помощи больным с повреждениями нервных стволов верхних конечностей.

Изучение данной работы способствует дальнейшим практическим мероприятиям для своевременного оказания специализированной хирургической помощи, улучшения тактических вопросов, дальнейшего совершенствования техники микрохирургического восстановления и налаживания постоянного послеоперационного наблюдения с соответствующей функциональной реабилитацией больных.

Данная работа представляет интерес не только для специалистов, занимающихся проблемами верхней конечности, но и для широкого круга травматологов и хирургов, которые сталкиваются с данными повреждениями, начиная с этапа оказания экстренной хирургической помощи.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Дистальные повреждения нервов верхней конечностей встречаются нередко. Несмотря на успешное функционирование микрохирургической службы и стандартные подходы к стволowym повреждениям дистальные повреждения остались вне поля зрения современной реконструкции. Это влечет за собой то, что зачастую отдельные дистальные ветви нервов остаются незамеченными, что приводит к значительным функциональным нарушениям.

2. Нами установлено, что анатомические особенности дистальных повреждений имеют важное значение при реконструкции в различных клинических ситуациях:

2.1. В экстренных ситуациях дистальные ветви пересеченных нервов ниже уровня их деления легко находятся, и восстановление не представляет особых затруднений. Методом выбора реконструкции является внутренний

эпинеуральный шов с четкой дифференциацией двигательных пучков при помощи электростимулятора.

2.2. При плановом восстановлении трудности возникают при поиске отдельных дистальных ветвей поврежденных нервов и идентификации соответствующих пучков на проксимальной культе нервов путем продольной диссекции. Для получения максимального функционального эффекта важно идентифицировать дистальные концы поврежденных нервов: для срединного нерва – общепальцевых нервов I-IV пальцев, отдельной ветви, отходящей к мышцам возвышения большого пальца; для локтевого нерва – поверхностную и глубокую ветви; для глубокой ветви лучевого нерва – отдельные мышечные ветви к мышцам разгибателям I-V пальцев кисти.

2.3. При плановом восстановлении картирование проксимальной культы нерва имеет ключевое значение для правильного направления регенерирующих аксонов в отдельные дистальные ветви пересеченного нерва. Несмотря на простоту реконструкции нерва по типу конец в конец во избежание натяжения, методом выбора при плановом восстановлении является аутонервная пластика. Интраоперационная заготовка аутонервного трансплантата в точном анатомическом соответствии с дефектом в области деления нерва на конечные ветви позволяет восстановить прежнюю анатомию и вернуть утраченные функции кисти (патент на изобретение № ТЛ1029 от 18.10.2019).

3. При дистальных повреждениях нервов наилучшие результаты получены после экстренной реконструкции. Результаты плановой реконструкции на порядок ниже экстренного восстановления нервов, причем результаты шва конец в конец сравнимы с результатами аутонервной пластики. У детей получены лучшие результаты восстановления по сравнению с взрослыми.

4. Разработанный алгоритм позволяет оптимизировать хирургические подходы к повреждениям нервов на дистальном уровне.

Степень достоверности.

В разделе 2.2. описаны наиболее приемлемые и использованные в данной работе статистические методы для определения достоверности.

Согласно представленным в главе 4 таблицам были получены цифровые данные с высокой степенью достоверности на достаточном цифровом материале.

Внедрение результатов исследования. Достижения и основные принципы разработанного алгоритма, показания к выбору способов реконструкции, усовершенствования и модификации различного рода реконструктивных операций апробированы в отделениях восстановительной хирургии и реконструктивно-пластической микрохирургии Республиканского научного центра сердечно-сосудистой хирургии МЗиСЗН РТ, и отделения пластической хирургии государственной больницы «Майванд» г. Кабула И.Р. Афганистана и внедрены в учебный процесс на кафедре хирургических болезней № 2 имени академика Н.У. Усманова ГОУ «ТГМУ имени Абуали ибни Сино».

Апробация результатов. Результаты работы в виде выступлений, постерных докладов, тезисов и др. способов были представлены на различных ежегодных, периодических семинарах, симпозиумов, хирургических съездах. В частности, основные положения работы доложены и обсуждены на: Республиканской научно-практической конференции хирургов и травматологов "Актуальные вопросы хирургии повреждений" (Турсунзаде, 2006); Республиканской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 20-летию организации службы реконструктивной и пластической хирургии в Таджикистане «Актуальные вопросы реконструктивной и пластической хирургии» (Душанбе, 2007); на V-ом съезде хирургов Таджикистана (Душанбе, 2011); Республиканской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 20-летию государственной независимости Республики Таджикистана (Душанбе, 2011); научно-практической конференции с

международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения член-корреспондента АН РТ, профессора А.Т. Пулатова «Достижения и перспективы развития детской хирургии» (Душанбе, 2013); ежегодной (юбилейной) XX научно-практической конференции Таджикского института последипломной подготовки медицинских кадров с международным участием, посвященной 20-летию его образования и перспективам развития (Душанбе, 2013); годичной международной научно-практической конференции ГОУ ТГМУ им. Абуали ибни Сино «Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире» (Душанбе, 2017); годичной научно-практической конференции ТГМУ им. Абуали ибни Сино с международным участием на тему «Роль и место инновационных технологий в современной медицине» (Душанбе, 2018); конгресса кардиологов и терапевтов стран Азии и содружества независимых государств «Актуальные проблемы сердечно-сосудистых и соматических заболеваний» (Душанбе, 2019); II съезде врачей Республики Таджикистан «Современные принципы профилактики, диагностики и лечения соматических заболеваний» (Душанбе, 2019).

Личный вклад автора. Автор самостоятельно собрал и обобщил весь клинический материал, после статистической обработки данных представил всё в виде самостоятельной диссертационной работы. Все идейные новшества были реализованы при работе с собственным клиническим материалом и внедрены по ходу написания работы. Практически все больные были обследованы, подготовлены к операции, которые были проведены при личном участии автора в качестве оператора или ассистента.

Подавляющее большинство технических усовершенствований были им адаптированы к ранее практикуемым аналогам, которые рутинно применялись при любых видах повреждений нервов. Диссертант самостоятельно выполнил более 65% представленных в диссертации операций. Во многих остальных случаях как минимум ассистировал и давал рекомендации по ходу их выполнения.

Публикации. По результатам работы были опубликованы 17 печатных работ, из которых 13 рекомендованные ВАКом Министерства образования и науки Российской Федерации и были получены 3 патента на изобретения.

Структура и объем диссертации. Диссертация написана в обычном стиле, включает в себя основные разделы: введение, 4 главы, заключение, выводы, практические рекомендации, список литературы, состоящий из 107 русскоязычных, 131 иностранного источника. Работа изложена на 115 страницах стандартного формата, содержит 20 таблиц и иллюстрирована 19 рисунками и схемами.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Статистика и основные достижения в хирургии периферических нервов

Травмы периферических нервных стволов чаще встречаются у лиц мужского пола, им подвержены чаще молодые люди и дети с огромными социально-экономическими последствиями [2, 6, 18, 34, 46, 87, 91, 92, 116, 139, 147, 155, 180, 204, 217, 220]. Им в разной диспропорции подвержены как гражданские жители, так и военнослужащие, что отражается на работоспособности и вносит свой вклад на качество жизни.

Травмы верхней конечности и кисти встречаются с частотой от 7 до 37 на 1000 населения и составляют около 50% от травм, сочетающихся с переломами костей. Среди анатомических структур повреждения нервных стволов конечностей составляют около 3% с общей частотой составляющих 0,14 на 1000 населения в год [126, 180].

Частота травм периферических нервов верхних конечностей в мирное время составляет от 1,5% до 13%, а в период военных конфликтов достигает 20% от всех травм верхних конечностей, а инвалидизация доходит до 60% [28, 47].

Повреждения нервов верхних конечностей известны своими последствиями со значительным двигательным и сенсорным дефицитом, а порою и болевым синдромом, нередко приводящим к нейротрофическому синдрому Зудеку.

В Республике Таджикистан история восстановления периферических нервов начинается с 1987 г., когда на базе вновь организованного микрохирургического отделения Городской клинической больницы г. Душанбе проф. К.П. Артыковым были впервые внедрены микрохирургические способы реконструкции нервных стволов (периепинеуральный шов нервов, аутонервная пластика и пр.).

Проблема травматических повреждений периферических нервов верхних конечностей продолжает оставаться важной в связи с их высокой

частотой, инвалидизацией пациентов и несовершенством качества оказания хирургической и реабилитационной помощи.

Несмотря на совершенство микрохирургической техники восстановления нервов, достижения реконструктивной хирургии последних лет, эта проблема не утратила своего значения по сегодняшний день, оставляя за собой множество больных с необратимыми последствиями.

На современном этапе хорошо изучены факторы, влияющие на конечные результаты восстановления утраченных функций. Среди этих факторов важное значение имеет время, прошедшее от момента травмы до реконструкции нерва, уровень повреждения, механизм повреждения, сопутствующие повреждения и возраст пациента. К этим факторам следует добавить и субъективные факторы, такие как опыт и квалификация хирурга, оснащение и условия для выполнения операции, правильное определение показаний.

Как было показано в предыдущих работах, выполненных в Таджикистане [2, 18, 40, 46, 72, 91, 92, 93] из всех потенциальных факторов наиболее важными являются время отсрочки, уровень повреждения и возраст пациента. Эти три фактора были положены в основу формулы [18], которая позволяет вычислить прогноз и при сопоставлении с размером дефекта нерва выставить показания к выполнению реконструктивной программы, включающей в себя выбор способа реконструкции нерва и, при необходимости, способа сухожильно-мышечной транспозиции в зависимости от вида поврежденного нерва.

Разработка тончайшего шовного материала, специальных прецизионных инструментов и оптического увеличения значительно улучшили качество хирургического восстановления нервных стволов. Существенным толчком для разработки концепции эпиневрального или группового пучкового шва послужили работы Sydney Sunderland (1949, 1978), в которых приведены детальные описания внутриневральной архитектуры нервов [218, 219].

Успехи по восстановлению нервных стволов, достигнутые к настоящему времени, касаются, в основном, адаптации эпиневральных и периневральных оболочек пересеченного нерва (шов нерва по типу конец в конец или аутонервная пластика). Методика наложения эпиневрального, периневрального шва нерва на сегодняшний день является золотым стандартом восстановления нервов по типу конец в конец [85, 116, 131, 139].

Идеальное условие для наложения эпи-периневрального шва нервов имеются при чистых пересечениях в экстренном порядке, когда между концами нервов нет натяжения. Однако в плановом порядке после освежения концов нервов фактор натяжения становится основным препятствием для ликвидации диастазов между концами нервов, когда предпочтение отдается аутонервной пластике [9, 29, 48, 115, 119, 125].

Техника аутонервной пластики нервов, разработанная Н. Millesi до сих пор широко применяется и является методом выбора при реконструкции дефектов нервных стволов [178]. Однако она отличается трудоемкостью и, при множественных повреждениях нервов, требует больших временных затрат. Эта техника была в дальнейшем усовершенствована и более подробно приведена в данной работе.

На сегодняшний день большую популярность завоевывают методы двигательной и чувствительной невротизации, многочисленные варианты которых широко представлены в литературе.

Современные исследования представляют собой фундаментальные клинико-лабораторные работы по изучению патогенетических аспектов регенерации нерва и возможности манипулирования ею на клеточном и генном уровне [124, 131, 141, 160, 164, 216, 234].

Команда таджикских микрохирургов во главе с его основоположником проф. К.П. Артыковым имеет опыт, насчитывающий более 3-х десятилетий восстановительной микрохирургии поврежденных нервных стволов. На сегодняшний день широко используются практически все доступные методы реконструкции: шов конец в конец, аутонервная пластика, невротизации,

сухожильно-мышечные транспозиции и сопутствующие операции на других анатомических структурах.

По повреждениям нервов уже защищены 2 докторские, 7 кандидатских диссертационных работ, имеются 6 рационализаторских предложений, 7 патентов на изобретения, около 2 сотен публикаций в отечественных и зарубежных источниках.

Проблема повреждений нервных стволов на дистальных уровнях поднимается впервые и направлена на изучение преимуществ прямой реконструкции нерва, клинического применения внутриневральной анатомии нервных стволов при реконструкции.

Таким образом, благодаря микрохирургической технике за свою 50-летнюю историю развития мануальные возможности восстановления нервного ствола достигли своего пика. Однако неудовлетворительные результаты восстановления травматически поврежденных нервных стволов продолжают стимулировать дальнейшие поиски, а индивидуальные запросы каждого пациента оставляют большой простор для дальнейшего прогресса хирургии периферических нервов. Дистальные повреждения нервов, подкупая более лучшими результатами благодаря короткому сроку регенерации имеют свои особенности, связанные с техническими трудностями нахождения дистальных концов нервов, значительными диастазами при плановом восстановлении, правильной ориентации отдельных пучков и непредсказуемыми функциональными результатами.

1.2. Хирургическая анатомия нервного ствола

Периферические нервы верхних конечностей формируются из ветвей плечевого сплетения и, спускаясь в дистальном направлении по пути, отдают свои ветви, доходя до уровня деления на конечные ветви. Для практикующих хирургов важно знать 4 соединительнотканые структуры на поперечном сечении периферического нерва: эндоневрий, периневрий, эпиневрй и мезоневрий. Соединительнотканые образования занимают около 50% от

общей площади поперечного сечения. Поверхностные или неточные знания этих важных структурных элементов в ходе проведения операции могут повлечь за собой серьезные технические погрешности, которые могут свести на нет реконструктивную операцию даже с применением микрохирургической техники.

Фасцикулы (пучки) являются самыми мелкими образованиями, которые видны невооруженным глазом [166]. Каждый нервный пучок состоит из множества нервных волокон - аксонов, окруженных эндоневрием, а снаружи эти пучки окружены периневрием. Конечные ветви на дистальных уровнях срединного, локтевого или лучевого нервов представляют собой группы пучков, состоящих либо из чувствительных, либо двигательных волокон. Неправильная их идентификация не только напрасна, но и заведомо направляет последующее лечение на ложный путь ожидания и дальнейшего заблуждения реабилитологов или других специалистов. Эндоневрий одевая каждое нервное волокно (аксон) соединительнотканной оболочкой идет в спиральном направлении. При натяжении нерва спиральный ход переходит в продольный, что придает нервным волокнам запас эластичности против их тракции, предотвращая их от разрыва (аксонотмезис).

Важно помнить, что кровоснабжение пучков (фасцикул) является диффузным от капиллярной сети, берущих начало от внутреннего эпиневрия.

Группы пучков окружены внутренним эпиневрием. Периневрий снабжается кровью пенетрирующими его многочисленными кровеносными сосудами [164], идущими от внутреннего эпиневрия.

Периферический нерв снаружи одет в эпиневрй, который является самым верхним слоем, окружающий отдельные нервные пучки (фасцикулы). Эпиневрй состоит из двух слоев: наружный эпиневрй защищает нерв от внешних повреждений, внутренний эпиневрй прорастает внутрь и отделяет группы пучков друг от друга [140]. Наружный эпиневрй не спаян с окружающими тканями, что обеспечивает свободную экскурсию в продольном направлении. Его толщина различна на всем протяжении

конечности. Так, участки, требующие более значительной защиты от компрессии, например, в области суставов, характеризуются более массивным наружным эпиневрием [139]. Самым наружным слоем нерва является мезоневрий, который несет в себе магистральные кровеносные сосуды и обеспечивает скольжение нервного ствола.

Часто практические хирурги путают вышеуказанные структуры, принимая мезоневрий за наружный эпиневрй, а группу пучков, которые окружены внутренним эпиневрием за периневрй. Отсюда и исходит неправильная трактация применяемых методик оперирования «периневральный шов», «пучковый шов», «кабельная пластика» и пр.

Впервые картирование групп фасцикул на поперечном срезе нерва было описано в работах Sunderland S. в 1945 г. [220]. Работы, посвященные изучению расположения групп фасцикул на различных уровнях поперечного среза нервов верхних конечностей, являются основой для правильной идентификации и точного сопоставления соответствующих групп фасцикул [111]. На дистальном уровне срединного нерва двигательные пучки составляют 10% от общего количества пучков, представленных на поперечном срезе. Моторная ветвь к мышцам возвышения большого пальца находится в группе пучков, расположенных в передне-лучевой секции поперечного среза. Уже на уровне 150 мм от шиловидного отростка на поперечном срезе срединного нерва можно найти 3 крупные пучковые группы: более латерально 2 пучковые группы к общепальцевым нервам и 3-я группа пучков расположенная более медиально формирующая ветви, идущие к лучевой поверхности указательного пальца и оба пальцевых нерва большого пальца. На уровне ниже отхождения тыльной ветви локтевого нерва на поперечном срезе четко дифференцируются 3 группы фасцикул: моторная – расположена в тыльно-латеральном секторе среза, дистально идущая к мышечным ветвям возвышения мизинца и меж-костные мышцы, которая занимает 30-35% от общей площади; другие 2 группы фасцикул дают начало кожным ветвям общепальцевого нерва IV-V пальцев, расположена в

латеральной части сектора и другая дающая начало кожным ветвям локтевого края кисти и мизинца расположена в локтевой части среза.

На дистальных уровнях лучевого и локтевого нерва по внутреннему пучковому строению можно четко отделить группы двигательных и чувствительных пучков, что при их четком сопоставлении намного повышает результативность операций. Однако это нельзя применить по отношению к срединному нерву, поскольку в составе каждого из 3-х групп пучков имеются как чувствительные, так и двигательные пучки, что технически затрудняет их дифференциацию и правильное сопоставление с дистальным отрезком. Поскольку срединный нерв на 90% состоит из чувствительных пучков, ротационное смещение может на нет свести двигательную реиннервацию.

Разработка техники невротизации и определение количества нервных волокон в составе дистальных ветвей нервов позволили обосновать эту технику при невосстановимых повреждениях нервных стволов. В составе переднего межкостного нерва срединного нерва имеется 866 ± 144 миелинизированных нервных волокон, а в составе глубокой (моторной) ветви локтевого нерва – 1318 ± 120 волокон, что вполне оправдывает возможность невротизации [214]. Эта работа показывает важность нахождения во время ревизии и реконструкции двигательных пучков любого нерва дистальнее уровня отхождения от основного ствола, так как в случае отказа от операции или невозможности его нахождения в функциональном плане будут исключены целые мышечные группы.

Срединный нерв в своем составе имеет больше чувствительных пучков и отвечает за чувствительность 3,5 пальцев, и лишь небольшая часть двигательных волокон иннервируют часть мышц области возвышения большого пальца. Локтевой нерв является преимущественно двигательным нервом и иннервирует 9 мышечных групп кисти, и лишь незначительная часть иннервирует 1,5 пальцев и локтевой край ладони. Лучевой нерв на дистальном уровне представлен глубокой ветвью и иннервирует 9 разгибательных мышечных групп, расположенных на предплечье,

ответственных за активное разгибание кисти и длинных пальцев, разгибание/отведение большого пальца.

В связи с этим при одиночных повреждениях нервов отмечается характерная утрата для каждого из перечисленных нервов. При множественных одновременных повреждениях нервов отмечается значительная утрата как чувствительных, так и двигательных зон предплечья и кисти.

Приведенная диаграмма показывает, что повреждения нервов на уровне их разветвлений на конечные ветви не менее важны и равнозначны стволовым повреждениям с той лишь разницей, что найти и восстановить отдельные ветви дистальнее уровня повреждения представляет дополнительные технические трудности.

Таким образом, топографическая анатомия нервов, правильная ориентация внутри стволовых элементов соединительной ткани, особенности расположения групп пучков на поперечном срезе на различных уровнях повреждения являются основополагающими для их микрохирургической реконструкции. Выше приведенные исследования крайне важны для данной работы, так как без правильного изучения расположения пучковых групп на проксимальной культе нерва и идентификации отдельных дистальных ветвей нельзя рассчитывать на полноценный успех, что имеет особенное значение при дистальных повреждениях.

1.3. Влияние сроков реконструкции, возраста и уровня повреждений на конечные результаты

Результаты реконструкции нервных стволов зависят от таких важных факторов как: этиология и тяжесть повреждений, возраст пациентов, уровень пересечения, размер дефекта нервного ствола, сочетание с повреждениями других анатомических структур, метод реконструкции и время отсрочки.

Больные с дистальными уровнями повреждений нервных стволов являются прогностически благоприятными в плане мышечной реиннервации

в связи с короткой дистанцией регенерации, что позволяет оперировать их в более поздние сроки.

Последствия травматических повреждений нервных стволов верхних конечностей имеют 3 важнейших клинических аспекта: потеря сенсорно-трофической функции, двигательного дефицита и болевого синдрома [76, 86, 139, 148, 150, 164, 179, 225, 234]. У больных с повреждениями нервных стволов на дистальных уровнях клинически на первый план выступают потери чувствительной и двигательной функции пальцев и кисти.

На протяжении последнего столетия всесторонне изучены временные аспекты травматических повреждений нервов, процессов дегенерации и регенерации нервных стволов, атрофии и реиннервации мышц, кожно-трофических изменений вслед за денервацией и реиннервацией.

Процесс регенерации периферического нерва замедлен. Общеизвестно, что у детей скорость регенерации составляет 2 мм в сутки, а у взрослых 1 мм/сутки. Многими исследованиями доказано, что нет методов, ускоряющих скорость регенерации [140]. Многочисленными гистоморфологическими данными доказано, что даже после идеального сопоставления концов нервов не происходит полной регенерации. Это связано с тем, что наряду с дегенеративными изменениями периферических органов иннервации в центральной нервной системе, включая нейроны переднего и заднего рогов спинного мозга, происходит массовая гибель в результате внезапной травмы [140, 165].

До эры применения микрохирургической (прецизионной) техники экстренные повреждения нервов верхних конечностей оставались на плановый этап. Экстренный шов периферических нервов стал возможным после широкого внедрения микрохирургической техники в практику учреждений сосудистых или ортопедически-травматологических отделений многопрофильных учреждений.

У больных с разными уровнями повреждения нет равных шансов на восстановление нерва, даже если они оперируются в экстренном порядке. У

взрослого человека регенерирующий аксон должен преодолеть метровую дистанцию от самого проксимального уровня плечевого сплетения до мышц и пальцев кисти, на что необходимо 1,5-3 года для того, чтобы он достиг своей мишени (мышцы либо чувствительные рецепторы). При дистальных повреждениях регенерирующий аксон должен преодолеть дистанцию около 100 мм, на что затрачивается у детей 50 суток, а у взрослых около 3-х мес. прежде чем произойдет реиннервация собственных мышц кисти.

В то же время, мышечное волокно после денервации подвергается атрофическим изменениям, которые обратимы в сроки 12-18 мес. (приблизительно от 365 до 540 дней). Эти сроки, однако не могут быть приняты механически, так как клиническая практика богата случаями успешной регенерации мышц и в более поздние сроки [192].

Следует особо подчеркнуть, что при дистальных повреждениях благоприятные сроки выполнения операции удлиняются на 6-12 мес. по сравнению с проксимальными повреждениями.

Сроки обратимой сенсорной реиннервации значительно дольше и больше зависят от возраста пациентов и способности центральной нервной системы к адаптации и реорганизации после реиннервации. Так у детей, оперированных даже в поздние сроки результаты восстановления дискриминационной чувствительности и стереогнозиса лучше, чем у взрослых, оперированных в оптимальные сроки [92]. Восстановление чувствительности возможно и через многие годы денервации, однако оптимальные временные рамки для возврата чувствительности до сих пор не установлены [140]. Это дает большой простор для расширения показаний к реконструкции, несмотря на позднее поступление больных, особенно детского возраста.

В связи с вышеуказанным, больные с дистальными уровнями повреждений представляют научный интерес, так как являются клинически однородными и по ним можно легче проследить зависимость от других

важных факторов, таких как тяжесть травмы, величина дефекта нерва и метод реконструкции.

Таким образом, медленная и неполная регенерация, необратимые изменения в периферических органах-мишенях (мышечные волокна, чувствительные рецепторы), дегенеративные изменения стромального аппарата нервной клетки являются предпосылками для неполной регенерации нервной клетки, которые со временем прогрессируют и являются главными факторами неудовлетворительных или неполных результатов хирургического лечения.

1.4. Методы реконструкции нервных стволов при дистальных повреждениях

Данный вопрос тесно взаимосвязан с разделом 1.2, так как без знания анатомии и физиологии нервов вряд ли можно будет рассчитывать на успех или правильно интерпретировать неудачные исходы. Ранее до наступления эры микрохирургии вмешательства на нервах выполнялись на наружных оболочках нервного ствола (мезоневрий и наружный эпиневрй) исключительно в плановом порядке.

Позднее внедрение в клиническую практику микрохирургического метода восстановления периферических нервов имеет то неоспоримое преимущество, что оно возбудило интерес гисто-морфологов и электрофизиологов на современном уровне заново пересмотреть данный вопрос. Результаты экспериментальных работ значительно обогатили и обновили фундаментальные работы по современному представлению регенерации после микрохирургической реконструкции.

Формирование конечных ветвей начинается на более проксимальных уровнях внутри наружного эпиневрия ствола нерва заблаговременно до их деления на конечные ветви. Как было приведено в разделе 1.2 на уровне дистальной трети предплечья в составе срединного и локтевого нервов уже на уровне 8-12 см от уровня шиловидного отростка на поперечном срезе можно четко идентифицировать по 3 группы пучков, которые позднее

разделяются на конечные ветви. Оптическое увеличение и прецизионная техника позволили выполнять вмешательства на внутреннем эпиневррии, которыми одеты эти группы фасцикул.

Однако дальнейшее увлечение методом и разделение их на отдельные фасцикулы (пучки) чреваты не только бесполезностью, но и полной дезорганизацией фасцикул на обоих концах нервов. Это грозит в лучшем случае направлением регенерирующих аксонов в сторону других органов-мишеней, а в худших случаях отрицательным результатам и к заблуждению специалистов, занимающихся послеоперационной реабилитацией.

Уместно выражение Н. Millesi, 1979 «оптическое увеличение не решает задачу. Оно помогает избежать натяжения между концами нервов. Точное соприкосновение фасцикул достигается путем минимальных манипуляций с использованием наименьшего количества инородного материала. Нам надо изменить наше отношение механического мышления на преимущества биологических процессов» [178].

В связи с выше приведенным, многочисленные дебаты по обсуждению преимуществ пучкового, группового пучкового или эпиневрального шва сводятся, по сути, к наложению внутреннего эпиневрального шва. На дистальных уровнях, где более четко можно дифференцировать группы пучков, речь скорее идет о наложении группового пучкового шва. При этом речь идет о манипуляции с внутренним эпиневрием, которым одета каждая группа фасцикул (пучков).

В редких случаях, учитывая важность нервов, например, при восстановлении отдельных ветвей лицевого на уровне входных ворот в мимическую мышцу хирурги используют пучковый (фасцикулярный) шов. Однако экспериментальные работы продемонстрировали, что результаты группового пучкового шва нервов не отличаются от пучкового шва [131]. Это еще раз подчеркивает важность высказывания Миллези и о предостережении чрезмерной манипуляции на нервах и об отсутствии необходимости расчленения нервов на отдельные фасцикулы на любом уровне повреждения.

повреждениях срединного и локтевого нервов наиболее популярным стала комбинация невротизации мышц тенара или гипотенара при помощи переднего межкостного нерва (ветвь срединного нерва) и чувствительных ветвей с использованием в качестве невротизатора III-IV или II-III общепальцевых нервов [119, 121, 134, 185, 191, 214].

Таким образом, техника реконструкции нервного ствола основана на бережном отношении к соединительнотканым образованиям нервного ствола (оптимальное сопоставление, оставление внутри нерва как можно меньше шовного материала), минимальном натяжении между концами нерва, пластики дефектов конечных ветвей при помощи аутонервных трансплантатов.

Перспективным направлением для дистальных повреждений является расширение показаний к прямой реконструкции с учетом особенностей внутриневральной анатомии, нахождения дистальных ветвей, своевременной невротизации и коррекции двигательных нарушений и с учетом возможностей реконструкции. Выставление показаний к невротизации и сухожильно-мышечных транспозиций расширяют возможности реконструкции и направлены на устранение остаточных последствий повреждений нервов.

1.5. Отдаленные результаты мета-анализа реконструкции периферических нервов верхних конечностей

Многообразие факторов, влияющие на достижение оптимального функционального результата создают дополнительные трудности для оценки вклада каждого отдельного фактора.

В 1990 г. Sunderland обобщил 40-летний клинический опыт реконструкции нервных стволов в следующем порядке [173, 226]: экстренное восстановление лучше позднего, шов нерва конец в конец лучше аутонервной пластики, у молодых восстановление лучше, чем у взрослых,

дистальные повреждения дают лучшие результаты, чем проксимальные, короткие трансплантаты лучше длинных.

Литература последних лет насыщена многочисленными наблюдениями отдаленных результатов реконструкции нервных стволов верхних конечностей.

Мета-анализ микрохирургической реконструкции локтевого и срединного нервов показал, что отличное моторное восстановление до степени M4-M5 было достигнуто в 51,6% случаев, тогда как результаты восстановления сенсорной функции до степени S3+ до S4 были ниже и составили 42,6% [173, 226]. Эти результаты приведены на основе анализа сотен публикаций за последние десятилетия и основаны на тысячи больных со схожими факторами. Самыми главными факторами, которые повлияли на конечный результат были возраст пациентов (дети против взрослых за 40 лет), место повреждения (дистальные против проксимальных), вид поврежденного нерва (срединный или локтевой) и время отсрочки. Имеются работы, изучившие влияние гендера и что у женщин, имеются лучшие шансы на восстановление чем у мужчин [136].

Современные изучения отдаленных результатов дают сравнение аутонервной пластики проксимальных дефектов с невротизацией. В частности, Flores, L.P., 2015 г. [135] приводит 15 клинических наблюдений проксимальных повреждений локтевого нерва с невротизацией моторной ветви за счет переднего межкостного нерва и невротизации чувствительной порции за счет III общепальцевого нерва. Эти больные были сравнены с 20 случаями аутонервной пластики локтевого нерва на проксимальном уровне. Результаты показали, что отдельная невротизация чувствительной и двигательной порций локтевого нерва на дистальном уровне дают лучшие двигательные M3/M4 и сравнимые результаты восстановления чувствительной функции.

Несмотря на множество публикаций по проблеме травматических повреждений нервных стволов до сих пор отсутствуют отдельные работы,

посвященные дистальным повреждениям периферических нервных стволов, не обобщены клинические результаты больных, которым была выполнена реконструкция нервов на дистальном уровне в зависимости от сроков поступления и методов реконструкции. До сих пор даже с применением микрохирургической техники реконструкция рутинно выполняется без учета внутриневральной анатомии, что крайне важно у больных с дистальными повреждениями нервов верхних конечностей. В литературе отсутствуют обобщающие работы по сравнительному анализу между больными, которым была выполнена экстренная реконструкция с результатами планового восстановления на дистальных уровнях.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика клинического материала

Работа выполнена в отделении восстановительной хирургии Республиканского научного центра сердечно-сосудистой хирургии МЗиСЗН РТ. Материал охватывает период 1998-2019 г.г., в течении которого оперированы 109 больных (129 нервных стволов - НС) с дистальными повреждениями нервов верхних конечностей в отделениях реконструктивно-пластической микрохирургии и восстановительной хирургии.

В клинический материал были включены больные с дистальными повреждениями верхней конечности на дистальном уровне. За дистальный уровень был принят полный анатомический перерыв нерва не выше 5-7 см от разветвления на конечные ветви: для срединного нерва за дистальный уровень было принято пересечение ниже уровня отхождения ладонной кожной ветви, для локтевого нерва – тыльной кожной ветви локтевого нерва, а для лучевого нерва – поверхностной кожной ветви лучевого нерва (см. рис. 1). Всем больным был проведен проспективный анализ с изучением материала по данным историй болезней, протоколам операций и фотоматериалу.

Критериями включения больных в данное исследование послужили: повреждения нервов на дистальном уровне, доступность пациента для изучения отдаленных результатов, сроки наблюдения не меньше 18 мес. от даты операции.

В соответствии с поставленной целью и вытекающими из нее задач пациенты были распределены на 3 клинические группы:

1-я группа: экстренный шов нерва – 47 пациентов (57 НС);

2-я группа: отсроченный шов нервов – 28 пациентов (34 НС);

3-я группа: аутонервная пластика – 34 пациента (38 НС)

В таблице 1 представлено распределение больных по возрасту, полу и стороне повреждения.

Таблица 1. - Распределение пациентов по возрасту, полу и стороне повреждения верхней конечности

Распределение пациентов	по возрасту	Всего	
		абс. число	в %
	1-5 лет (дети)	6	5,5
	6 – 10 (дети)	32	29,4
	11 – 18 (дети)	16	14,7
	19 – 30	31	28,4
	31 – 40	13	11,9
	41 – 50	8	7,3
	старше 50 лет	3	2,8
		по полу	абс. число
мужской пол	82	75,2	
женский пол	27	24,8	
	по стороне повреждения конечности	абс. число	в %
справа	63	57,8	
слева	46	42,2	
	Всего больных	109	100

Средний возраст больных составил $20,97 \pm 13,9$ лет. Среди возрастных групп малолетние дети составили 6,4%, около трети пациентов были представлены возрастной группой до 10 лет, детский контингент составил около половины больных, что подчеркивает социальную значимость данных повреждений. Подавляющая часть исследованных лиц находилась в молодом возрасте, только десятая часть обследованных была старше сорока лет. Лишь 25% пациентов относились к лицам женского пола. Повреждения справа на 15% превышали левосторонние, что свидетельствует о подверженности доминантной руки режущим ранениям.

Среди этиологических факторов преобладали ранения острым и режущим предметами (табл. 2). Среди плановых больных арсенал этиологических факторов пополнился осложненными переломами, электротравмой, огнестрельными повреждениями и пр. Следует указать, что повреждения лучевого нерва часто сочетались с диафизарными переломами костей плеча и предплечья. В наших наблюдениях он составил 5 случаев (34,8%) от общего количества больных с повреждениями лучевого нерва.

Таблица 2. - Распределение больных по этиологии повреждений

Этиология Повреждений	Группы			Всего	
	экстр. шов	планов. шов	аутонервн. пластика	абс. число	в %
Резанные или колото- резанные ранения	44	24	18	86	78,9
Тяжелые ранения: раздавленные, ушибленные, отрывные	3	4	8	15	13,8
Электротравма	-	-	3	3	2,8
Огнестрельные ранения	-	-	3	3	2,8
Ятрогенные	-	-	2	2	1,7
Всего	47	28	34	109	100

Благодаря организационным усилиям, проводимым на протяжении 3-х десятилетий, отмечен значительный прогресс в смещении соотношения больных экстренные/плановые в пользу экстренных с ближайших регионов в радиусе 100 км (табл. 3). Больные с отдаленных регионов поступают с более серьезными повреждениями и чаще в запущенные сроки.

Таблица 3. - Поступление больных по региону проживания

Регион	Соотношение экстренных/ плановых больных	Группы			Всего	
		I	II	III	абс. число	в %
г. Душанбе	1,14	24	12	9	45	41,3
Районы республиканского подчинения	1,72	19	6	5	30	27,5
Хатлонская область	0,17	4	8	16	28	25,7
Согдийская область	0	-	2	3	5	4,6
Горно-Бадахшанская автономная область (ГБАО)	0	-	-	1	1	0,9
Всего	0,76	47	28	34	109	100

Радиус поступления больных в экстренном порядке ограничен 100 км, в который входил регион столичного г. Душанбе, группы районов республиканского подчинения и Бохтарского региона Хатлонской области.

Несмотря на географическую неоднородность, пациенты в 95% случаев поступили в благоприятные и относительно благоприятные сроки, что свидетельствует о хорошей информированности сети медицинских учреждений и налаженном потоке больных (табл. 4).

Таблица 4. - Сроки поступления больных с момента получения травмы

Клиническая группа	Кол-во больных	Средние сроки поступления (в мес.)	Благопр. сроки (до 6 мес.)	Относитель но благопр. сроки (от 6 до 18 мес.)	Запущенны е сроки (более 18 мес.)
I (экстренный шов)	47	0	47	-	-
II (отсроченный шов)	28	6,7±1,43	19	7	2
III (аутонервная пластика)	34	8,9±1,34	19	12	3
Всего	109		85 (78%)	19 (17,4%)	5 (4,5%)

Примечание: - $p \leq 0,05$

По виду поврежденного нерва самым частым повреждением был подвержен срединный нерв – 63 (48,8%), за ним следует локтевой нерв – 44 (34,1%) и лучевой нерв – в 22 (17,1%) случаях (табл. 5).

Таблица 5. - Распределение больных на клинические группы в зависимости от вида поврежденного нерва

Группа	Реконструкция нерва				Всего	в %
	средин-ный	локтевой	сред. и локт.	лучевой		
I (экстренный шов)	16	13	10 (20)	8	47 (57)	43,1
II (отсроченный шов)	11	7	6 (12)	4	28 (34)	25,7
III (аутонервная пластика)	16	4	4 (8)	10	34 (38)	31,2
Всего	43	24	20 (40)	22	109 (129)	100

Сочетанное повреждение срединного и локтевого нервов было отмечено в 20 клинических наблюдениях, что составило 18,3% от общего числа больных.

В таблице 6 приведена статистика сочетанности повреждений с соседними анатомическими структурами. Как правило, при экстренных повреждениях наблюдалось большее количество сочетанных повреждений, тогда как в плановом порядке одномоментное повреждение артерий и сухожилий наблюдалось реже.

Таблица 6. - Распределение больных в зависимости от вида сочетанных повреждений верхней конечности

Клиническая группа	Нервы		Артерии		Сухожилия		
	один нерв	2 нерва	лучевая	локтевая	сгибатели пальцев	локтевой сгибатель	лучевой сгибатель
I (экстренный шов)	37	10	14	12	26	12	16
II (отсроченный шов)	22	6	2	3	3	9	-
III (аутонервная пластика)	30	4	2	4	7	7	1
Всего	89	20	18	19	36	28	17
В %	81,7	18,3	16,5	17,4	33,0	25,7	15,6

Примечание: - $p \leq 0,05$

Одномоментное повреждение лучевой и/или локтевой артерии наблюдалось в 37 случаях (33,9%), сухожилий: поверхностных (36), глубоких сгибателей пальцев (16), локтевого (28), лучевого (17) сгибателя в различных комбинациях - у 44 больных (40,4%).

На рисунке 1 показана схема разделения дистальных повреждений на отдельные зоны. Разделение дистальных повреждений нервов на 3 зоны продиктовано топографо-анатомическими особенностями каждой отдельной зоны, что влияет на технические аспекты микрохирургической реконструкции.

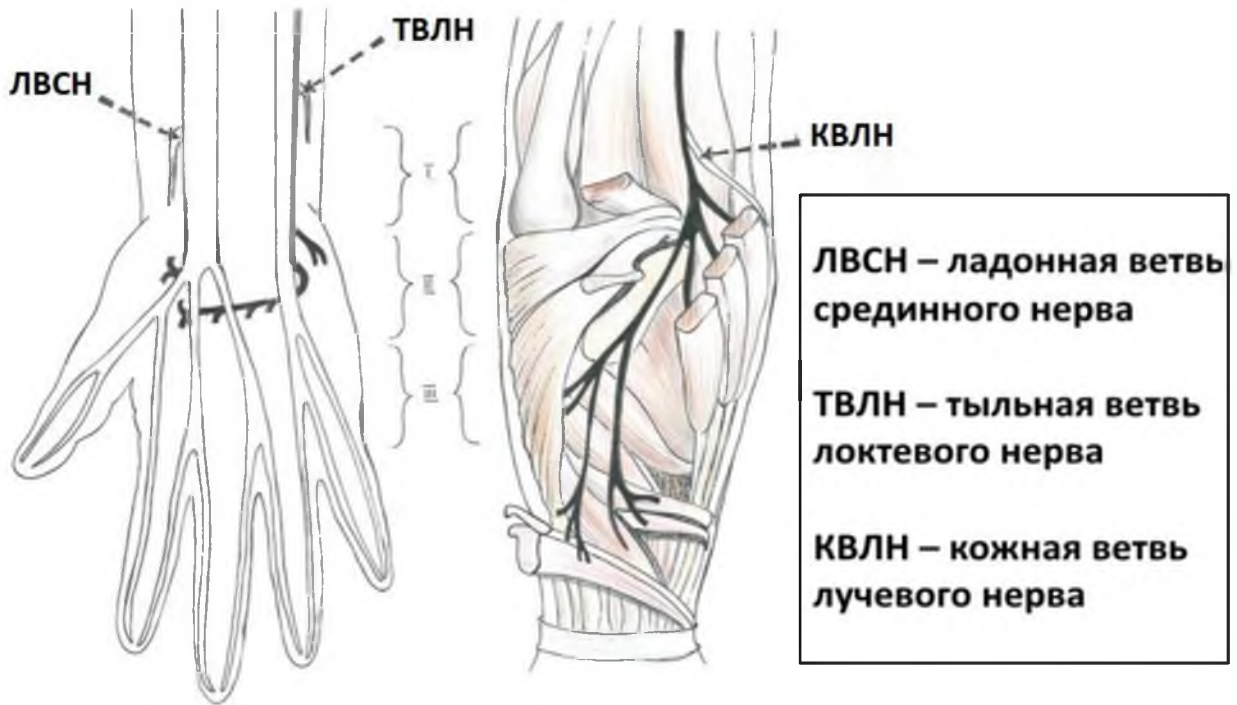


Рисунок 1. - Зоны повреждений при дистальных пересечениях нервов

За зону I приняты стволовые дистальные повреждения нервов не выше 5-7 см от уровня их деления на конечные ветви. За истинный уровень пересечения при дефектах нервов принята дистальная культя нерва (рис. 2).



**Рисунок 2. - Пример повреждения на уровне I зоны. Дефект локтевого нерва на уровне дистальной трети правого предплечья (слева);
аутонервная пластика локтевого нерва (справа)**

Для срединного и локтевого нервов они соответствуют повреждениям, проходящим между уровнем отхождения ладонной ветви до карпального канала и канала Гийона. Для лучевого нерва – область локтевого сустава до уровня отхождения кожной ветви до верхней границы мышцы супинатора.

Больные с повреждениями на уровне I зоны составили 39 (30,2%) от общего количества больных.

Для II зоны уровень пересечения проходит на уровне деления ствола нерва на терминальные отделы: для срединного ствола в месте нахождения карпального канала, для локтевого нерва – на уровне или непосредственной близости канала Гийона, для лучевого нерва – от уровня отхождения в непосредственной близости и на уровне канала под мышцей супинатора. В данную подгруппу вошли 66 (51,2%) больных (рис. 3).

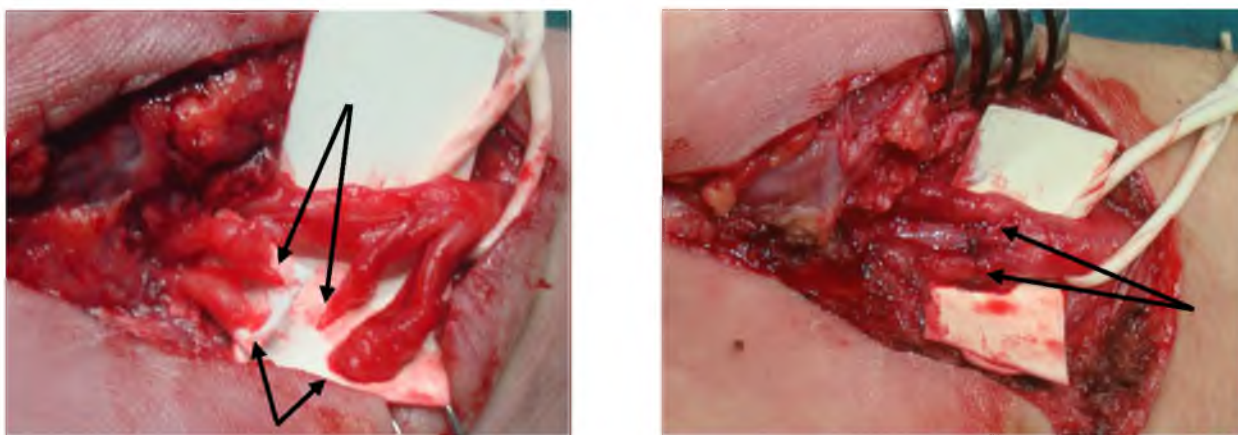


Рисунок 3. - Пример повреждения нерва на уровне II зоны.

Пересечение общепальцевых ветвей II-III и III-IV пальцев (слева); шов конец в конец обоих общепальцевых нервов (справа)

Зона III – для срединного и локтевого нервов повреждения локализируются на уровне отдельных конечных ветвей дистальнее карпального канала и канала Гийона и, как правило, повреждаются отдельные конечные ветви: поверхностная ветвь локтевого нерва, общепальцевые, пальцевые нервы (рис. 4). Для лучевого нерва повреждения локализируются на уровне дистальнее деления глубокой ветви лучевого нерва на ветви и формирования заднего межкостного нерва. С подобными повреждениями поступило 24 (18,6%) больных.

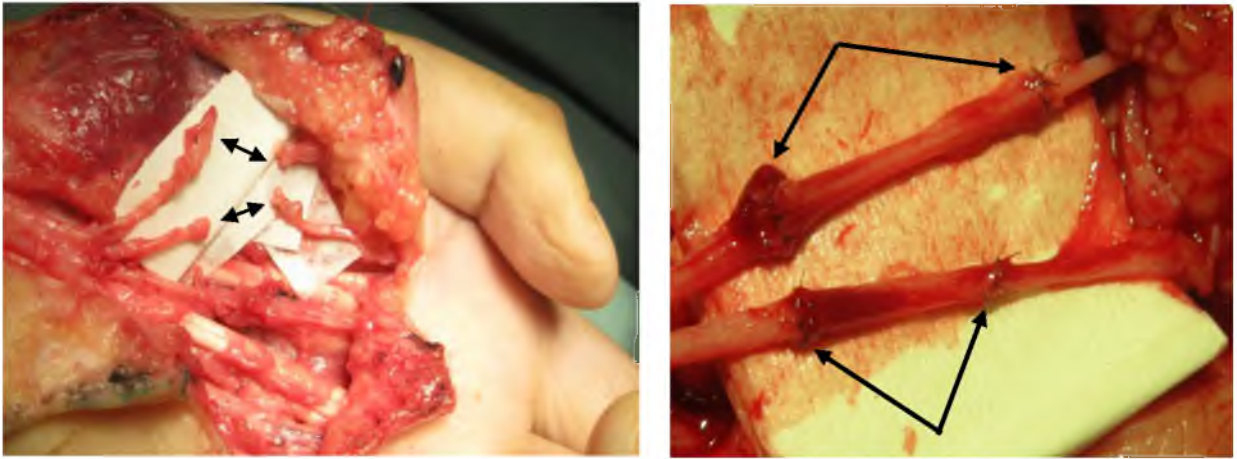


Рисунок 4. - Пример повреждения нерва на уровне III зоны. Пересечение собственных пальцевых нервов I и лучевой порции II пальца (слева), аутонервная пластика общепальцевых нервов

Приведенная клинико-топографическая классификация повреждений для данного исследования является ключевой для изложения последующей статистики (глава 3, таблица 8), выбора показаний и оптимального способа реконструкции и сравнения клинических групп между собой по полученным функциональным результатам.

Таким образом, материал данного исследования представлен 109 пациентами (129 нервных стволов) с дистальным уровнем перерыва, которые в свою очередь подразделены на 3 клинические группы: экстренный шов нерва, плановый (отсроченный шов) нерва и аутонервная пластика. Эти повреждения подразделены на 3 зоны: до деления на конечные ветви, на уровне разветвления и перерыв отдельных чувствительных и/или двигательных ветвей. По видам поврежденного нерва срединный нерв был поврежден в половине случаев, локтевой в 1/3 случаев, лучевой нерв в 1/6 случаев. По статистике около половины пациентов были дети, чаще травме была подвержена правая рука, частота ранений среди лиц мужского пола в 4 раза происходила чаще. В экстренном порядке преобладали ранения острым предметом. Больные с дефектами нервов чаще поступали в плановом порядке и с отдаленных регионов.

2.2. Методы исследования. Клинические методы, фотодокументация и интраоперационная диагностика

В данном труде применялись количественные характеристики, внедрённые Британским советом медицинских исследований (Seddon, 1972) представленные в таблица 7.

Таблица 7. - Количественные характеристики степени восстановления функций верхних конечностей

Степень изменений	Описание оценки степени восстановления утраченных функций
Оценка восстановления двигательной функции	
M0	Нет сокращений
M1	Восстановление сокращений в проксимальных мышцах
M2	Восстановление сокращений в проксимальных и дистальных мышцах
M3	Восстановление сокращений в дистальных мышцах до той степени, достаточно сильные для преодоления силы тяжести
M4	То же что степень M3 и, вдобавок, все синергисты и независимые движения возможны.
M5	Полное восстановление
Оценка восстановления чувствительной функции	
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)

За удовлетворительные результаты были приняты восстановления движений до степени M3 (восстановление сокращений до той степени, достаточной силы для преодоления силы тяжести) и чувствительности до степени S3 (восстановление поверхностной болевой и тактильной чувствительности по всей автономной зоны иннервации нерва). Это применительно к кисти слабого восстановления или улучшения грубых

захватов кисти. Атрофия мышц возвышения тенара и гипотенара остается.

Хорошие результаты – движения до степени M4 (появление движений с преодолением сопротивления) и чувствительности до степени S3+ (появление дискриминационной чувствительности в пределах автономной зоны 7-15 мм). Это соответствует улучшению грубых и тонких захватов кисти и пальцев, но остается легкая гипотрофия мышц тенара/гипотенара.

Отличные результаты – M5 (полное восстановление движений достаточной силы) и чувствительности S4 (полное восстановление чувствительности (дискриминационная чувствительность 2-6 мм). Это соответствует полному восстановлению грубых и тонких захватов кисти и пальцев с исчезновением гипотрофии.

Описанные методы исследования применялись всем 109 лицам, участвовавшим в исследовании, в том числе интраоперационно, а также в ходе реабилитации.

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.

Всем больным после ревизии и установлении анатомии повреждения выполнялись операционные снимки.

Обязательным элементом было измерение истинного диастаза после освежения культей нервов во избежание натяжения между концами нервов. При этом изучалось и по возможности выполнялось фотографирование внутривещного строения дистального и проксимальных концов нервов.

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.

Интраоперационно в качестве электростимулятора мы использовали временный электрокардиостимулятор, 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 иннервируемого исследуемого нерва 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, охваченных в данной работе, и результаты последовательно изложены в последующих подразделах.

Электронейромиография. Метод стимуляционной ЭНМГ в клинических условиях является ценным, объективным методом исследования, как перед операцией, так и в послеоперационном периоде.

Электронейромиографию выполняли при помощи миографа NeuroScreen (Тоennies), производства Германии. Был использован метод стимуляционной миографии с подсчетом амплитуды вызванных потенциалов, латентного периода и скорости проведения импульса.

Для оценки состояния нервно-мышечного аппарата при денервации и в реиннервационном периоде пользовались исключительно накожными электродами. Их использование более предпочтительно в связи с регистрацией суммарных биоэлектрических потенциалов со всех двигательных единиц, находящихся под электродами. Для этой цели пользовались стандартными биполярными электродами с регулируемым межэлектродным расстоянием. Один конец отводящего электрода располагали над сухожильной частью мышцы, другой над брюшком мышцы. 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.

Скорость проведения возбуждения по исследуемому нерву рассчитывали по формуле:

$$U = L / (ЛП1 - ЛП2), \text{ где:}$$

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 по отношению 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.

Возможности метода увеличиваются при введении электромиографического устройства для одновременной регистрации возникающих биопотенциалов с исследуемых мышц и нервов. Основным дифференциально-диагностическим признаком неполного перерыва от регенерации нерва является величина латентного периода, который при неполном перерыве практически не меняется, тогда как при регенерации нерва отмечается значительное увеличение величины латентного периода порою в два раза и более.

Данный метод исследования рутинно был использован всем больным, охваченных в данной работе и результаты последовательно изложены в последующих подразделах. Данная процедура была выполнена в Медицинском комплексе «Истиклол», в отделении клинико-консультативной диагностики, к.м.н. Алиевой, З.Д.

Электротермометрия. Термометрию выполняли при помощи электротермометра ТПЗМ -1. Процедура выполнялась в условиях отделения восстановительной хирургии РНЦССХ, к.м.н. Карим-заде, Г.Д. Использовали

накожные электроды и измеряли температуру кожи подушечек ногтевых фаланг в автономных зонах иннервации нервов. Измерение температуры выполняли в специальном помещении при температуре окружающего воздуха не ниже 22 градусов. Длительность измерения одной области не меньше 1 мин. Показатели температуры на стороне повреждения сравнивали с данными контралатеральной стороны и высчитывали градиент температуры. Электротермометрия является простым и информативным тестом, косвенно отражает трофическое состояние измеряемой поверхности в числовом выражении.

Данный метод исследования рутинно был использован всем больным, охваченных в данной работе и результаты последовательно изложены в последнем разделе.

Допплерография, ультразвуковое исследование. Исследования выполняли при помощи ультразвукового доплерографического устройства СП-100, фирмы MEDATA Швеция. Применялся датчик с частотой излучения 5 МГц, который располагали под углом менее 45 градусов к оси предполагаемого сосуда. Кровоток исследовался над лучевой и локтевой артериями на уровне $n/3$ предплечья и по проекции поврежденной локтевой артерии. При тщательном выполнении исследования ультразвуковая доплерография может служить альтернативой ангиографии. По литературным данным возможна диагностика повреждений нервов при помощи современных УЗИ приборов и специальных датчиков с частотой сканирования 5-12 МГц.

Поскольку клиническая диагностика не вызывала особого затруднения, данные УЗИ и доплерографического исследования лишь дополняли клинические данные. Эти данные не подвергались количественному анализу. Допплерографическое исследование выполнялось в лечебно-диагностическом отделении РНЦССХ д.м.н., профессором Султановым, Д. Д.

Магнитно-резонансная томография. Отдельным больным для уточнения диагноза была выполнена магнитно-резонансная томография.

Исследования были выполнены на различных МРТ устройствах с различной разрешающей возможностью и мощностью магнитного поля до 1,5 Тесла. Процедура выполнялась в условиях Национального медицинского центра Республики Таджикистан «Шифобахш» Ахмедовой М.Х.

Поскольку клиническая диагностика полного анатомического перерыва нервов верхней конечностей проста, МРТ исследования с целью дифференциальной диагностики проводятся редко.

Данные УЗИ и доплерографического исследования лишь дополняли клинические данные. Эти данные не подвергались количественному анализу.

Статистические методы, использованные при обработке цифрового материала. Статистическую обработку полученных результатов проводили с применением программы статистического анализа Microsoft Excel. Все значения представлены в виде $M \pm m$ (M – среднее значение данных в исследуемой группе; m – ошибка средней).

Достоверность различий между группами устанавливалась по t -критерию Стьюдента для малых и неоднородных групп – по U -критерию Манна-Уитни по специальной формуле. Для оценки достоверности различий средних показателей использовали t -тест Стьюдента для попарно связанных вариантов с помощью таблиц сопряженности 2×2 . При $p < 0,05$ различия между группами рассматривали как статистически достоверные. При проведении анализа различия считали достоверным при $p < 0,05$.

Взаимосвязь признаков определяли с помощью корреляционного анализа по Пирсону с подсчетом коэффициента линейной корреляции (r). Корреляционную связь считали слабовыраженной при $r = < 0,3$, 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. ОСОБЕННОСТИ МИКРОХИРУРГИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ДИСТАЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ НЕРВНЫХ СТВОЛОВ

В данном разделе будут изложены результаты интраоперационных наблюдений с акцентом на особенности, характерные для каждой клинической группы: экстренный шов нерва, отсроченный шов и аутонервная пластика. При формировании анастомоза нерва были соблюдены основные принципы: прецизионная техника оперирования, отсутствие натяжения и отсутствие осевой ротации нерва. Техника формирования микрохирургического анастомоза нерва не отличалась от общепринятых методик. Для больных I-й группы (экстренные повреждения) реконструкция нервных стволов выполнялась по методу конец в конец. При плановой реконструкции методом выбора была аутонервная пластика.

В таблице 8 представлено распределение клинических групп на зоны повреждений. Около трети повреждений приходится на I-ую зону, половина клинических случаев на II-ую зону и 1/5 случаев – на III-ю зону.

Таблица 8. - Распределение пациентов по зонам повреждений

Клиническая группа	Кол-во больных (нервов)	Нервы	Зоны			Всего (в %)
			I	II	III	
I группа (экстренный шов)	47 (57)	сред.	7	14	5	26
		локт.	6	9	8	23
		лучевой	1	3	4	8
Всего			14	26	17	57
II группа (отсроченный шов)	28 (34)	сред.	9	7	1	17
		локт.	6	6	1	13
		лучевой	0	2	2	4
Всего			15	15	4	34
III группа (аутонервная пластика)	34 (38)	сред.	5	14	1	20
		локт.	4	3	-	7
		лучевой	1	8	2	11
Всего			10	25	3	38
Всего	109 (129)		39	66	24	129
Всего в %			30,2%	51,2%	18,6%	100%

Разработанная классификация разделения дистальных пересечений срединного, локтевого и лучевого нервов на отдельные топографо-

анатомические зоны позволило дифференцировано подойти к каждому клиническому случаю, выполнить полноценную ревизию и в зависимости от размера дефекта между концами выбрать правильный метод реконструкции.

Общей особенностью для всех дистальных повреждений был выраженный внутренний эпиневрй с четкой дифференциацией на пучковые группы. Исходя из этой особенности, были усовершенствованы реконструктивные операции, основанные на пучковом строении каждого нерва, идентификации пучковых групп и выполнения правильной продольной дисекции для последующей реконструкции.

3.1. Экстренный шов нерва

В экстренном порядке были оперированы 47 пациентов с повреждениями 57 нервных стволов (срединный нерв – 26, локтевой – 23 и лучевой – 8), на уровне I зоны 14 нервных стволов, II зоны – 26, III зоны – 17 нервных стволов.

Качество наложения шва нерва конец в конец достигается при зеркальном сопоставлении одноименных культей нерва. Даже минимальное ротационное смещение пучковых групп может привести к непредсказуемым результатам. Из 3-х периферических нервов при дистальных повреждениях самым уязвимым к ротационному смещению фасцикул является локтевой нерв. Ошибочное ротационное смещение при восстановлении локтевого нерва на дистальном уровне более чем на 90 градусов может привести к почти полной или полной утрате результатов. Для срединного нерва это чревато необратимой атрофией мышц тенара, а для лучевого нерва, поскольку он является чисто двигательным нервом, ротационное смещение может сказаться на скоординированном движении отдельных мышц разгибателей пальцев.

Для предотвращения ротационного смещения фасцикулярных групп минимальными требованиями являются сопоставление проксимального и дистального культей нерва с ориентацией на наружные признаки:

расположения мезоневрия, овальная форма поперечного разреза, свободное расположение в своем ложе, сосудистый рисунок на эпиневррии и пр.

Знание внутриневральной анатомии позволяет более качественно наложить шов нерва по типу конец в конец. При этом необходимо тщательно изучить пучковое строение на поперечном срезе с точным их сопоставлением и во избежание вывиха отдельных фасцикул за пределами линии шва. Вспомогательное значение имеет использование электростимулятора, что позволяет идентифицировать моторные пучки на дистальной культе нерва и по его топографии найти соответствующий пучок на противоположной проксимальной культе нерва.

Поскольку зачастую повреждение периферических нервов сочеталось с повреждением магистральных артерий и сухожильно-мышечных структур, на первый план выступало кровотечение, что вынуждало к принятию экстренных мер. В экстренных условиях восстановление периферических нервов выполнялось одноэтапно вместе с восстановлением одновременно поврежденных артерий, сухожилий и мышц.

При выполнении восстановительного этапа вначале сшивались концы одноименных мышц и сухожилий, затем выполнялось восстановление магистральной артерии, впоследствии – реконструкция нерва. Такая последовательность была отработана на основании многолетней практики и была обоснована тем, что за период наложения шва на нервах проводили контроль проходимости артерии. Это позволяло вовремя обнаружить тромбоз артерии и заново переложить анастомоз, что не представляет технических трудностей.

Как нами описывалось в ранних наших работах [2] при восстановлении одной из парных артерий из-за компенсаторного расширения другой имелась тенденция к спазму и последующему тромбозу. Это легко устранялось путем дополнительных мер (местное применение спазмолитиков, интраоперационный контроль и своевременное наложение повторного анастомоза и пр.).

На рисунке 5 приведено формирование анастомоза локтевой артерии при помощи атравматических нитей 8/0, после чего идентифицированы пучки, формирующие глубокую ветвь (моторную). Реконструкция сосудисто-нервного пучка выполнена по следующей последовательности: локтевая артерия, группа фасцикул, формирующая двигательную ветвь, чувствительная порция локтевого нерва.

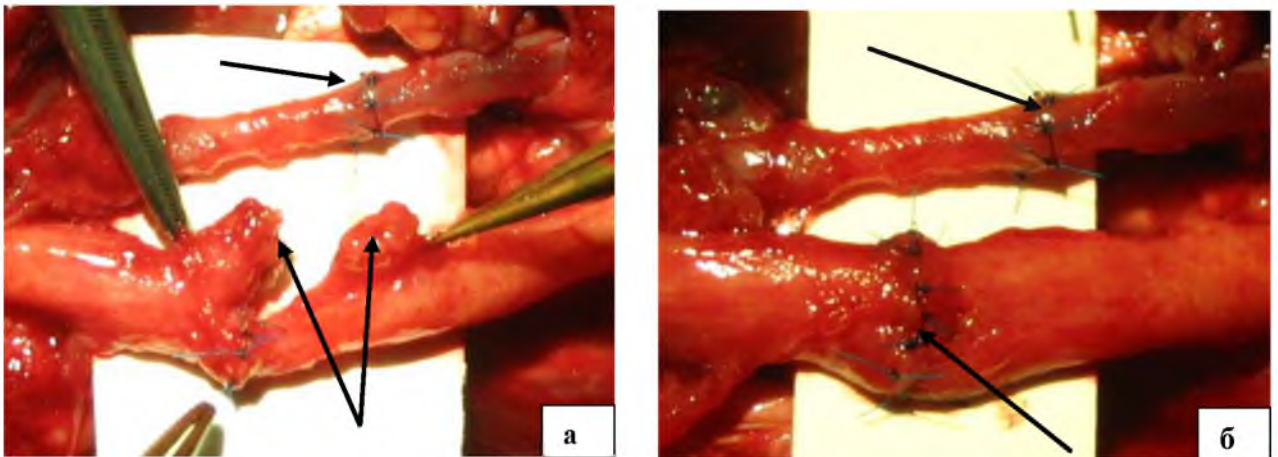


Рисунок 5. - Реконструкция сосудисто-нервного пучка в экстренном порядке: а) локтевая артерия восстановлена, затем группа фасцикул, формирующие двигательную ветвь локтевого нерва, культи сенсорных фасцикул подготовлены для восстановления; б) вид локтевого сосудисто-нервного пучка после восстановления по типу конец в конец

Использование электростимулятора позволяет подтвердить локализацию группы пучков, формирующие моторную ветвь, которая приблизительно составляет 1/3 поперечного среза и расположена в тыльно-боковом (dorsolateral) секторе. Остальные 2/3 поперечного среза занимают 2 пучка, формирующие на уровне деления на конечные ветви пальцевые нерва к IV межпальцевому промежутку и ветвь, идущая к локтевому краю мизинца. На правом рисунке эти обе группы фасцикулы также восстановлены по типу конец в конец.

3.2. Отсроченная реконструкция нерва

3.2.1. Плановый шов нерва

Как было указано выше, изучение пучкового строения на поперечном срезе позволяет безошибочно сопоставлять концы нервов для наложения качественного внутреннего эпинеурального шва. При этом фактор натяжения является частой сопутствующей проблемой, игнорирование которым приводит к неминуемой потере количества регенерирующих аксонов.

После резекции проксимальной невромы и дистальной фибромы до получения зернистости тщательно изучается пучковое строение, как на проксимальной, так и дистальной культях пересеченного нерва. Дополнительная препаровка концов нервов помогает найти отдельные пучки, которые формируют самостоятельные ветви на уровне конечного разветвления. Для локтевого нерва ниже уровня отхождения тыльной ветви, как правило, дифференцируются 2 пучковые группы, для срединного нерва – 4 пучковые группы, для лучевого нерва – особой дифференциации нет, и он представлен двигательными фасцикулами.

Независимо от способа реконструкции (шов нерва конец в конец или аутонервная пластика) в связи с особенностями расположения пучковых групп на поперечных срезах срединного, локтевого и лучевого нерва нами предложен дифференцированный подход. При повреждениях на уровне I зоны культи нервов сопоставлялись зеркально друг к другу во избежание ротационного смещения фасцикул. При пересечениях на уровне II зоны необходимо четко дифференцировать пучковые группы на проксимальной культе и после нахождения одноименных концов нервов восстановить с учетом топографии пучкового строения. При пересечениях на уровне III зоны реконструкции подвергаются отдельные конечные ветви нервов.

При сшивании срединного нерва в связи с тесным прилеганием внутреннего и наружного эпинеурия распучковывание культей нерва предпочтительно на протяжении 4-5 мм (рис. 6). Обращает на себя внимание, что соединительнотканная структура внутреннего эпинеурия, в который

одеты отдельные группы пучков, слабо выражены. В составе чувствительных волокон имеются также двигательные волокна, идущие к мышцам области тенара. В связи с этим во время реконструкции срединного нерва желательно захватывать наружный и внутренний эпиневрй на противоположных культях, тем самым обеспечивая зеркальное сопоставление противоположных культей.

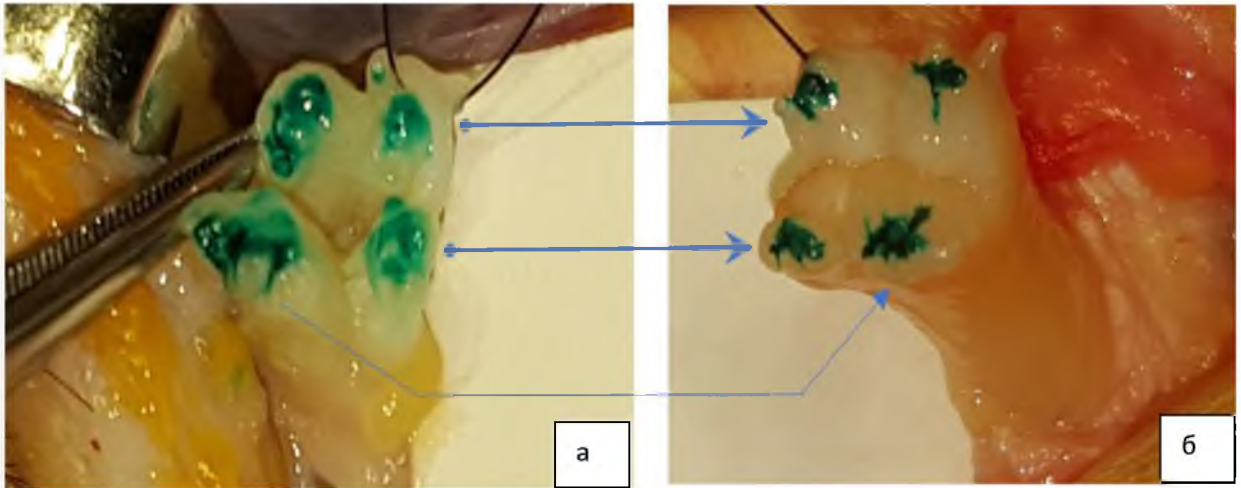


Рисунок 6. - Слегка распучкованный проксимальный (а) и дистальный концы (б) срединного нерва на дистальном уровне (карпальный канал) с четкой дифференциацией на 4 пучковые группы. Стрелками показаны идентичные фасцикулы, которые должны быть соединены друг с другом по типу конец в конец или через аутонервный трансплантат

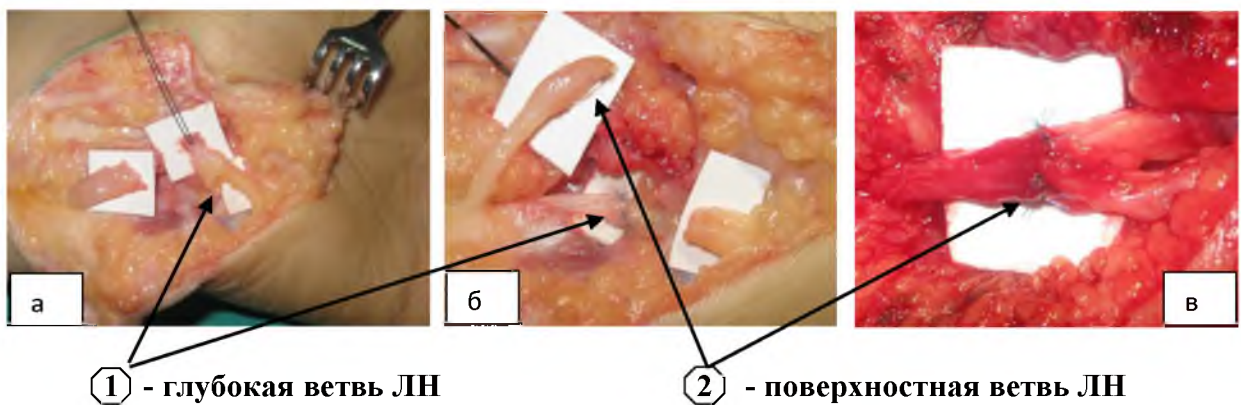
Всего было восстановлено 17 стволов срединного нерва: на уровне I зоны – 9; II зоны – 7 и III зоны 1 случай.

При сшивании локтевого нерва рассекается наружная эпиневральная оболочка и на протяжении не менее 0,5-1,0 см выделяются двигательный и чувствительный пучки на проксимальной культе нерва. Исходя из нашего многолетнего опыта, для точной идентификации чувствительной и двигательной порции дистальную культю нерва расщепляют на всем протяжении до уровня деления и таким образом получают 2 отдельных пучка нерва. Это позволяет выполнить двигательные и чувствительные порции локтевого нерва отдельно, не захватывая слой наружного эпиневрия.

Раздельная реконструкция указанных пучков локтевого нерва выполняется как при экстренной, так и при плановой реконструкции: при наложении анастомоза конец в конец или выполнении аутонервной пластики. Данный подход позволяет идеально сопоставлять одноименные пучки нерва.

На рисунке 7 приведен пример пересечения локтевого нерва на уровне II зоны в области канала Гийона непосредственно перед делением его на поверхностный и глубокий ветви. В данном случае прецизионная техника и оптическое увеличение дает преимущество правильного нахождения на проксимальной культе нерва двигательных (глубокая порция) и чувствительных (поверхностная порция) пучков локтевого нерва. Ошибочное сшивание отдельных пучков чревато в данном случае отсутствием какого-либо результата.

Плановый отсроченный шов локтевого нерва по типу конец в конец был выполнен в 13 случаях, из которых в 6 случаев нерв был восстановлен на уровне I зоны, в 6 случаях – II зоны, в 1-м случае – III зоны.



**Рисунок 7. - Пересечение локтевого нерва на уровне канала Гийона (а).
Выполнена поэтапная раздельная реконструкция глубокой (б) и затем
поверхностной (в) ветвей локтевого нерва**

При реконструкции глубокой ветви лучевого нерва необходимо тщательно планировать доступ для нахождения его в толще мышц разгибателей (рис. 8). При этом важно выбрать оптимальный доступ. Для нахождения концов пересеченного нерва вначале производится ревизия дистального конца, а затем – проксимальной культы лучевого нерва.

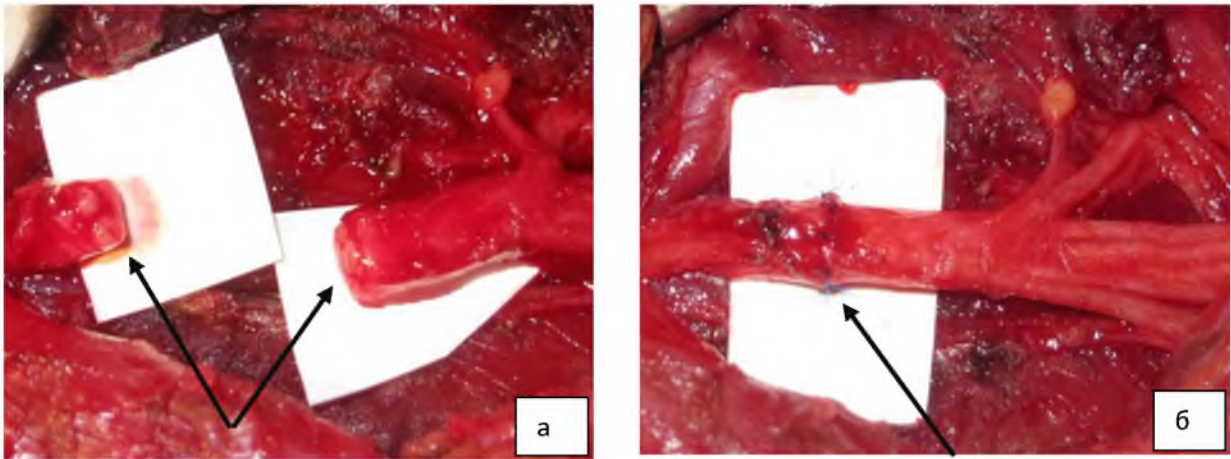


Рисунок 8. - Глубокая ветвь лучевого нерва после выхода из-под мышцы супинатора после освежения культей (а); наложения внутреннего эпинеурального шва по типу конец в конец (б)

Лучевой нерв по типу конец в конец в плановом порядке восстановлен в 4-х из 15 случаев, из которых перерыв на уровне II зоны в 2-х случаях, и в 2-х остальных – на уровне III зоны.

Для правильного наложения отсроченного шва нерва необходимо избегать ошибочную ротацию (правильное сопоставление) и натяжение (правильный выбор оптимального способа реконструкции).

3.2.2. Аутонервная пластика

Методика аутонервной пластики основана на разработанной и усовершенствованном нами способе, прототипом которого явилась методика, описанная в работах Н. Millesi [179].

Разработаны и применены в нашей клинической практике 3 вида модифицированной техники аутонервной пластики:

1. Способ аутонервной пластики дефектов нервных стволов верхней конечности префабрикованным аутонервным трансплантатом (патент на изобретение № TJ 107, заявка № 0700156 от 05.02.2008 г.), применимых для стволовых дефектов, включая I зону повреждений;

2. Способ аутонервной пластики нервов верхней конечности при повреждениях на уровне дистального разветвления, применимых ко II зоне повреждений (патент на изобретение № TJ 1029 от 18.10.2019);

3. Способ пластики множественных дефектов нервов верхних конечности при помощи расщепленного трансплантата локтевого нерва (изобретение № ТЖ 182 № 0800238, заявка 07 октября 2008 г.).

Способ аутонервной пластики стволовых дефектов нервных стволов (I зона). Описываемая тактика предполагает выделение и подготовку трансплантата отдельной бригадой специалистов, в то время как другая бригада подготавливает место внедрения этого трансплантата. После этого проводится проксимальный и дистальный анастомоз нерва с трансплантатом (рис. 9).

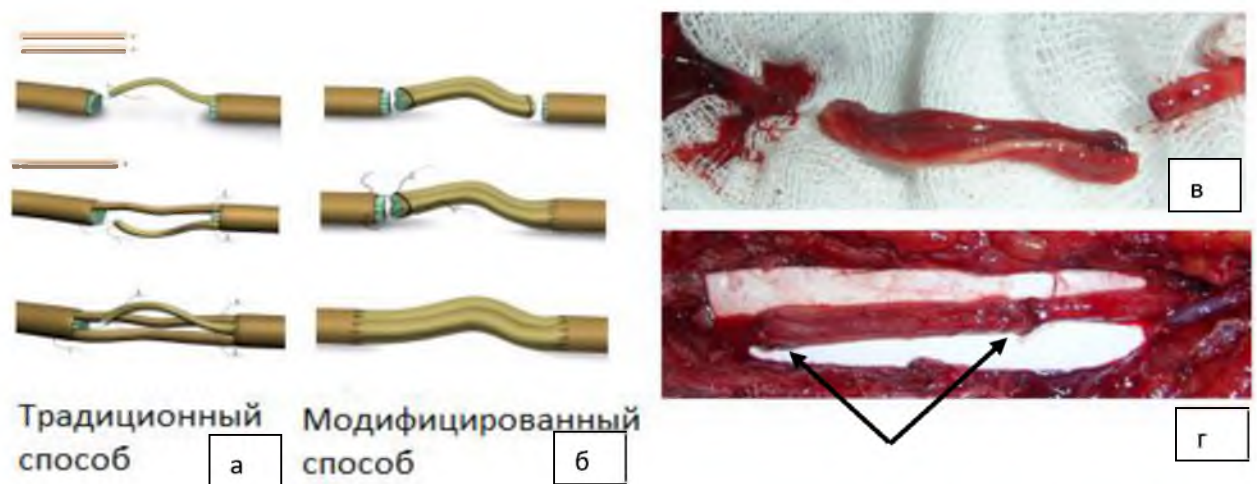


Рисунок 9. - Сравнение усовершенствованной аутонервной пластики (б) по сравнению с классической методикой Н. Millesi (а); интраоперационная картина заготовленного трансплантата нерва (в) с пластикой дефекта нерва (г)

К преимуществам этого метода относится не только экономия времени, но и большее качество формирования анастомоза. При этом важно корректное расположение концов трансплантата.

Способ аутонервной пластики нервов верхней конечности при повреждениях на уровне дистального разветвления (II зона). После ревизии нахождения концов поврежденных нервов и их освежения, отдельная бригада хирургов выполняет забор трансплантата икроножного нерва и на отдельном операционном столике из отдельных отрезков изготавливает

единый цельный трансплантат аналогичный недостающего конечного сегмента поврежденного нерва (рис. 10).

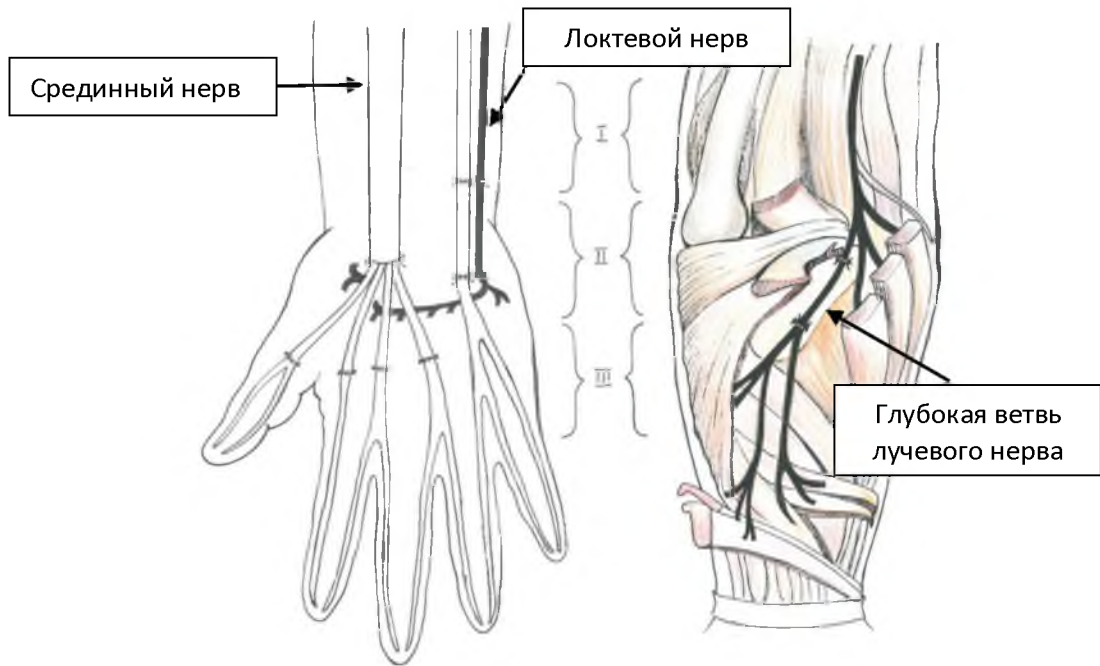


Рисунок 10. - Схема аутонервной пластики дефекта срединного, локтевого и лучевого нервов на уровне разделения на конечные ветви

Проксимальная культя нерва при помощи продольной диссекции распучковывается в соответствии с размером и расположением дистальных культей ветвей нервов на дистальном конце. После подготовки реципиентного ложа выполняется пластика нерва путем кабельного соединения проксимальной группы фасцикул с соответствующими дистальными конечными ветвями через трансплантат.

На рисунки 5-9 приведены интраоперационные фотографии усовершенствованной аутонервной пластики срединного, локтевого и лучевого нервов на уровне дистального разветвления. Трансплантат в зависимости от вида нерва формируется в виде гусиной лапки, объединенный в пучок идентичный распучкованной проксимальной культе нерва на проксимальной культе нерва и дистально – отдельных пучков количество и длина которых формируется в зависимости от нахождения дистальных культей каждой ветви.

Аутонервная пластика срединного нерва (рис. 11) выполнена в 20 случаях, из которых на уровне I зоны 5 случаев, II зоны – 14 случаев, III зоны 1 случай.

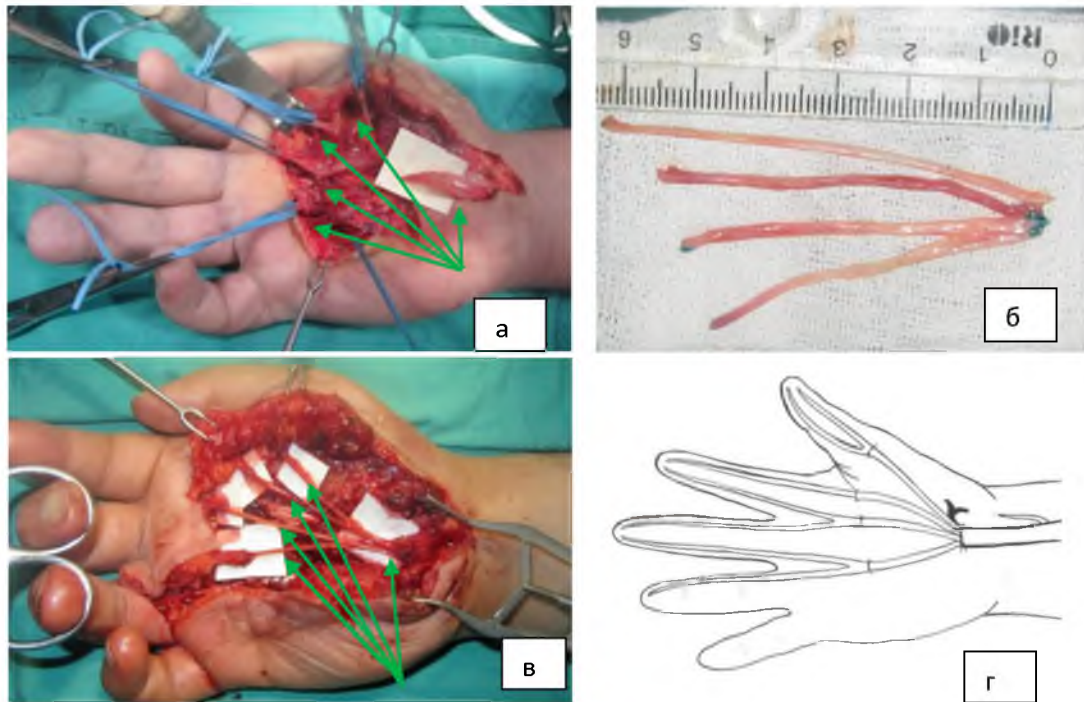


Рисунок 11. - Исходная картина: культя срединного нерва на уровне карпального канала, дистальные культы общепальцевых нервов (а); заготовка дефекта срединного нерва в области разветвления в виде гусиной лапки (б); реконструкция дистального сегмента срединного нерва при помощи заготовки аутонервного трансплантата (в); схематическое сопровождение (г)

Для локтевого нерва идентификация двигательной и чувствительной порций на поперечном срезе проксимальной культы является критически важным для получения функционального результата (рис. 12).

Для дистального конца пересеченного локтевого нерва в затруднительных случаях предпочтительно выполнить диссекцию нерва дистально и проследить ход прохождения поверхностной и глубокой конечных ветвей до уровня канала Гийона и далее более дистально.

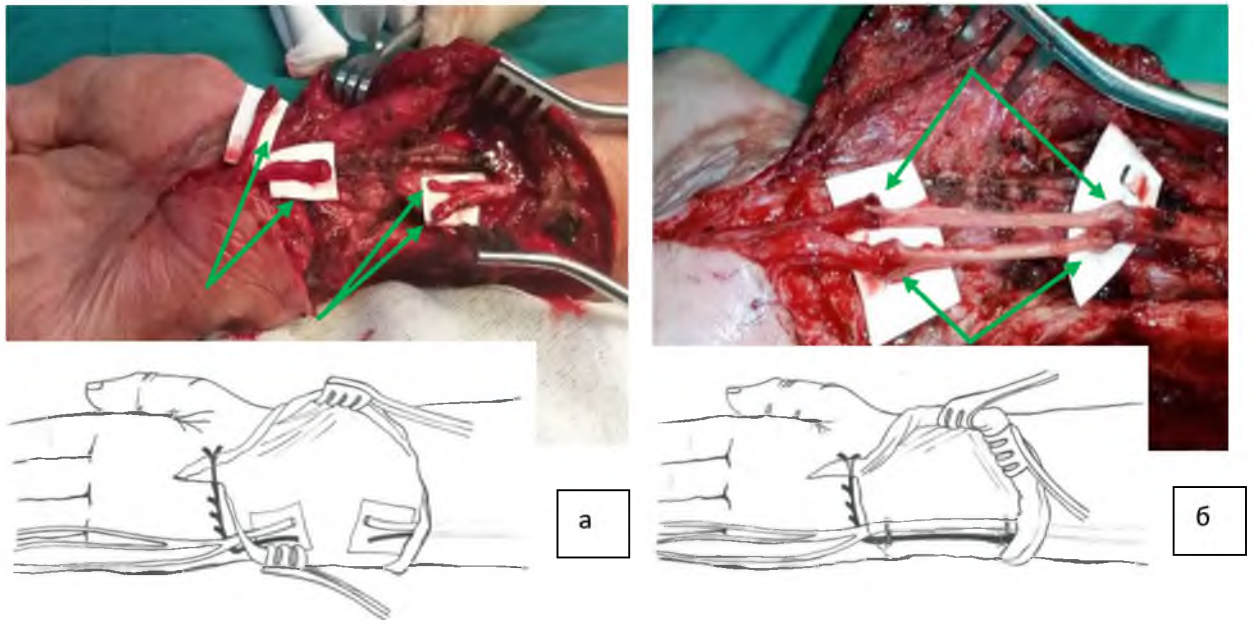


Рисунок 12. - Дефект локтевого нерва на уровне I зоны длиной 46 мм.

После распуковки проксимального и дистального концов (а) выполнена раздельная аутонервная пластика глубокой и поверхностной ветвей локтевого нерва (б)

Аутонервная пластика локтевого нерва была выполнена в 7 случаях: на уровне I зоны в 4-х случаях, II зоны – в 3-х случаях.

Глубокая ветвь лучевого нерва проходит по задней поверхности латерального надмыщелка через канал супинатора и имеет постоянную анатомию. Нахождение его отдельных ветвей на уровне II и III зон требует особых навыков в топографической анатомии области разветвления во избежание случайного повреждения и нахождения каждой отдельной мышечной ветви (рис. 13).

Аутонервная пластика глубокой ветви лучевого нерва была выполнена в 11 случаях: на уровне I зоны – в 1-м случае, II зоны – 8 случаев, III зоны – 2 случая.

При выполнении аутонервной пластики в качестве донорского материала, как правило, используется икроножный нерв. Икроножный нерв считается золотым стандартом использования в качестве донорского

трансплантата. Он имеет значительный диаметр, его забор не сопровождается значимыми потерями чувствительности.

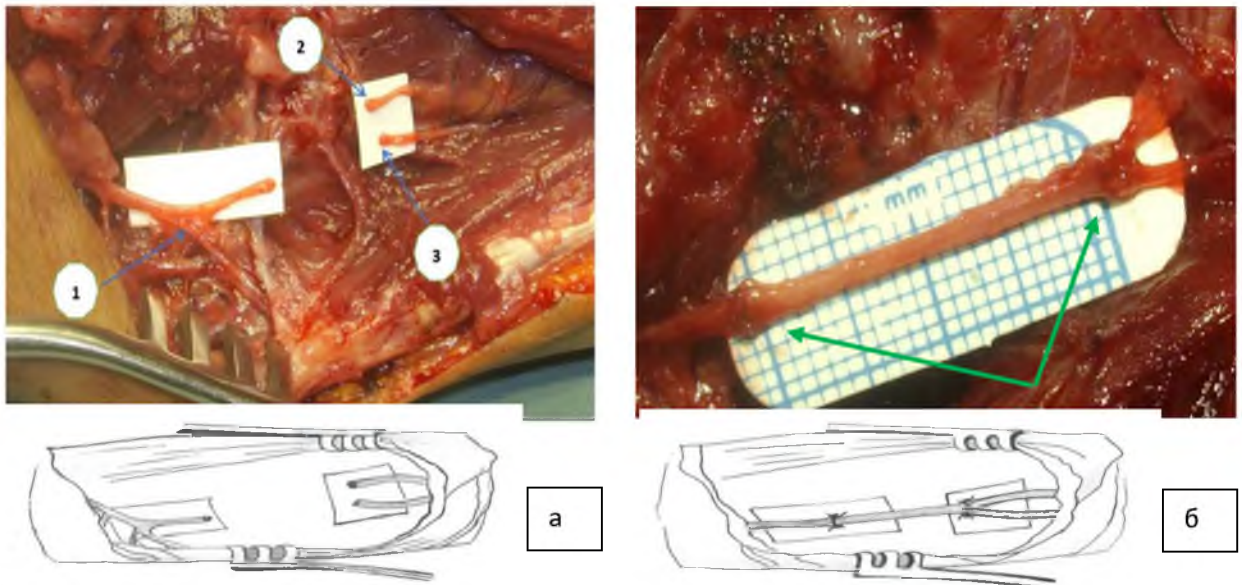


Рисунок 13. - Дифференциация пучковых групп при дистальных повреждениях лучевого нерва на уровне II зона с переходом на III зону: 1- ветвь, идущая к локтевому разгибателю кисти; 2 – ветвь общего разгибателя длинных пальцев; 3 – ветвь длинного разгибателя большого пальца. Аутонервная пластика глубокой ветви лучевого нерва единым трансплантатом икроножного нерва длиной 21 мм

Способ пластики множественных дефектов нервов верхних конечности при помощи расщепленного трансплантата локтевого нерва.

При застарелых повреждениях локтевого нерва нами разработан способ использования двигательной порции локтевого нерва в качестве расщепленного аутонервного трансплантата для пластики чувствительной порции (изобретение № ТУ 182 № 0800238, заявка 07 октября 2008 г.). Этот способ нами применен в 2-х случаях при дистальных застарелых повреждениях локтевого нерва при необратимой атрофии собственных мышц кисти.

В редких случаях выбор осуществляется индивидуально с учетом клинической ситуации. При этом предпочтение отдается использованию

утильных нервных стволов, дистальная часть которых безвозвратно утрачена вместе с отчленением сегмента верхней конечности. В связи с ампутацией локтевого края пальца вместе с мизинцем и отсутствием дистальных ветвей локтевого нерва его проксимальный отрезок может быть использован в качестве аутонервного трансплантата. Пример реконструкции срединного нерва трансплантатом локтевого нерва у больного с выраженными трофическими последствиями (трофические язвы кончиков пальцев) в результате дефекта дистальных сегментов срединного и локтевого нервов приведен на рисунке 14.

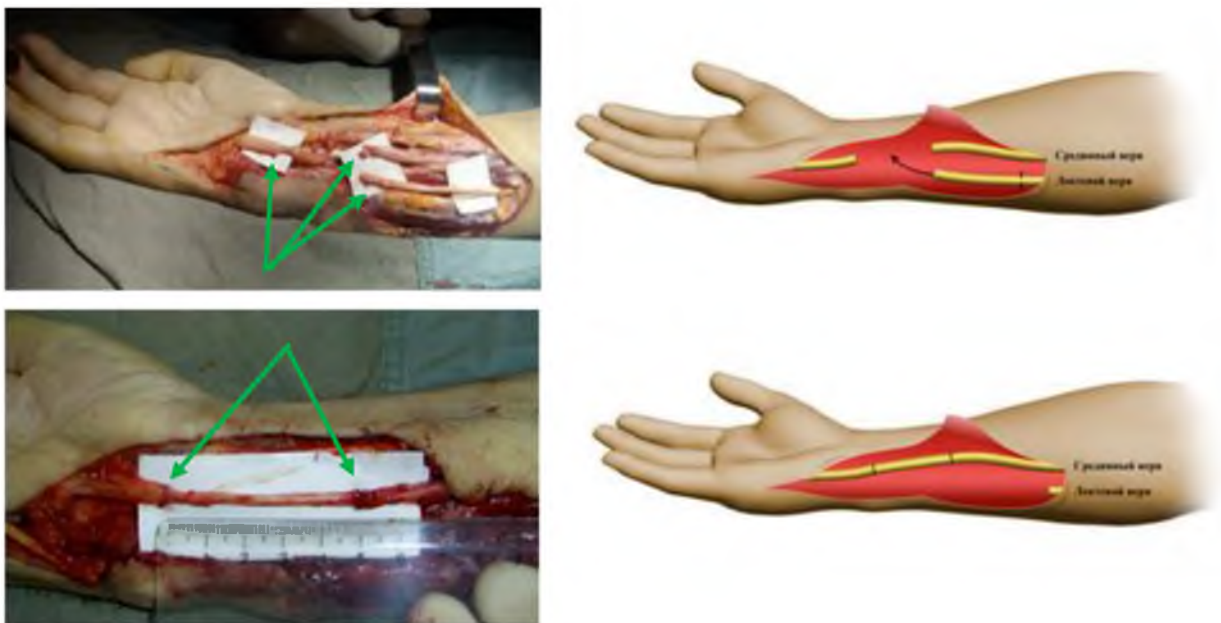


Рисунок 14. - Использование проксимального сегмента локтевого нерва в качестве аутотрансплантата для пластики дистального дефекта срединного нерва. Дистальный анастомоз на уровне карпального канала, II зона повреждения

На рисунок 15 приведен пример аутонервной пластики общепальцевых нервов (III зона повреждения) за счет пальцевых нервов, выкроенных из области ампутационной культи указательного пальца.

Таким образом, аутонервная пластика является методом выбора и золотым стандартом пластики дистальных повреждений нервов верхней конечности и позволяет реконструировать прежнюю анатомию нервного ствола. Методом выбора пластического материала является икроножный

нерв. Большое разнообразие клинических ситуаций расширяет показания к применению и других донорских нервов, выбор в пользу которых осуществляется по индивидуальным показаниям.

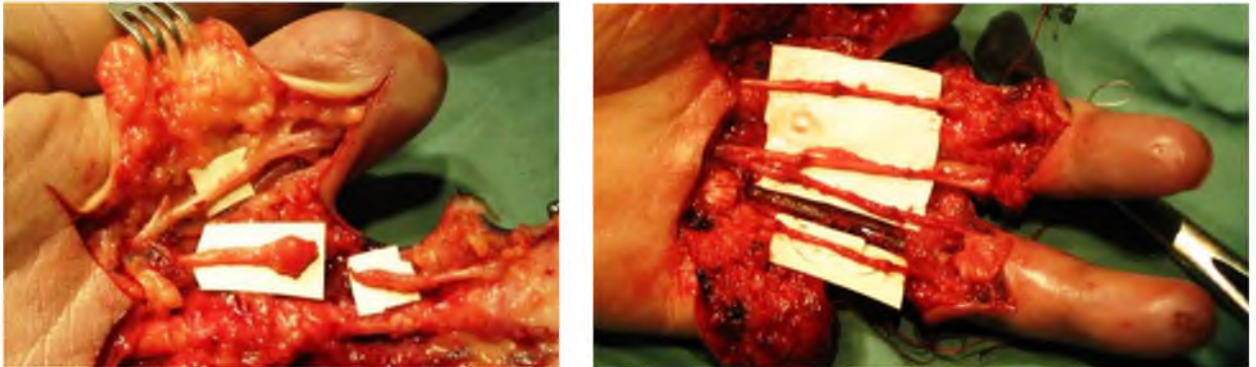


Рисунок 15. - Использование пальцевого нерва из области ампутационной культи для пластики общепальцевых нервов сохраненных пальцев

3.2.3. Алгоритм выбора метода реконструкции нервов верхних конечностей при дистальных повреждениях

Опыт реконструкции 129 нервных стволов у 109 пациентов позволил разработать алгоритм выбора метода реконструкции (рис. 16), приведенного ниже.

Не вызывает сомнений преимущества первичной (экстренной) реконструкции нервов, которые представлены I клинической группой и может быть самым оптимальным способом реконструкции.

В связи с тем, что при плановом восстановлении неизбежно возникают проблемы диастаза после резекции невром, перед хирургом встают задачи выбора оптимального способа реконструкции. В плановом порядке показания к реконструкции нерва по типу конец в конец строго ограничены и нежелательны даже при минимальном диастазе. В связи с этим, в наших наблюдениях этот метод реконструкции был применен только у 28 больных (25,7%) среди больных II клинической группы.

Разработанные способы аутонервной пластики, приведенные выше, максимально упрощают техническое исполнение реконструкции, тем самым

расширяя показания к выбору аутонервной пластики даже при минимальном натяжении.

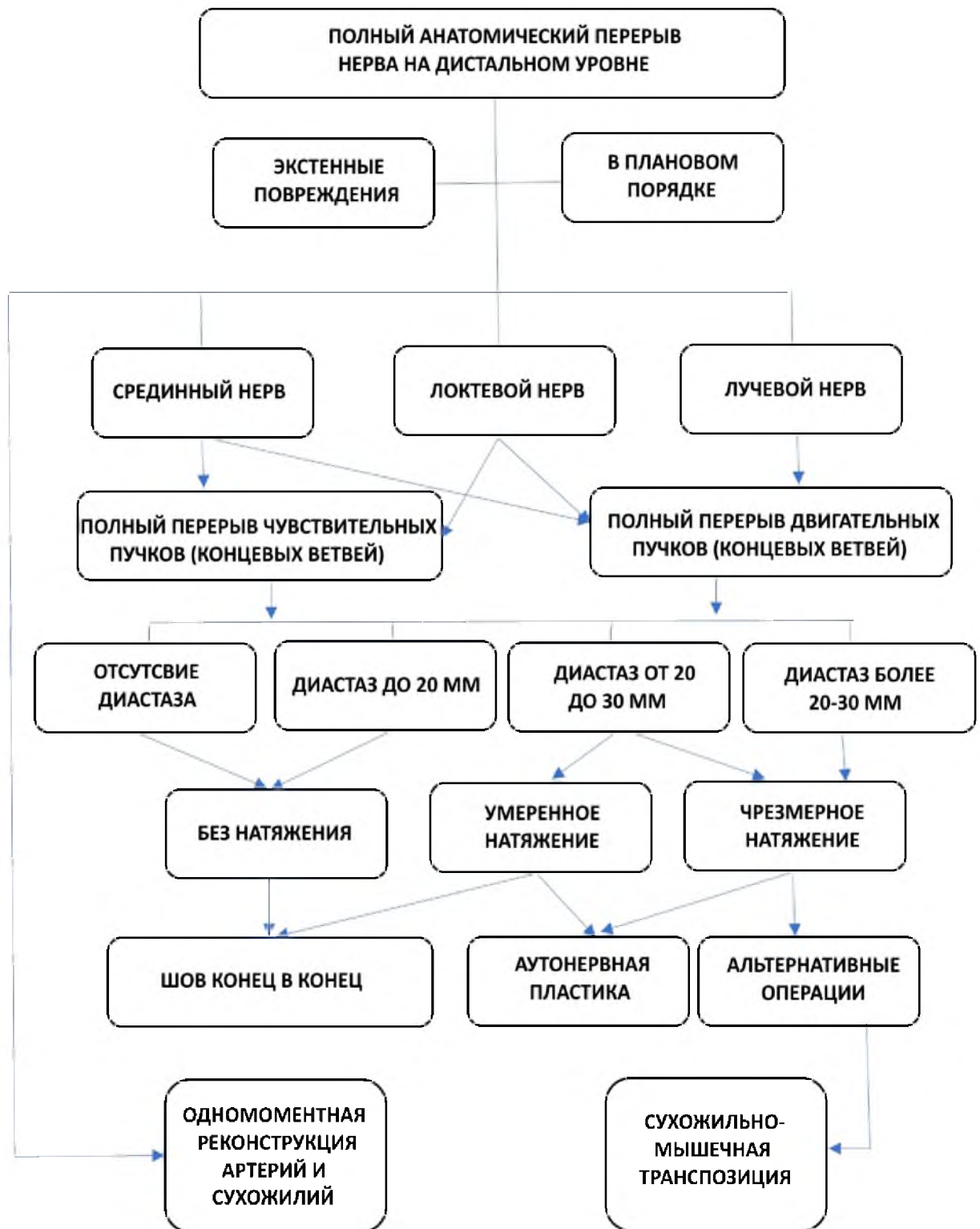


Рисунок 16. - Алгоритм выбора оптимальной хирургической методики при дистальных повреждениях нервов верхних конечностей

При поступлении больных в запущенные сроки перечень хирургических методик расширяется с выставлением показаний к выполнению операций невротизации чувствительной порции нерва и/или сухожильно-мышечных транспозиций в зависимости от вида нерва.

Алгоритм выбора оптимального способа реконструкции во многих случаях позволяет быстрее прийти к правильному решению, не подвергая больных напрасным операциям и ожиданиям функциональных результатов.

Таким образом, разработанный нами алгоритм реконструктивных методик позволяет дать ориентир для выбора оптимального способа реконструкции. Показания к аутонервной пластике были выставлены у 34 больных (31,1%) среди больных III клинической группы и были направлены на воссоздание прежней анатомии в области дистального разветвления нервов. По видам нервных стволов чаще аутонервную пластику выполняли при реконструкции лучевого нерва (из 17 в 11 случаях), локтевой нерв в 7 из 20 случаев, срединный нерв в 20 из 37 случаев.

ГЛАВА 4. ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

4.1. Ближайшие результаты

Все операции были выполнены в один этап, среди них в 47 случаев (43,1%) операции были выполнены в экстренном порядке, в 62 случаев (56,9%) – в плановом порядке. Перед закрытием раны все сосудистые анастомозы функционировали, интраоперационно перед завершением операции был констатирован факт функционирования сосудистых анастомозов во всех клинических наблюдениях.

Средний период госпитализации составил $2,4 \pm 1,2$ дней, средний срок снятия швов в послеоперационный период насчитывал $7,8 \pm 2,8$ дней. За весь период наблюдений до снятия швов больные получали пероральные антибиотики, а также после сосудистых операций – дезагрегантную терапию при помощи аспирина (от 50 до 100 мг в день после еды) в течении 3-х дней. Среди 109 оперированных больных каких-либо осложнений в послеоперационном периоде не наблюдалось. Клинически и доплерографически после выписки и снятия швов все восстановленные сосуды функционировали успешно, случаев тромбозов не было.

Все раны зажили первичным натяжением. Повторных операций в экстренном или плановом порядке не наблюдалось.

Больные в последующем наблюдались у ортопедов-травматологов по месту жительства, соблюдая рекомендации реконструктивных хирургов центра восстановительной хирургии.

В реабилитационном периоде основной акцент ставился на активную разработку кисти, основные элементы которых тщательно объяснялись специалистами. Пациенты в рекомендованные сроки обращались с контрольным визитом к оперирующим хирургам, и велась медицинская документация.

Далее представлены качественные (клинические) и количественные (функциональные тесты) показатели эффективности реконструкции дистальных повреждений периферических нервов верхних конечностей.

Наша клиника располагает многолетним опытом количественной оценки степени чувствительного и двигательного восстановления. Наиболее точными методами для оценки сенсорно-трофической функции являются определение статической дискриминационной чувствительности (ДЧ) и определение кожной температуры на подушечках II и V пальцев. Для количественной оценки двигательной реиннервации были использованы амплитуда вызванного потенциала М-ответа с возвышения реиннервированной мышцы и по % отношению с показателем здоровой кисти высчитывания % восстановленных двигательных единиц (ДЕ) при помощи электронейромиографии. Подробное описание методики приведено в главе 2.2.

4.2. Отдаленные клинические результаты первичной и отсроченной реконструкции дистальных повреждений нервов

Для оценки отдаленных результатов были применены общепринятые методики: для сенсорной функции - метод Mackinnon-Dellon, а для моторной функции – шкала Британского совета медицинских исследований (см. гл. 2.2, табл. 7).

Функциональные результаты были оценены не раньше, чем через 18 мес. после микрохирургической реконструкции. В таблице 8 (глава 3) приведена общая статистика восстановленных нервов на дистальном уровне с распределением их на клинические группы.

Клинические группы оценены по каждому из восстановленных нервов в отдельности. Сравнение результатов завершается общей кумулятивной (комбинированной) оценкой по всем трем видам нервов.

В таблице 9 приведены клинические результаты по срединному нерву. Среди больных с подгруппой по срединному нерву во всех случаях были достигнуты положительные результаты. Несмотря на это, качество восстановления выше среди больных с экстренными повреждениями. Больные после планового отсроченного шва нерва конец в конец или аутонервной пластики схожи по полученным результатам. У больных после

аутонервной пластики срединного нерва по проценту хорошие результаты (M4; S3) были лучше, хотя по общей результативности они уступали отсроченному шву конец в конец. В целом результаты отсроченного шва конец в конец по качеству восстановления не отличались от аутонервной пластики. В плановом порядке в 82-85% случаях были получены хорошие и отличные результаты реконструкции срединного нерва.

Таблица 9. - Клинические результаты реконструкции срединного нерва (n = 63)

Клинические результаты		1-я группа		2-я группа		3-я группа		Всего	
		N	%	n	%	N	%	n	%
Двигательные	M0	-	-	-	-	-	-	-	-
	M1	-	-	-	-	-	-	-	-
	M2	-	-	1**	5,9%	-	-	1	1,7%
	M3	-	-	2**	11,8%	3**	15%	5	8,3%
	M4	14**	53,8%	9	52,9%	13*	65%	36	60%
	M5	12*	46,2%	4	29,4%	4	20%	20	33,3%
Чувствительные	S0	-	-	-	-	-	-	-	-
	S1	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	-	-	-	-	-	-	-	-
	S3	-	-	2**	11,8%	2**	10%	4	6,7%
	S3+	7*	26,9%	8*	47,1%	12*	60%	27	45%
	S4	19**	73,1%	7*	41,2%	6*	30%	32	53,3%
Итого		26*	-	17	-	20	-	63	-

Примечание: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ – различие достоверно по отношению к общим итоговым показателям

Поскольку все повреждения сопровождались полным пересечением нервных стволов, исходная клиническая картина характеризовалась полным отсутствием чувствительности и движений, приведенные в таблице 7. В таблице приведены сравнительные показатели между 3-мя клиническими группами, зависящие от способа реконструкции.

Аналогичные результаты были получены при сравнении клинических групп в подгруппе локтевого нерва (табл. 10). Среди больных с реконструкцией локтевого нерва также наилучшие результаты наблюдались после экстренного восстановления. По клиническим результатам больные в

группе шва нерва по типу конец в конец не отличались от результатов после аутонервной пластики.

Таблица 10. - Клинические результаты реконструкции локтевого нерва (n = 44)

Клинические результаты		1-я группа		2-я группа		3-я группа		Всего	
		n	%	N	%	n	%	n	%
Двигательные	M0	-	-	-	-	-	-	-	-
	M1	-	-	-	-	-	-	-	-
	M2	-	-	-	-	-	-	-	-
	M3	2**	8,7%	2**	15,4%	-	-	4	9,1%
	M4	8*	34,8%	8*	61,5%	6**	75%	22	50%
	M5	13*	56,5%	3**	23,1%	2**	25%	18	40,9%
Чувствительные	S0	-	-	-	-	-	-	-	-
	S1	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	-	-	-	-	-	-	-	-
	S3	-	-	2*	15,4%	-	-	2	4,5%
	S3+	10*	43,5%	5**	38,5%	5**	62,5%	20	45,5%
	S4	13*	56,5%	6**	46,1%	3**	37,5%	22	50%
Итого		23	-	13	-	8	-	44	-

Примечание: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ – различие достоверно по отношению к общим итоговым показателям.

Независимо от порядка и метода восстановления во всех клинических группах отмечалась высокая степень восстановления. Если сравнить результаты восстановления двигательной и чувствительной функции среди больных с экстренными повреждениями срединного нерва отличные результаты были получены в 73,1%. Лучшие двигательные результаты 56,5% были получены у больных после восстановления локтевого нерва в экстренном порядке. У больных с повреждениями локтевого нерва результаты аутонервной пластики оказались лучше отсроченного шва конец в конец. По-видимому, это связано с игнорированием фактора натяжения в период освоения и внедрения методики усовершенствованной пластики нерва.

Результаты реконструкции лучевого нерва среди больных в экстренном и плановом порядке, независимо от способа реконструкции показали

высокую степень эффективного восстановления мышц разгибателей во всех случаях (табл. 11).

Таблица 11. - Клинические результаты реконструкции лучевого нерва (n = 22)

Клинические результаты		1-я группа		2-я группа		3-я группа		Всего	
		N	%	n	%	n	%	N	%
Двигательные	M0	-	-	-	-	-	-	-	-
	M1	-	-	-	-	-	-	-	-
	M2	-	-	-	-	-	-	-	-
	M3	-	-	1	25%	4**	40%	5	22,7%
	M4	4**	50%	2	50%	2	20%	8	36,4%
	M5	4**	50%	1	25%	4**	40%	9	40,9%
Всего		8	-	4	-	10	-	22	-

Примечание: * - $p \leq 0,05$; ** - $p < 0,01$ – различие достоверно по отношению к общим итоговым показателям.

Среди рассматриваемых клинических групп в подгруппе лучевого нерва статистически достоверной разницы полученных результатов в зависимости от способа реконструкции не найдено. Комбинированная оценка результатов по всем 3-м нервам показала, что в экстренном порядке результаты реконструкции нервов дают хорошие и отличные результаты в 96,5% случаев до степени S3+, M4; S4, M5 (табл. 12).

Таблица 12. - Кумулятивная оценка клинических результатов по 3-м нервам

Нерв	Первая группа			Вторая группа			Третья группа		
	Удовл.	Хор.	Отл.	Удовл.	Хор.	Отл.	Удовл.	Хор.	Отл.
	$\leq M3S3$	M4S3+	M5S4	$\leq M3S3$	M4S3+	M5S4	$\leq M3S3$	M4S3+	M5S4
срединный	0	14	12	2	11	4	2	14	4
в %	0	53,8%	46,2%	11,8%	64,7%	23,5%	10%	70%	20%
локтевой	2	8	13	2	8	3	0	6	2
в %	8,7%	34,8%	56,5%	15,4%	61,5%	23,1%	0	75%	25%
лучевой	0	4	4	1	2	1	4	2	4
в %	0	50%	50%	25%	50%	25%	40%	20%	40%
в абс.цифрах	2	26	29	5	21	8	6	22	10
в %	3,5	45,6	50,9	14,7	61,8	23,5	15,8	57,9	26,3
Всего	57			34			38		
Итого	129								

Результаты плановой реконструкции нервов отстают от экстренной реконструкции, где % хороших и отличных результатов приближается к 85% до степени S3+, M4; S4, M5. Нет статистически достоверной разницы между отсроченным швом конец в конец и аутонервной пластикой независимо от вида поврежденного нерва.

Таким образом, судя по полученным функциональным результатам наилучшие показатели достигаются при экстренной реконструкции нервов. Результаты отсроченной реконструкции конец в конец сходны с результатами аутонервной пластики и по качеству восстановления несколько отстают от результатов экстренной реконструкции.

Далее приведены результаты количественных параметров по данным функциональных тестов: определение кожной температуры, дискриминационной чувствительности и электронейромиографии.

4.3. Количественные результаты восстановления сенсорно-трофической функции

В таблице 13 приведены количественные показатели дискриминационной чувствительности (ДЧ) на здоровой и оперированной конечности. Дискриминационная чувствительность является количественным показателем степени восстановления сенсорно-трофической функции.

При сравнении среди клинических групп по всем видам поврежденных нервов прослеживается единая закономерность. Самые лучшие количественные показатели ДЧ были получены в группе экстренного восстановления, где показатели колебались в пределах 3,7 – 4,75 мм, что соответствует степени S3+, S4 и приближаются к норме. Этот показатель после планового восстановления на порядок отстает от результата экстренного восстановления и нет статистически значимой разницы между отсроченным швом конец в конец и аутонервной пластикой. Как было показано в клинических показателях, около 15% пациентов после

отсроченной реконструкции продемонстрировали восстановление чувствительности на уровне S3.

Таблица 13. - Показатели дискриминационной чувствительности в пальцах оперированной кисти по сравнению со здоровой кистью

Клиническая группа	Срединный нерв		Локтевой нерв		Сред.+Локт. Нервы	
	здоровая кисть	после опер.	здоровая кисть	после опер.	здоровая кисть	после опер.
I (экстренный шов)	1,6±0,22	3,7±1,1**	1,7±0,2	4,12±0,8*	1,67±0,19	4,75±1,2*
II (отсроченный шов)	2±0,4	4,8±2,6	2,1±0,24	5,28±1,3*	2±0,3	5,78±0,7*
III (аутонервная пластика)	1,9±0,29	4,7±2,1**	2,1±0,2	5,6±0,7*	2,2±0,2	5,2±0,4*
Кол-во нервов	43		24		20	

Примечание: * - $p \leq 0,05$; ** - $p < 0,01$ – различия достоверны по отношению к показателям здоровой кисти

Поскольку все повреждения сопровождались полным пересечением нервных стволов, исходная клиническая картина характеризовалась полным отсутствием чувствительности и движений. Приведенные в таблице 7 различия касаются сравнения не с исходным уровнем, а между 3-мя клиническими группами, зависящими от способа реконструкции.

При сравнении повреждений по всем 3-м нервам, независимо от способа реконструкции, было выявлено, что наилучшие результаты восстановления ДЧ были получены среди больных с повреждениями срединного нерва. Восстановление ДЧ среди больных с повреждениями локтевого нерва заняли промежуточное положение. ДЧ была самой худшей у больных после одновременной реконструкции срединного и локтевого нерва, хотя они находились в пределах градации «хороших» результатов. Это

свидетельствует о том, что при изолированных повреждениях срединного или локтевого нервов меж-нервные анастомозы перекрывают зоны иннервации. Результаты, полученные при одномоментных повреждениях срединного и локтевого нервов, являются истинными результатами, которые показали достаточно высокую степень регенерации, которые соответствуют степени S3+, S4 клинической градации.

Градиент температуры измеряли в зависимости от вида поврежденного нерва на подушечках II или V пальцев и высчитывали по разнице между оперированной и здоровой кистью. Среди клинических групп была обнаружена такая же закономерность, как и с показателем ДЧ.

Самые лучшие показатели градиента температуры были получены среди первой группы, тогда как группы больных после планового шва нерва конец в конец и аутонервной пластики отставали от них (табл. 14). По видам поврежденных нервов результаты восстановления по локтевому нерву отставали от срединного нерва. В подгруппе больных с локтевым нервом результаты шва нерва были лучше, чем аутонервной пластики, а в подгруппах срединного нерва и сочетанных повреждений аутонервная пластика показала лучшие результаты, чем плановый шов нерва.

Таблица 14. - 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 (экстренный шов)	1,98±0,93	3,82±1,8	3,1±3,26
II (отсроченный шов)	6,67±2,5	4,5±1,3	4,2±2,4
III (аутонервная пластика)	3,8±3,2	7,8±2,2	3,7±1,7
Кол-во нервов	43	24	20

Примечание: * - $p \leq 0,05$; ** - $p < 0,01$ – различия достоверны по отношению к показателям здоровой кисти

4.4. Количественные результаты восстановления двигательной функции

При сравнении электронейромиографических показателей амплитуда М-ответа и % восстановленных двигательных единиц были выше в группе больных с экстренными повреждениями (табл. 15). 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 15. - Показатели амплитуды вызванного потенциала М-ответа и % двигательных единиц (ДЕ) в оперированной кисти по сравнению со здоровой кистью

Клиническая группа	Срединный нерв		Локтевой нерв		Лучевой нерв	
	величина М-ответа в мВ	% ДЕ	величина М-ответа в мВ	% ДЕ	величина М-ответа в мВ	% ДЕ
I (экстренный шов)	11,13±2,56	62,56±11	8,8±1,9	60,4±12,2	10,9±1,3	55,6±8,9
II (отсроченный шов)	8,44±2,3	48,69±12,7	8,29±2,3	57,86±13,1	9,28±1,7	45,35±10,7
III (аутонервная пластика)	9,8±2,7	59,4±17,9	8,8±2,9	55,35±16,7	9,32±1,9	53±11,1
Кол-во нервов	43		24		20	

Примечание: $p \leq 0,05$

Поскольку все повреждения сопровождались полным пересечением нервных стволов, исходная клиническая картина характеризовалась полным отсутствием чувствительности и движений. Приведенные в таблице 7 различия касаются сравнения не с исходным уровнем, а между 3-мя клиническими группами, зависящими от способа реконструкции.

Самые лучшие двигательные результаты были получены после экстренной реконструкции срединного нерва и лучевого нерва 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 степени М3 до степени М5 практически во всех случаях. Для демонстрации клинических случаев были отобраны 3 случая по одному из каждой группы повреждений с прослеживанием результатов в отдаленные сроки после микрохирургической реконструкции нервов.

Клинический случай 1. Повреждение срединного нерва на дистальном уровне, I зона в экстренном порядке.

Пациентка поступила в возрасте 12 лет в экстренном порядке по поводу травматического пересечения острым предметом срединного нерва на уровне входа в карпальный канал правой кисти. При интраоперационной ревизии установлен полный анатомический перерыв срединного нерва на уровне I зоны. Ввиду отсутствия диастаза был наложен экстренный эпинеуральный шов с применением прецизионной техники.

Отдаленный срок прослежен через 9 лет после экстренной реконструкции нерва. При клиническом обследовании отмечается полное восстановление функции оппозиции до степени М4-М5 (рис. 17), сенсорно-трофической функции до степени S4.

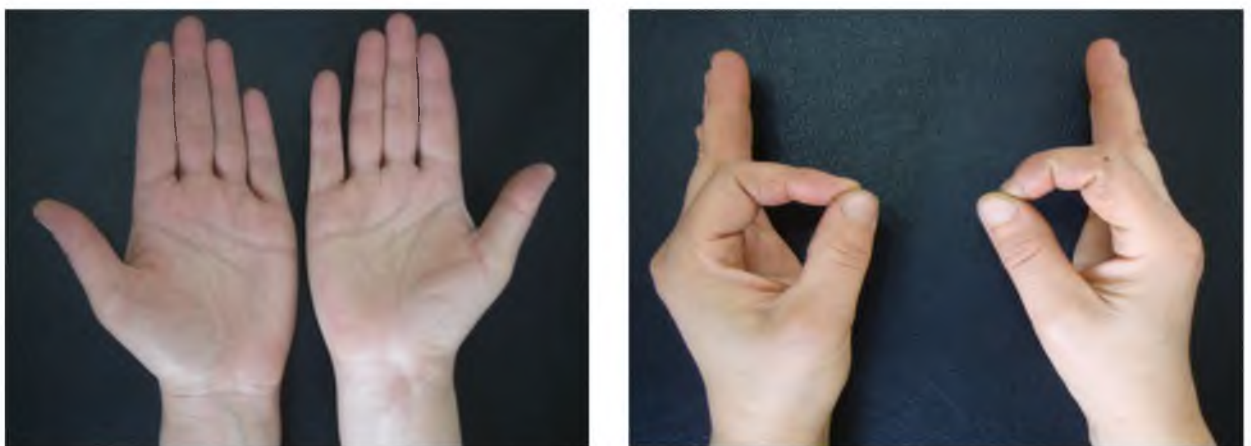


Рисунок 17. - Восстановление функции оппозиции через 9 лет после экстренной реконструкции срединного нерва у пациентки № 1

Количественные показатели восстановления утраченных функций кисти представлены в таблице 16.

Таблица 16. - Отдаленные результаты реконструкции срединного нерва в экстренном порядке на уровне I зоны у пациентки № 1

Показатели на левой руке	Клинические показатели		Дискриминационная чувствительность	Градиент кожной температуры	ЭНМГ
	чувствит.	двигат.			
Кисть	S4	M5	-	-	Величина М-ответа - 16,8 % ДЕ = 78%
I палец			3 мм	0,3	
II палец			5 мм	0,6	
III палец			4 мм	0,4	
IV палец			3 мм	0,3	

Интерпретация. Согласно клиническим показателям и данных дополнительных методов исследования у 12-летней пациентки после экстренной реконструкции срединного нерва на уровне I зоны повреждения в отдаленные сроки получено практически полное восстановление всех утраченных функций, которое оценивается как отличное.

Клинический случай 2. Повреждение глубокой ветви лучевого нерва на дистальном уровне, II зона с реконструкцией по типу аутонервной пластики. Пациент № 2 поступил в плановом порядке через 5 мес. после ранения острым предметом по поводу посттравматического полного перерыва глубокой ветви лучевого нерва. Прогностический коэффициент составил 0,28, что свидетельствует о поступлении больного в благоприятные сроки.

Во время ревизии диагноз подтвержден, после освежения концов нервов. Истинный диастаз между проксимальным и дистальными культями нервов составил 26 мм. Выполнена аутонервная пластика общей проксимальной культи лучевого нерва с объединением конечных дистальных мышечных ветвей в единый пучок. Отдаленные результаты прослежены в сроки через 58 мес. (около 6 лет).

Клинически отмечается полная экстензия кисти и пальцев кисти до степени M4 (рис. 18).



Рисунок 18. - Результат после аутонервной пластики глубокой ветви лучевого нерва на уровне II зоны повреждения

Клинический случай 3. Повреждение срединного нерва на дистальном уровне, II зона после аутонервной пластики.

Пациент № 3, возраст 21 лет, поступил через 4 мес. после ушибленно-раздавленной травмы правой кисти с утратой сухожилий сгибателей и дефектом срединного нерва на уровне его разветвления на кисти. Выполнена тотальная реконструкция срединного нерва с ауто сухожильной пластикой сухожилий глубоких сгибателей II-V пальцев правой кисти.

При контрольном осмотре через 8 лет после реконструктивной операции имеется клиника полного восстановления объема грубых и тонких захватов кисти до степени М3-М4, реиннервация тактильной чувствительности до степени S3+-S4 (рис. 19 и табл. 17).

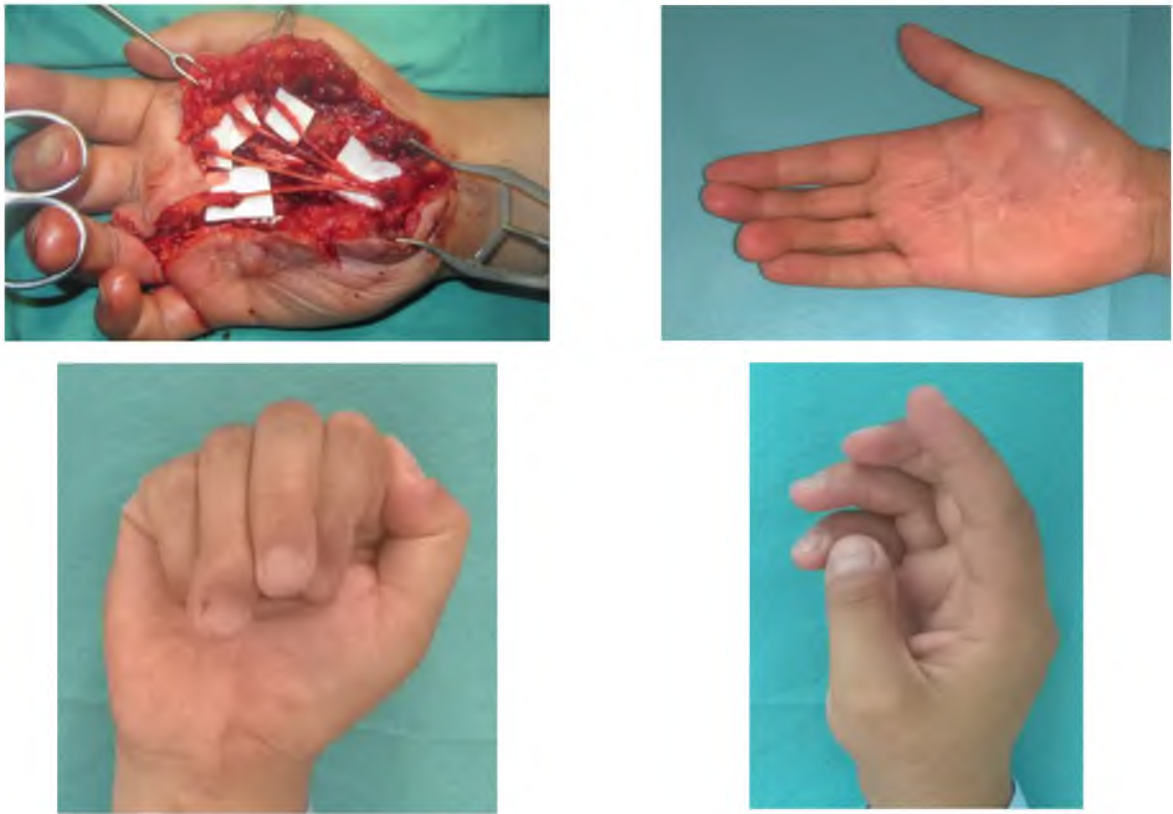


Рисунок 19. - Функциональное состояние кисти через 8 лет после аутонервной пластики срединного нерва на уровне II зоны повреждения

Таблица 17. - Отдаленные результаты реконструкции срединного нерва на уровне I зоны после аутонервной пластики у пациентки № 3

Показатели на левой руке	Клинические показатели		Дискриминационная чувствительность	Градиент кожной температуры	ЭНМГ
	чувствит.	двигат.			
Кисть	S3+-S4	M3- M4	-	-	Величина М-ответа - 11,3 % ДЕ = 38%
I палец			4 мм	0,5	
II палец			6 мм	0,7	
III палец			6 мм	0,6	
IV палец			3 мм	0,5	

Интерпретация. Несмотря на тяжесть повреждения у больного как клинически, так и по данным дополнительных методов исследования,

отмечается полное восстановление тонких и грубых захватов кисти, а также реиннервация по отдельным ветвям срединного нерва.

4.5. Сравнение результатов в зависимости от возраста больных

Почти половину клинического материала представили пациенты детского возраста, в связи с чем была поставлена задача изучения отдаленных функциональных результатов в зависимости от возраста.

В связи с этим были изучены параметры, использованные выше. Качественные клинические показатели дали высокую результативность как двигательной, так и восстановление чувствительной функции у малолетних детей, у которых отличные и хорошие результаты были получены в 96% случаев. У подростков показатели были лучше, чем в старших возрастных группах. У молодых лиц хорошие двигательные результаты до степени S3+, M4 и выше были получены в 85%. У лиц старше 40 лет восстановление двигательной функции до степени M3 было в 36,4% случаев, а сенсорно-трофической функции до степени S3 (удовлетворительное) уже лишь только в 54,5% случаев (табл. 18).

Таблица 18. - Клиническая оценка восстановления движений и чувствительности верхней конечности среди различных возрастных групп

Клинические результаты		Возрастные группы					
		До 5 лет	6 - 10	11 - 18	19 - 30	31 - 40	Старше 40 лет
Двигательные	M0	-	-	-	-	-	-
	M1	-	-	-	-	-	-
	M2	-	-	-	-	-	-
	M3	-	1 (3,1%)	2(12,5%)	4 (12,9%)	2 (15,4%)	4 (36,4%)
	M4	3 (50%)	11 (34,4%)	7 (43,7%)	22 (71%)	8 (61,5%)	5 (45,5%)
	M5	3 (50%)	20 (62,5%)	7 (43,8%)	5 (16,1%)	3 (23,1%)	2 (18,1%)
Чувствительные	S0	-	-	-	-	-	-
	S1	-	-	-	-	-	-
	S2	-	-	-	-	-	-
	S3	-	1 (4%)	3 (18,8%)	8 (25,8%)	3 (23,1%)	6 (54,5%)
	S3+	3 (50%)	3 (12%)	5 (31,2%)	16 (51,6%)	7 (53,8%)	5 (45,5%)
	S4	3 (50%)	21 (84%)	4 (25%)	7 (22,6%)	3 (23,1%)	-
Итого		6	32	16	31	13	11

Полученные данные свидетельствует о большой уязвимости степени восстановления, зависящей от возрастного фактора. Хотя этим фактором управлять практически невозможно, необходимо в организационном плане улучшать срочность оказания детям специализированной помощи и оперировать их в экстренном порядке или в ранние сроки после травмы.

У детей до 10 лет, независимо от способа реконструкции, были получены хорошие показатели статической дискриминационной чувствительности близкие к норме. В более старших возрастных группах этот показатель ухудшался в сторону увеличения доли пациентов до степени S3, а среди пациентов старше 40 лет около половины пациентов показатели ДЧ были выше 6 мм. Показатели кожной температуры на подушечках пальцев подтверждают данную закономерность. Величина градиента температуры сохранялась незначительной у малолетних пациентов. По мере увеличения возраста эта величина стойко возрастала и у лиц старше 40 лет разница температуры между здоровой и оперированной кистью стойко держалась на уровне 7 градусов. Среди пациентов старшего возраста чаще наблюдались симптомы холодовой непереносимости и явлений стойкой парестезии (табл. 19).

Таблица 19. - Зависимость количественных показателей восстановления сенсорно-трофической функции в различных возрастных группах

Возрастная группа	Дискриминационная чувствительность		Кожная температура		
	II или V п. опериров. кисти	II или V палец здоровой кисти	II или V п. опериров. кисти	II или V палец здоровой кисти	Градиент температуры
До 5 лет	3,6±0,67	1,5±0,11	30,9±2,2	34,9±0,9	3±0,9
6 - 10	4±1,12	1,8±0,8	30,2±2,6	34,12±0,98	3,3±2,6
11 - 18	4,2±0,8	1,7±0,2	30,9±2,6	34,66±1,02	3,2±2,5
19 - 30	4,7±1,4	2,9±1,2	30,5±2,3	34,7±0,9	4,2±2,5
31 - 40	5,3±1,4	2,1±0,2	28,9±2,1	34,3±1,1	5,3±2,8
Старше 40 лет	7,6±3,2	2,3±0,4	27,21±3,2	35,1±0,7	6,9±2,2

Примечание: $p \leq 0,05$

Самые лучшие количественные показатели двигательной реиннервации были получены среди детей до 10 лет, у которых было отмечено восстановление % двигательных единиц до 60%. Количество восстановленных ДЕ с возрастом прогрессивно падает, хотя клинически они в преобладающем большинстве случаев держались до степени не ниже М4. У лиц старше 40 лет в лучшем случае они восстанавливались до 35% от исходного показателя здоровой кисти (табл. 20).

Таблица 20. - Параметры двигательной регенерации в зависимости от возрастного фактора

Возрастная группа	Кол-во	Величина М-ответа		Скорость проведения импульса		% ДЕ
		опериров. Сторона	здоровая сторона	опериров. сторона	здоровая сторона	
До 5 лет	6	9,6±3,5	16,1±1,4	44,4±3,5	55,6±2,7	59,97±23
6 - 10	32	9,9±2,5	16,6±2,6	43,4±6,9	59,6±6,3	60,03±12,9
11 – 18	16	9,6±2,6	16,81±1,9	44,03±2,9	61,1±7,6	57,3±15,5
19 – 30	31	8,9±1,9	15,5±2	42,3±7,4	62,3±7,4	48,7±12,6
31 – 40	13	8,2±1,7	16,2±6,5	40,4±6,5	62,5±5,9	33,6±14,8
Старше 40 лет	11	7,4±2,1	18,3±2,5	39,2±7	61,3±3,3	34,9±16,7

Примечание: $p \leq 0,05$.

Таким образом, приведенные результаты свидетельствуют о высокой результативности регенерации чувствительной и сенсорно-трофической функции независимо от способа реконструкции. Показатели экстренной реконструкции, как по качественным, так и по количественным параметрам показали лучшие результаты по сравнению с отсроченной реконструкцией дистальных повреждений нервных стволов. Результаты отсроченной реконструкции в 85% привели к хорошим и отличным результатам и статистически не отличались в группе больных с отсроченным швом нерва и аутонервной пластикой. Полученные данные свидетельствуют о высокой регенеративной способности дистальных повреждений нервных стволов у детей в возрасте до 10 лет. В этой возрастной группе клинически отмечается практически полное восстановление утраченных функций, хотя при помощи функциональных тестов у них можно уловить разницу в степени восстановления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение литературных источников показало, что за последние несколько десятилетий постепенно интерес от шва нерва конец в конец сменился аутонервной пластикой и в течение последнего десятилетия многие исследования сосредоточились на проблеме невротизации. Несмотря на это все фундаментальные работы ссылаются на одинаковую значимость нервного шва, аутонервной пластики, так и операций невротизации [14, 20, 70, 86, 93, 110, 111, 121, 167, 235].

Возможности микрохирургической техники позволили продвинуть представления о реконструкции нервов дистальнее уровня деления их на двигательные и чувствительные ветви. Это привело от одиночных спорадических случаев их восстановления отдельными хирургами к правильно выстроенной концепции реконструкции на любом этапе оказания специализированной помощи от выполнения шва нерва до пластики области деления нерва с воссозданием прежней анатомии с применением заготовки из аутонервного трансплантата.

Рассмотрение вопроса регенерации нервов при дистальных повреждениях нервов верхних конечностей представляет особый интерес для сравнения однородных по уровню повреждений срединного, локтевого и лучевого нервов.

Отдаленные результаты прослежены среди 109 больных, оперированных в экстренном 47 пациентов (57 нервных стволов) и в плановом порядке с наложением отсроченного шва по типу конец в конец 28 пациентов (34 нервных стволов) или выполнением аутонервной пластики 34 пациентам (38 нервных стволов). Среди пациентов пересечения срединного нерва имели место в 63 случаях (48,8%), локтевого – в 44-х (34,1%), лучевого – в 22-х (17,1%) случаях. Дистальные повреждения были разделены на 3 зоны: I зона – выше уровня разделения нервов на конечные ветви – 39 нервных ствола (30,2%), II зона – на уровне разветвления – 66 нервных

стволов (51,2%), III зона – пересечения отдельных ветвей дистальнее уровня разделения общего ствола нервов – 24 нервных ствола (18,6%).

На сегодняшний день неоспоримым считается тот факт, что реконструкция нерва, выполненная в экстренном порядке, приносит лучшие результаты по сравнению с отсроченной реконструкцией [16, 87, 110, 161, 181]. Тем не менее на практике ситуация выглядит иначе. Доля плановых больных в нашем материале составила 56,9% (72 больных), из которых в 39 случаях в анамнезе имели ранения острыми предметами и в 23 - более тяжелые ранения.

Среди плановых больных, ранения были вызваны разрушающими агентами, такими как электротравма, огнестрельные ранения, ранения тяжелыми предметами, ятрогенные и пр. [55, 64, 132, 227]. В наших случаях они составили 21,1% случаев. Повреждения лучевого нерва отличались частыми сочетанными переломами плеча и предплечья. В наших наблюдениях они составили 5 случаев (34,8 %) от общего числа больных с повреждениями лучевого нерва на дистальном уровне. Это согласуется с работой Шоломовой, Е.И., 2012 [97] где приведено, что из 219 больных с переломами костей верхней конечности частота неврологических осложнений имеет место в 29,7% наблюдений.

Для диагностики повреждений нервов и отслеживания качественных (клинических) и количественных параметров был использован ряд общеклинических и функциональных методов исследований: Британская шкала оценки двигательного и чувствительного восстановления, интраоперационные данные, фотодокументация, визуальные методы (МРТ, УЗИ, доплерография), определение статической дискриминационной чувствительности, электронейромиография.

Литературные данные также свидетельствуют об этих ставших рутинной методами исследований [24, 25, 54, 56, 73, 74, 107, 122, 130]. Перспективным является ультразвуковая диагностика повреждений крупных стволов нервов,

хотя до сих пор это направление нуждается в дальнейшем развитии [27, 28, 39, 127, 232].

Хирургические методики. Разработанный алгоритм выбора способа реконструкции позволяет оптимизировать хирургические подходы. Несмотря на тяжесть повреждения, реконструктивная программа преследует цель максимального восстановления прежней анатомии, в связи с чем, тщательная ревизия раны и нахождение дистальных ветвей были залогом успешного и полноценного восстановления. При сшивании нервных ветвей манипуляции выполнялись на внутреннем эпиневррии, в которую одета каждая группа фасцикул на всех 3-х зонах повреждения еще до разделения нервов на конечные ветви. Для выполнения аутонервной пластики предложена методика предварительной заготовки нервного ствола вместе с его ветвями для восполнения прежней анатомии в области его дефекта.

Исходя из приведенных в гл. 1 данных, для реконструктивного хирурга важно иметь представление, что внедрение прецизионной техники позволило перенести манипуляции на нервном стволе с наружного эпиневррия и/или мезоневррия на внутренний эпиневррий. Это понятие нам дало повод для изучения опыта реконструкции нервных стволов на дистальных уровнях. Хирургическая диссекция на протяжении ревизии проксимальной культы нерва показала, что фактически конечные ветви являются продолжением отдельных двигательных и чувствительных пучков общего ствола нерва, лишенных наружного эпиневррия. Кроме этого, на дистальных уровнях во время освежения проксимальной культы по пучковому строению всегда можно отдифференцировать соответствующие чувствительные и двигательные порции и выполнить их соединение методом конец в конец или через аутонервный трансплантат.

В экстренном порядке применяется лишь один способ реконструкции - шов нерва конец в конец. Качество анастомоза нерва на дистальных уровнях улучшается при точном и зеркальном сопоставлении концов нерва, что достигается знанием и наличием опыта в дифференциации отдельных

пучковых групп на поперечном срезе нерва. В экстренном порядке были оперированы 47 пациентов с повреждениями 57 нервных стволов (срединный нерв – 26, локтевой – 23 и лучевой – 9), на уровне I зоны 14 нервных стволов, II зоны – 26, III зоны – 17 нервных стволов.

При плановом восстановлении при дефектах нервов до 2,0 см ставятся показания к реконструкции нерва по типу конец в конец, при наличии диастаза до 3,0 см сближение концов нервов за задний лоскут эпинеуря позволяет применить анастомоз по типу конец в конец. Однако данный метод применим только для лучевого и срединного нервов и абсолютно неприменим для глубокой ветви лучевого нерва. При повреждениях лучевого нерва на уровне формирования заднего межкостного нерва даже диастазы длиной 20 мм являются показаниями к аутонервной пластике.

Все 3 описанные методики с учетом пучкового строения нервов на дистальном уровне предполагают дифференцированный подход для разных нервов: для локтевого нерва необходимо манипулировать на внутреннем листке эпинеуря, которым одета каждая отдельная группа фасцикул, для срединного нерва важно зеркальное сопоставление пучковых групп, но шов необходимо выполнять на наружном эпинеурии с захватом внутренних прилегающих к области шва группы фасцикул. На необходимость сопоставления нервов с учетом пучкового строения на поперечном срезе ссылаются многие авторы, что оправдано получением более полной картины регенерации в отдаленном периоде [47, 51, 85, 111, 187, 205, 219]

Для лучевого нерва подход такой же, как и для локтевого нерва, с той особенностью, что после отхождения поверхностной кожной ветви на уровне $n/3$ плеча он является чисто двигательным нервом. Этот нерв уязвим при колотых ранениях задней поверхности верхней и средней трети предплечья.

Данная работа еще раз продемонстрировала, что аутонервная пластика является золотым стандартом реконструкции нервов при плановой реконструкции. Данная тактика выбора способа аутонервной пластики при любых дефектах лучевого нерва продиктована многолетним опытом нашей

клиники и рядом фундаментальных современных исследований [110, 116, 121, 132, 140, 227].

Для выполнения аутонервной пластики нами предложены методики предварительной заготовки нервного ствола вместе с его ветвями для восполнения прежней анатомии в области его дефекта. Данная заготовка позволяет заполнить утраченный пробел в области разветвления нерва.

Превосходство и предсказуемость отдаленных функциональных результатов экстренного восстановления нервов особенно наглядно у больных с дистальными повреждениями. Техническая трудность восстановления и необходимость применения оптического увеличения и прецизионной техники при восстановлении нервов оборачивается получением более превосходных результатов по сравнению с проксимальными повреждениями. Об этом свидетельствуют многочисленные работы, и это объясняется тем, что растущему аксону требуется пройти короткий путь, на что тратится сравнительно меньшее время для прорастания и реиннервации мышц и чувствительных рецепторов [109, 152, 183, 190, 213, 223].

Хотя по результатам реконструкции нервных стволов было выполнено огромное множество клинических и экспериментальных исследований, все же наш собранный однородный материал показывает, как данная клиническая модель по своей значимости отражает 4 наиважнейших фактора, которые являются ключевыми для получения оптимального результата: вид поврежденного нерва (срединный, локтевой, лучевой нервы), способ реконструкции (шов нерва, аутонервная пластика), отсрочка операции (экстренная или плановая реконструкция) и оптимальный возраст. Все остальные факторы, такие как уровень повреждения, сочетанные повреждения, застарелость повреждений и пр. факторы по роду материала исключены и не играют в данном подборе больных значимости.

Все это позволило продемонстрировать идеальную модель на примере экстренной реконструкции дистальных повреждений срединного, локтевого

и лучевого нервов с акцентом на детей. Как показали наши результаты, эти максимально достижимые результаты приближаются к 96,5% восстановления утраченных функций у детей, которые дальше при увеличении возраста и плановой реконструкции начинают падать. Здесь же уместно подчеркнуть, что худшие результаты были получены в возрастной группе старше 40 лет, где на фоне хороших двигательных результатов получены самые низкие показатели среди других групп сенсорно-трофического восстановления, которые приближались к 50%. Из числа 57 нервных стволов, восстановленных в экстренном порядке, удовлетворительные результаты были получены лишь в 2-х случаях (3,5%). Из числа 34 нервного шва конец в конец число удовлетворительных результатов был в 5 случаях (14,7%), а из 38 случаев аутонервной пластики их число достигло 6 случаев (15,8%). В итоге из 129 нервных стволов удовлетворительные результаты были в 13 случаях (10,1%). Эти данные показывают большую результативность микрохирургической реконструкции, что связано с однородными повреждениями оперированных в оптимальные сроки. В работе Mohammad, A.M. [18] при сравнении первичной и плановой реконструкции указывает на отличные результаты в 25 из 65 случаев, оперированных в экстренном порядке, в 7 из 16 случаев получены неудовлетворительные результаты оперированных в допустимые сроки и в 9 из 15 случаев, оперированных в поздние сроки.

Эти результаты могут быть отправной точкой или служить контролем для сравнения зависимости результатов для таких актуальных на сегодняшний день способов, как сравнение шва нерва, аутонервной пластики и невротизации. Наши данные согласуются с литературными данными [16, 81, 85, 87, 109, 110, 142, 150, 154]. Авторы также ссылаются на экстренное восстановление нервов как идеальную модель достижения максимальных результатов.

В наших наблюдениях было показано, что соблюдение алгоритма при выборе оптимального метода реконструкции результаты шва нерва не

отличались от аутонервной пластики, что важно для клинической практики. В литературе все чаще появляются работы о стандартизации подходов, применения клинических протоколов и алгоритмов для оптимизации хирургических подходов и определения правильных показаний к применению современных возможностей реконструктивных операций [152, 164, 209, 223].

Наши клинические результаты показали превосходные данные во всех трех рассматриваемых группах после экстренного шва нерва, отсроченного шва и аутонервной пластики среди которых результаты, полученные у больных после экстренной реконструкции как самые лучшие близкие к нормальным значениям. Мы согласны с мнением авторов, которые нашли в отдаленном периоде после реконструкции, что чем ранний возраст пациента, тем лучшие результаты восстановления двигательной и чувствительной функции. Это также согласуется с обнаруженными изменениями в центральной нервной системе после травмы и результатов переадаптации в отдаленные сроки, которые лучше развиты у детей, чем у взрослых [225].

Несмотря на это, судя по количественным параметрам результаты отсроченной реконструкции отстают от экстренного шва, причем результаты шва конец в конец статистически мало отличаются от аутонервной пластики. Наши данные согласуются со свежими публикациями, которые также ссылаются на получение аналогичных результатов [187, 188].

Несмотря на то, что аутонервная пластика является более трудоемкой процедурой, ее результаты не хуже, а по некоторым параметрам лучше отсроченного шва нерва конец в конец. Исходя из этого мы пришли к убеждению, что при отсроченной реконструкции нерва важное значение имеет не сам метод реконструкции, а правильный выбор и соблюдение алгоритма. В литературе нет работ, где приводится отличие результатов между проксимальными и дистальными повреждениями, но они убедительно свидетельствуют о высоких результатах сравнимых со швом нерва по типу конец в конец [111, 161, 170, 181, 230, 235]. В работах, где приводятся

результаты аутонервной пластики с невротизацией дистальной культы, фактически идет сравнение между проксимальным уровнем реконструкции и дистальным, перенося уровень анастомоза нерва с проксимального уровня повреждения на дистальный уровень, где регенерация идет быстрее. В этих работах приводятся сравнимые результаты или лучшие результаты невротизации по сравнению с аутонервной пластикой на уровне повреждения, что еще раз доказывает преимущества дистального уровня [119, 132, 135].

Сравнивая виды восстановленных нервов нами обнаружено, что самые лучшие результаты сенсорно-трофического восстановления были у больных после реконструкции срединного нерва, а двигательные результаты – после реконструкции лучевого нерва. Но все эти различия колебались на фоне отличных и хороших результатов в 82-85% случаев среди общих показателей.

Возрастной аспект. Нами получены наиболее лучшие результаты восстановления чувствительной и двигательной функции у детей, особенно в возрастной категории 1-10 лет. У детей данного возраста клинически отмечено полное восстановление движений и чувствительности в 96,5%, и они были близки к показателям здоровой кисти. При помощи электронейромиографии несмотря на клинически полученные хорошие и отличные результаты количество восстановленных ДЕ в лучших случаях колебался в пределах 60%. Несмотря на это, больные клинически демонстрировали клиническую степень восстановления движений на уровне М4-М5. Такое несоответствие между клиническими и электромиографическими данными нашли свое отражение в ряде работ [130, 131, 152, 194]. К сожалению, в литературе не удалось найти работы, показывающие параллели между клиническими двигательными результатами и количественными электромиографическими показателями. Несмотря на это нами обнаружено, что полезные движения до степени М3 больные проявляли уже при количестве ДЕ около 20%. Это свидетельствует о том, что даже при

частичной регенерации аксонов и реиннервации части мышечных групп и хорошей реабилитационной терапии при количестве ДЕ выше 20% можно надеяться на получение хорошего двигательного эффекта как по силовым показателям, так и по объему экскурсии.

О высоком регенерационном потенциале детей и о лучших способностях центральной нервной системы детского организма к переориентации и лучшей адаптации сообщают ряд авторов [165, 208, 226, 181]. Chemnitz, A. с соавт. [194] имеет 31-летний срок изучения отдаленных результатов восстановления нервов в детском возрасте, у которых отмечает схожие электрофизиологические количественные данные у детей и взрослых. Автор также указывает, что после реконструктивных операций у детей и взрослых отмечается частичное восстановление. У детей зарегистрированы лучшие сенсорные (дискриминационная чувствительность) и двигательные результаты, чем у взрослых.

Таким образом, данная работа позволила оптимизировать лечение больных с дистальными повреждениями нервов. Дальнейшее совершенствование подходов с учетом топографии повреждения на уровне деления нервов на конечные ветви позволило приблизить результаты планового восстановления к результатам первичной реконструкции. Аутонервная пластика при плановой реконструкции на дистальном уровне является методом выбора.

ВЫВОДЫ

1. В структуре дистальных повреждений наиболее часто встречаются повреждения срединного нерва 63 (48,9%), за ним следуют локтевой 44 (34,1%) и относительно реже встречаются повреждения двигательной порции лучевого нерва 22 (17,0%). Повреждения нервных стволов выше деления (I зона) на конечные ветви имели место в 39 (30,2%) случаях, на уровне деления (II зона) – в 66 (51,2%) случаях, пересечения отдельных конечных ветвей ниже уровня их отхождения (III зона) наблюдались в 24 (18,6%) случаях.

2. В экстренном порядке восстановление прежней анатомии с реконструкцией одноименных ветвей, как правило, не вызывает технических затруднений. В плановом порядке при повреждениях на уровне II и III зоны нахождение дистальной культы конечных ветвей нервов являются залогом успешной регенерации чувствительных и двигательных ветвей. При дефектах нервного ствола на этих уровнях разработанная интраоперационная заготовка аутонервного трансплантата позволяет уменьшить трудоемкость операции и достичь оптимальных результатов.

3. Экстренное восстановление нервов при дистальных повреждениях в 96,5% приводят к отличным и хорошим результатам. Результаты отсроченной реконструкции нервов по типу конец в конец и аутонервной пластики достигают 82-85% случаев. По качественным и количественным показателям оба метода реконструкции не отличаются друг от друга.

4. Разработанный алгоритм позволяет оптимизировать хирургические подходы в выборе метода реконструкции. В плановом порядке при дистальных повреждениях применение аутонервной пластики является методом выбора для реконструкции конечных ветвей поврежденных нервов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Данная работа представляет практический интерес для хирургов общего профиля, травматологов, ортопедов, реконструктивно-пластических хирургов для расширения возможностей показаний к реконструкции нервов на дистальных уровнях и более широкому применению паллиативных операций для качественного восстановления утраченных функций кисти.

Нахождение дистальных культей поврежденных ветвей нервов верхних конечностей являются хорошей предпосылкой для выполнения прямой реконструкции или невротизации.

Несмотря на технические трудности дистальные повреждения нервов верхних конечностей являются благоприятными и прогнозируемыми. Это должно стимулировать реконструктивно-пластических хирургов стремиться восстановить прежнюю анатомию несмотря на позднее обращение или наличие дефекта нерва.

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. Актуальные аспекты хирургического лечения повреждений периферических нервов / А.Р. Халимов [и др.] // Журнал «Нейрохирургия и неврология Казахстана». – 2020. – № 3 (60). – С. 3-10.
3. Арсаханова, Г.А. Основные аспекты диагностики повреждений периферических нервов / Г.А. Арсаханова // Вестник Чеченского государственного университета. – 2016. – № 1. – С. 55-57.
4. Афина, Э.Т. Сравнительная оценка восстановления проводимости разных стволов (пучков) плечевого сплетения на фоне лечебной электроимпульсной стимуляции при травматической плечевой плексопатии / Э.Т. Афина, М.В. Надеждина // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2018. – Т. 24, № 3. – С. 175-175.
5. Бабовников, А.В. Диагностика и лечение переломов костей, образующих локтевой сустав: автореф. ... дис. д-ра мед. наук / А.В. Бабовников – М., 2008. – 26 с.
6. Барсенев, В.П. Практическое руководство по хирургии нервов / В.П. Барсенев. – Тв., «Умный доктор». – 2017. – 552 с.
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. 116 № 2. – С. 168-170.
8. Боголюбский, Ю.А. Современное состояние проблемы диагностики и лечения закрытых диафизарных переломов плечевой кости, осложненных нейропатией лучевого нерва / Ю.А. Боголюбский, И.Ю. Клюквин, В.В. Сластинин // Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь. – 2015. – № 4. – С. 30-38.

9. Борода, Ю.И. Выбор реконструктивной операции на нерве в зависимости от степени натяжения в зоне шва / Ю.И. Борода // Гений ортопедии. – 2000. – № 2. – С. 32-33.
10. Бояршинов, М.А. Анализ результатов лечения повреждений двигательной ветви лучевого нерва с использованием микрохирургической техники / М.А. Бояршинов, Г.А. Швец, Ю.А. Варенцев // Гений ортопедии. – 2002. – № 1. – С. 51-52.
11. Вахова, Е. Л. Современные технологии физио-кинезотерапии при повреждении периферических нервов у детей / Е.Л. Вахова, М.А. Хан, А.В. Александров // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2020. – Т. 97. № 6-2. – С. 26.
12. Возможности ультразвукового исследования при травматических повреждениях периферических нервов конечностей / Е.А. Журбин [и др.] // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2017. – Т. 7, № 3. – С. 127-135.
13. Гален Клавдий. О назначении частей человеческого тела. Т.2 книга 16. – 1971. – 554 с.
14. 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.
15. Голубев, В.Г. Современный подход к диагностике повреждений лучевого нерва / В.Г. Голубев, И.С. Косов, Б.М. Кхир // Травматология и ортопедия России. – 2005. – № 3 (37). – С. 66-67.
16. Горохов, В.Г. Первичная реконструкция на кисти и пальцах при сочетанных повреждениях: дис. ... канд. мед. наук / В.Г. Горохов. – Смоленск, 2008. –120 с.
17. Григорович, К.А. Хирургическое лечение повреждений нервов / К.А. Григорович. – Л. – 1981. – 304 с.

18. Давлатов, А.А. Хирургическое лечение последствий одновременного повреждения срединного и локтевого нервов: дис. ... канд. мед. наук / А.А. Давлатов. – Душанбе, 2006. – 127 с.
19. Джамбулатов, Д.Ш. Комплексное лечение и реабилитация пациентов с застарелыми мягкотканными повреждениями сухожилий и нервов нижней трети предплечья: дис. ... канд. мед. наук / Д.Ш. Джамбулатов. – Тюмень, 2014. – 140 с.
20. Джумагишиев, Д.К. Контрастная нейрография в комплексной диагностике повреждений периферических нервов (клинико-эксперим. исслед.): автореф. дис. ... канд. мед. наук / Д.К. Джумагишиев. – Саратов, 2007. – 24 с.
21. Дейкало, В.П. Клинико-статистические аспекты и медицинская реабилитация повреждений кисти / В.П. Дейкало. – Витебск, 2003. – 125 с.
22. Дейкало, В.П. Реконструктивная хирургия сочетанных повреждений нервов предплечья / В.П. Дейкало, А.А. Сухарев. – Витебск, 2005. – 125 с.
23. Дейкало, В.П. Технология медицинской реабилитации контингента с повреждениями нервов предплечья и кисти / В.П. Дейкало // Сб. науч. статей «Медико-социальная экспертиза и реабилитация». – Минск, 2001. – Вып. 3 (Часть I). – С. 72-75.
24. Диагностическая точность ультразвукового исследования при повреждениях периферических нервов конечностей / Е.А. Журбин [и др.] // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2017. – № 3. – С. 63-68.
25. Еникеев, Д.А. Регионарный кровоток и электрофизиология поврежденных и восстановленных нервов / Д.А. Еникеев. – Уфа, 2006. – 254 с.
26. Ерохин, А.Н. К вопросу о диагностике и лечении повреждений лучевого нерва / А.Н. Ерохин, Ю.М. Сысенко // Гений ортопедии. – 2000. – № 2. – С. 34-37.

27. Еськин, Н.А. Возможности ультразвукового исследования в диагностике повреждений и заболеваний периферических нервов верхней конечности / Н.А. Еськин // Вестник травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова. – 2008. – № 2. – С. 82-88.
28. Журбин, Е.А. Возможности ультразвукового исследования в диагностике и хирургическом лечении повреждений периферических нервов конечностей. – Санкт-Петербург. – 2018 г. – 147 с.
29. Замещение огнестрельных дефектов верхних конечностей / Н.А. Ефименко [и др.] // Травматология и ортопедия России. – СПб., 2005. – Т. 3 (37). – С. 71.
30. Золотов, А.С. Травматическое повреждение кожной ладонной ветви срединного нерва / А.С. Золотов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2005. – № 1. – С. 80.
31. Золотова, Н.Н. К вопросу чрезмыщелковых 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.
32. 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.
33. Кардаш, А.М. Выбор метода обезболивания при хирургическом лечении повреждений периферических нервов / А.М.Кардаш // Травма. – 2001. – Т. 2, № 4. – С. 394-396.
34. Козлов, А.В. Хирургическая коррекция трофических и функциональных нарушений при травме верхней конечности: автореф. ... дис. д-ра мед. наук / А.В. Козлов. – Новосибирск, 2011. – 43 с.
35. Комплексная стимуляция регенерации периферического нерва после отсроченной нейрорафии / А.Н. Иванов и [др.] // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2017. – Т. 13, № 3. – С. 732-737.

36. Копадзе, Т.Ш. Лечение повреждений нервов у больных острой сочетанной травмой кисти / Т.Ш. Копадзе // Мед. новости Грузии. – 2002. – № 4. – С. 12-15.
37. Кубицкий, А.А. Хирургическое лечение повреждений периферических нервов верхней конечности методами тракционного удлинения и аутонервной пластики: автореф. дис. ... канд. мед. наук / А.А. Кубицкий. – Казань, 2002. – 24 с.
38. Кузанов, Е.И. Оценка результатов оперативного лечения травматических повреждений периферических нервов / Е.И. Кузанов // Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии. – 2005. – № 3. – С. 69-70.
39. 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.
40. Курбанов, З.А. Лечение последствий повреждений сосудисто-нервных пучков верхних конечностей: автореф. дис. ... канд. мед. наук / З.А. Курбанов. – Душанбе, 2006. – 27 с.
41. Кхир Бек Мохамад. Комплексная диагностика и оптимальный подход к лечению повреждений лучевого нерва: дис. ... канд. мед. Наук / Кхир Бек Мохамад. – М., 2009. – 141 с.
42. 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.
43. Лечение переломов плечевой кости у детей / А.Е. Еркешов [и др.] // Материалы VII Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы организации экстренной медицинской помощи: вопросы стандартизации диагностики и лечения в экстренной медицине. – Ташкент, 2007. – С. 226-229.

44. Лисайчук, Ю.С. Функциональная трансплантация мышц / Ю.С. Лисайчук // Проблемы микрохирургии I (V) международный симпозиум. – М., 2001. – С. 17-18.
45. Лисовец, Я.Н. К вопросу о хирургическом лечении сочетанных повреждений сосудов и нервов конечностей / Я.Н. Лисовец // Материалы III съезда нейрохирургов России. – СПб., 2002. – С. 529.
46. Маликов, М.Х. Хирургическое лечение ишемической контрактуры Фолькмана: автореф. дис. канд. мед. наук / М.Х. Маликов. – Душанбе, 1997. – 21 с.
47. Маргасов, А.В. Актуальные проблемы травмы периферических нервов. РМЖ, – № 12(1), Санкт-Петербург, 2018. – С. 21-24.
48. 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.
49. 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. С.С. Корсакова. – 2015. – Т. 115, № 7. – С. 68-73.
50. Мышечно-сухожильная пластика при повреждениях лучевого нерва / Р.Ф. Масгутов [и др.] // Актуальные проблемы медицины, 2012. – Т. 2, № 8 (64). – С. 108-110.
51. Некоторые аспекты диагностики и хирургического лечения повреждений нервных стволов верхней конечности / М.Х. Маликов [и др.] // Вестник Авиценны. – 2020. – Т. 22. № 4. – С. 613 – 620;
52. Ништ, А.Ю. Морфологическая характеристика изменений периферических нервов и тканей таргетных зон при соединении периферических нервов по типу «конец-в-бок» в эксперименте / А.Ю. Ништ, В.С. Чирский, Н.Ф. Фомин // Научно-практический рецензируемый журнал

Клиническая и экспериментальная морфология. – 2020. – Т. 9. № 1. – С. 40-48.

53. 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.

54. Ништ, А.Ю. Топографо-анатомические и нейрохирургические аспекты восстановления периферических нервов по типу «конец-в-бок» / А.Ю. Ништ, Н.Ф. Фомин, В.П. Орлов // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2021. – Т. 23. № 1. – С. 121-128.

55. Орлов, А.Ю. Хирургическое лечение опухолей нервных сплетений и их ветвей: автореф. дис. ... док. мед. наук / А.Ю. Орлов - Санкт-Петербург, 2013. – 43 с.

56. Оценка функциональных результатов пластики дефектов верхней конечности несвободным паховым лоскутом при помощи инструмента быстрой оценки DASH / Г.М. Ходжамуратов [и др.] // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2015. – Т. 58, № 2. – С. 167 – 173.

57. 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.

58. Панов, Д.Е. Диагностика и тактика лечения больных с повреждением срединного и локтевого нервов на уровне предплечья и кисти: дис. ... канд. мед. наук / Д.Е. Панов. – Москва, 2006. – 146 с.

59. 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.

60. Повышение диагностической точности и прогностической значимости электронейромиографии при травматических невропатиях конечностей / А.Р. Булатов и др. // Нервные болезни. – 2020. – № 1. – С. 3-9;

61. Прогнозирование эффективности реконструктивных операций на магистральных нервах предплечья на основании анализа различных методов антибиотикотерапии / Д.В. Судаков [и др.] // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2020. – Т. 19. № 4. – С. 89-99.
62. Результаты восстановления периферических нервов по типу «конец-в-бок» в эксперименте и перспективы применения данного метода для двигательной реиннервации при травмах периферических нервов / А.Ю. Ништ [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 6. – С. 189-189.
63. 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.
64. Рассел, С.М. Диагностика повреждений периферических нервов / С.М. Рассел. – М.: БИНОМ, 2009. – 251 с.
65. Регенерация мягкотных нервных волокон после костно-нервной травмы и микрохирургической реконструкции нерва в сочетании с чрескостным остеосинтезом (экспериментальное исследование) / Н.А. Щудло [и др.] // Известия Челябинского научного центра. – Вып. 4 (17). – 2002. – С. 1-5.
66. Резников, А.В. Методы восстановления сухожилий сгибателей пальцев с использованием лоскутов на сосудистой ножке в условиях рубцовой трансформации тканей сегмента "предплечье-кисть" / А.В. Резников, Н.Ф. Дрюк, С.П. Галич // Материалы I (V) международного симпозиума «Проблемы микрохирургии». – М., 2001. – С. 28-29.
67. Реконструкция периферического нерва при использовании биодеградируемого и бионедеградируемого кондуитов в эксперименте / А.Г. Величанская [и др.] // Современные технологии в медицине. – 2020. – Т. 12. № 5. – С. 48-56;

68. Реконструктивно-восстановительное лечение больных с открытыми осложненными повреждениями верхних конечностей / В.Г. Климовицкий [и др.] // Травма. – Т. 7, № 4. – 2006.
69. Реконструкция плечевой артерии при чрезмышечковых переломах плечевой кости и вывихах предплечья / У.А. Курбанов [и др.] // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2006. – № 3. – С. 138-143.
70. Родин, Ю.А. Опыт применения чрескожной динамической электронейростимуляции аппаратом "ДиаДЭНС-ПК" в комплексном лечении заболеваний и травматических повреждений опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы / Ю.А. Родин // Военно-медицинский журнал. – 2007. – Т. 328, № 1. – С. 22-27.
71. Родоманова, Л.А. Реконструктивная микрохирургия верхней конечности / Л.А. Родоманова, А.Г. Полькин // Травматология и ортопедия России. – 2006. – Т. 4 (42). – С. 15-19.
72. Роль ксенотрансплантации стволовых клеток в регенерации периферических нервов / В.И. Серяков [и др.] // Травматология и ортопедия России. – СПб., 2005. – Т. 3 (37). – С. 91.
73. Савельев, В.А. Отдаленные результаты восстановления периферических нервных стволов верхних конечностей (клинико-экспериментальное исследование): дис. ... канд. мед. наук / В.А. Савельев. – Душанбе, 2009. – 140 с.
74. Салтыкова, В.Г. Ультразвуковая диагностика повреждения периферических нервов верхних конечностей / В.Г. Салтыкова, В.Н. Меркулов, И.А. Дорохин // I Всероссийский национальный конгресс лучевых диагностов и терапевтов «Радиология-2007». 2007. – С. 317.
75. Салтыкова, В.Г. Ультразвуковая диагностика состояния периферических нервов (норма, повреждения, заболевания): дис. ... док. мед. наук / В.Г. Салтыкова. – Москва, 2011. – 397 с.

76. Самодай, В.Г. Методика лечения обширных дефектов мягких тканей конечностей при огнестрельных ранениях / В.Г. Самодай, И.В. Юшин // Травматология и ортопедия России. – 2006. – 4 (42). – С. 86-87.
77. Самойлова, Н.В. Комплексная реабилитация пациентов с последствиями повреждения плечевого сплетения и периферических нервов верхней конечности с использованием метода ортезирования / Н.В. Самойлова // Проблемы медицинской реабилитации. Биомеханика патологической ходьбы. На предприятиях отрасли. Новые методики. – Вып. 96. – 2000. – С. 63-66.
78. Серяков, В.И. Регенерация периферического нерва после микрохирургического шва под влиянием D, L-карнитина. (экспериментальное исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук / В.И. Серяков. – Новосибирск, 2009. – 24 с.
79. Скоробогач, М.И. Закономерности формирования патобиомеханических изменений у больных с отдаленными последствиями перинатальных повреждений нервной системы / М.И. Скоробогач // Юж. - Рос. мед. журн. – 2001. – № 1-2. – С. 43-46.
80. Современные методы стимуляции регенерации периферических нервных стволов / Е.С. Ягупов [и др.] // International scientific news 2017. – 2017. – № 1. - С. 785-787.
81. 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.
82. Современные технологии медицинской реабилитации детей с посттравматическими нейропатиями верхних конечностей / М.А. Хан [и др.] // Вестник восстановительной медицины. – 2021. – Т. 20. № 4. – С. 72-81.
83. Сокуренок, Л.М. Есть ли альтернатива аутонейропластике? / Л.М. Сокуренок // Клиническая хирургия. – 2017. – № 4. – С. 74-76.
84. Стафеевская, Е.В. Особенности прижизненной морфологии сосудисто-нервного пучка и его топографии при различных положениях

конечности / Е.В. Стафеевская, А.В. Ермакова // Известия Российской Военно-медицинской академии. – 2021. – Т. 40. № S1-3. – С. 312-314.

85. 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.

86. Типы коаптации пучков нервных волокон и результативность шва нерва / Н.А. Щудло [и др.] // Вестник хирургии. – 2003. – № 4. – С. 30-33.

87. 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.

88. Тяжелков, А.П. Повреждения нервов у детей / А.П. Тяжелков // Вопросы организации и оказания экстренной и неотложной медицинской помощи населению. – 2000. – С. 107-110.

89. 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;

90. Хирургическая тактика при повторных операциях у больных с последствиями сочетанных повреждений сухожилий и нервов / В.В. Унжаков [и др.] // Неврологический вестник им. Бехтерева. – 2007. – Т. XXXIX. – Вып. 2. – С. 63-65.

91. Ходжамуратов, Г.М. Диагностика и микрохирургическое лечение повреждений локтевого нерва: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.27. / Г.М. Ходжамуратов. - Душанбе, 1992. - 21 с.

92. Ходжамуратов, Г.М. Восстановительная хирургия верхних конечностей при травматических дефектах нервных стволов: автореф. дис. ... док. мед. наук: 14.01.17 / Г.М. Ходжамуратов. - Душанбе, 2012. - 43 с.

93. Частота и факторы повреждения срединного и локтевого нервов / М.Х. Маликов [и др.] // Вестник последипломного образования в сфере здравоохранения. – 2020. – № 4. – С. 92-98.
94. Черных, А.В. Аутотрансплантация 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.
95. Шаехова, Н.В. Тучные клетки в области формирования нервных стволов и повреждения периферических нервов (эксперим. исслед.): дис. ... канд. мед. наук / Н.В. Шаехова. – Челябинск, 2006. – 143 с.
96. Шарипова, Э.Ш. Оптимизация восстановительного лечения травм верхних и нижних конечностей, осложненных повреждением нервов: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Э.Ш. Шарипова. – Уфа, 2007. – 22 с.
97. Шоломова, Е.И. Неврологические осложнения при диафизарных переломах костей верхней конечности: диагностика, лечебная тактика: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Е.И. Шоломова, – Саратов, 2012. – 23 с.
98. Шивелев, И.Н. Микрохирургия периферических нервов / И.Н. Шивелев. – М., «Москва». – 2011. – 304 с.
99. Щедрина, М.А. Восстановительное лечение больных после реконструктивных операций по поводу открытых изолированных и сочетанных повреждений нервов на уровне предплечья: дис. ... канд. мед. наук / М.А. Щедрина. – Нижний Новгород, 2006. – 176 с.
100. Щудло, М.М. Гомеостазис и паравазальные демпферные структуры в интактных и поврежденных нервах и длинных трубчатых костях / М.М. Щудло // Вестн. Рос. АМН. – 2002. – № 3. – С. 35-40.
101. Щудло, Н.А. Анализ миелоархитектоники регенерирующего периферического нерва экспериментальных животных в отдаленные сроки после микрохирургического шва и электростимуляции / Н.А. Щудло // Анналы хирургии. – 2006. – № 3. – С. 58-61.

102. Цымбалюк, В.И. Принципы хирургического лечения при травматических повреждениях срединного нерва на разных уровнях / В.И. Цымбалюк, В.В. Могила, Ж.И. Николас // Украинский медицинский журнал. – 2005. – Т. V/VI. № 3. – С. 64-68.

103. Челышев, Ю.А. Экспериментальное обоснование применения кондуитов нерва / Ю.А. Челышев, А.А. Богов // Неврологический вестник. – 2008. – Т. XL. – Вып. 4. – С. 101-109.

104. Чепижко, С.Я. О хирургической тактике при огнестрельных повреждениях периферических нервов в остром периоде / С.Я. Чепижко // Новые направления в клинической медицине. – 2000. – С. 209-210.

105. Чуловская, И.Г. Современная ультрасонографическая диагностика повреждений и заболеваний периферических нервов верхней конечности / И.Г. Чуловская // Вестник хирургии, травматологии и военно-полевой хирургии ГОУВПО РГМУ Росздрава. – М.: «Династия». – 2006. – № 3. – С. 46-49.

106. Эстетические и функциональные аспекты мышечной аутотрансплантации при ишемической контрактуре Фолькмана / М.Х. Маликов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – СПб., 2005. – № 3 (37). – С. 78.

107. Электронейромиографическое исследование повреждений нервных стволов конечностей / Г.Д. Каримзаде [и др.] // Здравоохранение Таджикистана. – 2004. – № 3. – С. 50-53.

108. 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. – V. 35, № 8. – P. 1297-1303.

109. Allograft reconstruction for digital nerve loss / J.S. Taras [et al.] // The Journal of hand surgery. – 2013. – V. 38, № 10. – P. 1965-1971.

110. 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. – V. 39, № 2. – P. 324-329.

111. Alternatives to sural nerve grafts in the upper extremity / L.H. Poppler [et al.] // *Hand*. – 2015. – V. 10, № 1. – P. 68-75.

112. Axillary nerve injury associated with sports / S. Lee [et al.] // *Neurosurgical focus*. – 2011. – V. 31, № 5. – P. 10.

113. 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.

114. 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.

115. Biomedical and psychosocial factors associated with disability after peripheral nerve injury / C.B. Novak [et al.] // *JBJS*. – 2011. – V. 93, № 10. – P. 929-936.

116. 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.

117. Bouyer-Ferullo, S. Preventing perioperative peripheral nerve injuries / S. Bouyer-Ferullo // *AORN journal*. – 2013. – V. 97, № 1. – P. 110-124.

118. 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.

119. Cold intolerance after brachial plexus nerve injury / C.B. Novak [et al.] // *Hand*. – 2012. – V. 7, № 1. – P. 66-71.

120. 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.

121. 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.
122. 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.
123. 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.
124. Concomitant infraclavicular plus distal median, radial, and ulnar nerve blockade accelerates upper extremity anesthesia 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.
125. 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.
126. 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.
127. 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.
128. 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.
129. 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.

130. 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.
131. English, A.W. Enhancing axon regeneration in peripheral nerves also increases functionally inappropriate reinnervation of targets / A.W. English // J. Comp. Neurol. – 2005. – V. 490 (4). – P. 427-441.
132. 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.
133. 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.
134. Factors predicting sensory and motor recovery after the repair of upper limb peripheral nerve injuries / B. He Zhaowei Zhu [et al.] // Neural regeneration research. – 2014. – V. 9, № 6. – P. 661-672.
135. Flores, L.P. Comparative Study of NerveGrafting versus Distal NerveTransfer for Treatment of Proximal Injuriesof the Ulnar Nerve / L.P. Flores // J Reconstr Microsurg. – 2015. – V. 31, № 9. – P. 647-653.
136. Galanakos, S.P. Epineural Sleeve Reconstruction Technique for Median Nerve Complete Transection / S.P.Galanakos, A.F. Mavrogenis, C. Vottis // Arch Bone Jt Surg. – 2018. – V. 6. № 2. – P. 140-145.
137. Galtrey, C.M. Characterization of tests of functional recovery after median and ulnar nerve injury and repair in the rat forelimb / C.M. Galtrey, J.W. Fawcett // J. Peripher. Nerv. Syst. – 2007. – V. 12 (1). – P. 11-27.
138. Gordon, T. Delayed peripheral nerve repair: methods, including surgical 'cross-bridging' to promote nerve regeneration / T. Gordon, P. Eva, G.H. Borschel // Neural Regen Res. – 2015. – V. 10, № 10. – P. 1540-1544.
139. Green's operative hand surgery / V.th. edition. – 2005. – P. 2314.

140. Grinsell, D. Peripheral nerve reconstruction after injury: a review of clinical and experimental therapies / D. Grinsell, C.P. Keating // *Biomed research international*. –2014. - Volume 2014. – P. 13.
141. Growth Hormone Therapy Accelerates Axonal Regeneration, Promotes Motor Reinnervation, and Reduces Muscle Atrophy following Peripheral Nerve Injury / S.H. Tuffaha [et al.] // *Plast Reconstr Surg*. – 2016. - V. 137, N 6. – P.1771-1780.
142. Guerra, W.K. Long-term results after microsurgical repair of traumatic nerve lesions of the upper extremities / W.K. Guerra // *Zentral. Bl. Neurochir*. – 2007. – V. 68, N 4. – P. 195-199.
143. Gummesson, C. The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) outcome questionnaire: Longitudinal construct validity and measuring self-rated health change after surgery / C. Gummesson, I. Atroshi, C. Ekdahl // *BMC Musculoskeletal Disorders*. – 2003. – V. 4 (1). – P. 11.
144. Haas, H.G. Spannungsentlastung bei Nervennahten [Tension relief in nerve sutures] / H.G. Haas // *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir*. – 1993. – V. 25, N 6. – P. 316-318.
145. Hannah, S.D. Splinting and radial nerve palsy: A single-subject experiment / S.D. Hannah, P.L. Hudak // *J. Hand. Ther*. – 2001. – V. 14. – P. 195-201.
146. Hattori, Y. Surgical approach to the vascular pedicle of the gracilis muscle flap / Y. Hattori, K. Doi, Y. Abe // *J. Hand. Surg. Am*. – 2002. – V. 27. – P. 534-536.
147. High-energy injuries of the wrist / L.Obert[et al.] // *Orthop Traumatol Surg Res*. – 2016. –V. 102 (1 Suppl). – P. 81-93.
148. 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.

149. Injury to the human median and ulnar nerves in the forearm – analysis of costs for treatment and rehabilitation of 69 patients in southern Sweden / H.E. Rosberg [et al.] // *The Journal of hand surgery*. – 2005. – V. 30B. № 1.
150. Innovative treatment of peripheral nerve injuries / Ivica Ducic [et al.] // *Annals of Plastic Surgery*. – 2012. – N 68. – P. 180-187.
151. In vivo assessment of peripheral nerve regeneration by diffusion tensor imaging / Shinsuke Morisaki [et al.] // *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. – 2011. – V. 33, N 3. – P. 535-542.
152. 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.
153. 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.
154. Kaufman, Y. Peripheral nerve injuries of the pediatric hand: issues in diagnosis and management / Y. Kaufman, P. Cole, L. Hollier // *J. Craniofac. Surg.* – 2009. – V. 20, N 4. – P. 1011-1015.
155. Katirji, B. Disorders of peripheral nerves. In: Daroff, R.B., Fenichel, G.M., Jankovic, J., Mazziotta, J.C., eds. / B.Katirji, D. Koontz // *Bradley's Neurology in Clinical Practice*. 6th ed. - Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2012. – Chap 76.
156. Kozak, A. Association between work-related biomechanical risk factors and the occurrence of carpal tunnel syndrome: an overview of systematic reviews and a meta-analysis of current research / A. Kozak, G. Schedlbauer, T. Wirth // *BMC Musculoskelet Disord*. – 2015. –V. 16, N 1. – P. 231.
157. Lee, C.H. Injury patterns and the role of tendons in protecting neurovascular structures in wrist injuries / C.H. Lee, S.M. Cha, H.D. Shin // *Injury*. – 2016. – Vol. 47, N 6. – P. 1264-1269.
158. Long interpositional nerve graft consistently induced incomplete motor and sensory recovery in the rat. An experimental model to test nerve repair /

J.A. Bertelli [et al.] // *Journal of Neuroscience Methods*. – 2004. – V. 134. – P. 75-80.

159. Long-term evaluation of rat peripheral nerve repair with end-to-side neurotaphy / Z. Zhang [et al.] // *J. Reconstr. Microsurg.* – 2000. – V. 16. – P. 303-311.

160. Long-term in vivo regeneration of peripheral nerves through bioengineered nerve grafts / P.G. di Summa [et al.] // *Neuroscience*. – 2011. – N 181. – P. 278-291.

161. Long-term results after primary microsurgical repair of ulnar and median nerve injuries. A comparison of common score systems / T. Vordemvenne [et al.] // *Clin. Neurol. Neurosurg.* – 2007. – V. 109. – P. 263-271.

162. Loss of Pin Fixation in Displaced Supracondylar Humeral Fractures in Children: causes and prevention / W.N. Sankar [et al.] // *J. of Bone Joint Surg. Am.* – 2007. – V. 89 (4). – P. 713-717.

163. Lowe, J.B.-III. Current approach to radial nerve paralysis / J.B.-III Lowe, S.K. Sen, S.E. Mackinnon // *Plast. Reconstr. Surg.* – 2002. – V. 110. – P. 1099-1112.

164. Lundborg, G.A. 25-year perspective of peripheral nerve surgery: evolving neuroscientific concepts and clinical significance / G. Lundborg // *J. Hand Surgery*. – 2000. – V. 25A. – P. 391-414.

165. Lundborg, G. Brain plasticity and hand surgery: an overview / G. Lundborg // *J. Hand Surgery*. – 2000. – V. 25B. – P. 242-252.

166. Lundborg, G. Hand function after nerve repair / G. Lundborg, B. Rosen // *Acta Physiol. (Oxf)*. – 2007. – V. 189 (2). – P. 207-217.

167. Mackinnon, S.E. Future Perspectives in the Management of Nerve Injuries / S.E. Mackinnon // *J Reconstr Microsurg.* – 2018. – V. 34, N 9. – P. 672-674.

168. Mackinnon, S.E. Results of reinnervation of the biceps and brachialis muscles with a double fascicular transfer for elbow flexion / S.E. Mackinnon, C.B. Novak, T.M. Myckatyn // *J. Hand Surgery*. – 2005. – V. 30, № 5. – P. 978-985.

169. Matejcik, V. Rekonstrukcne operacie perifernych nervov hornych koncatin autotransplantatmi. [Reconstructive surgery of the peripheral nerves in the upper extremities with autografts] / V. Matejcik // Acta. Chir. Orthop. Traumatol. Cech. – 2002. – V. 69 (2). – P. 85-87.

170. Matejcik, V. Peripheral nerve reconstruction by autograft / V. Matejcik // Injury. – 2002. – V. 33. – P. 627-631.

171. Matejcik, V. Surgery of the peripheral nerves / V. Matejcik, G. Penzesova // Bratisl. Lek. Listy. – 2006. – V. 107 (3). – P. 89-92.

172. McCook, D. An evaluation of the DASH questionnaire in a clinical setting / D. McCook // New Zealand Journal of Physiotherapy. – 2001. – V. 29, N 2. – P. 50.

173. Median and ulnar nerve injuries: A meta-analysis of predictors of motor and sensory recovery after modern microsurgical nerve repair / A.C. Ruijs [et al.] // Plast. Reconstr. Surg. – 2005. – V. 116. – P. 484-496.

174. Menorca, R.M.G. Nerve physiology. Mechanisms of injury and recovery / R.M.G. Menorca, T.S. Fussell, J.C. Elfar // Hand Clinics. – 2013. – V. 29, № 3. – P. 317–330.

175. Merrell, G.A. Results of nerve transfer techniques for restoration of shoulder and elbow function in the context of a meta-analysis of the English literature / G.A. Merrell, K.A. Barrie, D.L. Katz // J. Hand. Surg. Am. – 2001. – V. 26. – P. 303-314.

176. Meiners, P.M. Impairment and employment issues after nerve repair in the hand and forearm / P.M. Meiners, J.H. Coert, P.H. Robinson // Disabil. Rehabil. – 2005. – V. 27. № 11. – P. 617-623.

177. Michaelis, M. Axotomised and intact muscle afferents but no skin afferents develop ongoing discharges of dorsal root ganglion origin after peripheral nerve lesion / M. Michaelis, X.G. Lui, W. Janig // J. Neurosci. – 2000. – V. 20. – P. 2742-2748.

178. Millesi, H. Microsurgery of Peripheral Nerves / H. Millesi // World J. Surg. – 1979. – V. 3 (1). – P. 67-79.

179. Mittlmeier, T. Management of severe soft-tissue trauma in the upper extremity – shoulder, upper and lower arm / T. Mittlmeier, B.D. Krapohl, K.D. Schaser / *Oper. Orthop. Traumatol.* – 2010. – V. 22, N 2. – P. 196-211.
180. Mohammad, H. Hadi Nouraei, Alireza Hosseini, Shadi Salek, Farhad Nouraei, and Roya Bina. Median and ulnar nerve injuries; what causes different repair outcomes? *Advanced biomedical research*, 2015; – № 4. – P. 215-224.
181. Mohammad, A.M. Primary and delayed repair and nerve grafting for treatment of cut median and ulnar nerves / A.M. Mohammad, S.P. Jaafar, G.P. Jaafar // *Pakistan Journal of biological sciences.* – 2010. – V. 13, N 6. – P. 287-292.
182. 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.
183. Murovic, J.A. Lower-extremity peripheral nerve injuries: A Louisiana State University Health Sciences Center literature review with comparison of the operative outcomes of 806 Louisiana State University Health Sciences Center sciatic, common peroneal, and tibial nerve lesions / J.A. Murovic // *Neurosurgery.* – 2009. – V. 65. – Suppl. 4. – P. A18-A23.
184. Nerve entrapment: update / D.T. Tang [et al.] // *Plastic and reconstructive surgery.* – 2015. – V. 135, №1. – P. 199-215.
185. Nerve transfers of the forearm and hand: a review of current indications / P. Sassu [et al.] // *Plast Aesthet Res.* - 2015. – N 2. – P. 195-201.
186. Nerve Tubes for the Repair of Traumatic Sensory Nerve Lesions of the Hand: Review and Planning Study for a Randomised Controlled Multicentre Trial / F. Neubrech[et al.] // *Handchir Mikrochir Plast Chir.* – 2016. – V. 48, N 3. – P. 148-154.
187. O'Daly, A. The topographic specificity of muscle reinnervation predicts function / A. O'Daly, C. Rohde, T. Brushart // *Eur J Neurosci.* – 2016. – V. 43, N 3. – P. 443-450.

188. Oezaksar, K. Long-term results of primary repair of combined cuts on the median and ulnar nerves in the forearm / K. Özaksar, H. Günay, L. Küçük // *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* – 2017. – V. 23, N 5. – P. 410-414.
189. Ozdemir, H.M. The results of nerve repair in combined nerve-tendon injuries of the forearm / H.M. Ozdemir, E. Biber, T. Ogun // *Ulus. Trauma. Derg.* – 2004. – V. 10, № 1. – P. 51-56.
190. Pan, C.H. Outcomes of nerve reconstruction for radial nerve injuries based on the level of injury in 244 operative cases / C.H. Pan, D.C. Chuang, A. Rodriguez-Lorenzo // *J. Hand Surg. Eur.* – 2010. – V. 35 (5). – P. 385-391.
191. Patterson, J.M. High Ulnar Nerve Injuries: Nerve Transfers to Restore Function / J.M. Patterson // *Hand Clin.* – 2016. – V. 32, N 2. – P. 219-226.
192. Peripheral nerve injuries: an international survey of current treatments and future perspectives / T. Scholz [et al.] // *J. Reconstr. Microsurg.* – 2009. – V. 25 (6). – P. 339-344.
193. 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.
194. 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, № 4. – P. 227-234.
195. 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.
196. Rasouli, M.R. Civilian traumatic vascular injuries of the upper extremity: report of the Iranian national trauma project / M.R. Rasouli, M. Moini, A. Khaji // *Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 2009. – V. 15, N 6. – P. 389-393.
197. Raza, M.S. Flexor Zone 5 cut injuries: emergency management and outcome / M.S. Raza, S.A. Jaffery, F.A. Khan // *J Coll Physicians Surg Pak.* – 2014. – V. 24, N 3. – P. 194-197.

198. Regenerating axons emerge far proximal to the coaptation site in end-to-side nerve coaptation without a perineurial window using a T-shaped chamber / K. Akeda [et al.] // *Plast. Reconstr. Surg.* – 2006. – V. 117. – P. 1194-1203.
199. Remodeling of motor units after nerve regeneration studied by quantitative electromyography / C. Krarup [et al.] // *Clin Neurophysiol.* – 2016. – V. 127, N 2. – P. 1675-1682.
200. Renner, A. Late results after nerve transplantation on the upper extremities / A. Renner, F. Cserkuti, J. Hankiss // *Handchir. Microchir. Plast. Chir.* – 2004. – V. 36. № 1. – P. 13-18.
201. Repair of complete nerve lacerations at the forearm: An outcome study using Rosen-Lundborg protocol / S.P. Galanacos [et al.] // *Microsurgery.* – 2011. - V. 31, N 4. – P. 253-262.
202. Research progress of microenvironment for treatment of peripheral nerve injuries / D. Yao [et al.] // *Zhongguo, Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* – 2015. – V. 29, N 9. – P. 1167-1172.
203. Roganovic, Z. Missile-caused median nerve injuries: results of 81 repairs / Z. Roganovic // *Surg. Neurol.* – 2005. – V. 63, № 5. – P. 410-418.
204. Roganovic, Z. Missile-caused ulnar nerve injuries: outcomes of 128 repairs / Z. Roganovic // *Neurosurgery.* – 2004. – V. 55, № 5. – P. 1120-1129.
205. Roganovic, Z. Difference in recovery potential of peripheral nerves after graft repairs / Z. Roganovic, G. Pavlic'evic // *Neurosurgery.* – 2006. – V. 59. – P. 621-633.
206. Rosberg, H.E. Injury to the human median and ulnar nerves in the forearm –analysis of costs for treatment and rehabilitation of 69 patients in southern Sweden / H.E. Rosberg, K.S. Carlsson, S. Hojgard // *J. Hand Surgery.* – 2005. – V. 30, № 1. – P. 35-39.
207. Resultats des sutures nerveuses au poignet chez l'enfant. [Results of nerve sutures in the wrist in children] // F.Tomei [et al.] // *Chir. Main.* – 2000. – V. 19, N 1. – P. 23-30.

208. Results of restoration of continuity in peripheral nerves in childhood and adolescence / R. Koller [et al.] // *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* – 1998. – V. 30, N 2. – P. 109-115.
209. Rosen, B. Assessment of functional outcome after nerve repair in a longitudinal cohort / B. Rosen, L.B. Dahlin, G. Lundborg // *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg. Hand. Surg.* – 2000. – V. 34, N 1. – P. 71-78.
210. Rosen, B. A model instrument for the documentation of outcome after nerve repair / B. Rosen, G. Lundborg // *J. Hand. Surg. Am.* – 2000. – V. 25, N 3. – P. 535-543.
211. Rosen, B. The long-term recovery curve in adults after median or ulnar nerve repair: a reference interval / B. Rosen, G. Lundborg // *J. Hand. Surg. Br.* – 2001. – V. 26, N 3. – P. 196-200.
212. Ruijs, A.C. Median and ulnar nerve injuries: a meta-analysis of predictors of motor and sensory recovery after modern microsurgical nerve repair / A.C. Ruijs, J.B. Jaquet, S. Kalmijn // *Plastic and Reconstructive Surgery.* – 2005. – V. 116, № 2. – P. 484-494.
213. Schreuders, T.A. Long-term outcome of muscle strength in ulnar and median nerve injury: comparing manual muscle strength testing, grip and pinch strength dynamometers and a new intrinsic muscle strength dynamometer / T.A. Schreuders, M.E. Roebroek, J.B. Jaquet // *J. Rehabil. Med.* – 2004. – V. 36, № 6. – P. 273-278.
214. Semaya Ahmed. Reconstruction of high ulnar nerve lesions by distal double neurotization using motor and sensory branches from the median nerve / Ahmed Semaya // *The Egyptian Orthopedic Journal.* – 2015. – P. 122-126.
215. 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.
216. Stoll, G. Degeneration and regeneration of the peripheral nervous system: From Augustus Waller observations / G. Stoll, S. Jander, R.R. Myers // *J. Peripheral. Nerv. Syst.* – 2002. – V. 7. – P. 13-27.

217. Stracciolini, A. Musculoskeletal Ultrasound in Treating and Preventing Upper Extremity Injuries in Young Athletes / A. Stracciolini, S.S. Jackson, P. d'Hemecourt // Upper Extremity Injuries in Young Athletes. – Springer, Cham, 2019. – P. 209-230.
218. Sunderland, S. Nerves and Nerve Injuries / S. Sunderland // Churchill. Livingstone. – New York, 1978.
219. Sunderland, S. The anatomy and physiology of nerve and nerve injury / S. Sunderland // Muscle Nerve. – 1990. – V. 13. – P. 771-784.
220. Sunderland, S. The cross-sectional area of peripheral nerve trunks devoted to nerve fibers / S. Sunderland, K. Bradley // Brain. – 1949. – V. 72. – P. 428-439.
221. Surgical anatomy of the axillary nerve branches to the deltoid muscle / S. Leechavengvongs [et al.] // Clinical Anatomy. – 2015. – V. 28, № 1. – P. 118-122.
222. Surgical management and outcome in patients with radial nerve lesions / D.H. Kim [et al.] // J. Neurosurg. – 2001. – V. 95, N 4. – P. 573-583.
223. Surgical outcomes of 654 ulnar nerve lesions / D.H. Kim [et al.] // J. Neurosurg. – 2003. – V. 98. – P. 993–1004.
224. Surgical repair of ulnar nerve lesions caused by gunshot and shrapnel: Results in 407 lesions / H.I. Secer [et al.] // J. Neurosurg. – 2007. – V. 107. – P. 776-783.
225. Taylor, K.S. Cutting your nerve changes your brain / K.S. Taylor, D.J. Anastakis, K.D. Davis // Brain. – 2009. – V. 132. – Pt. 11. – P. 3122-3133.
226. Thomson, J.G. Median and ulnar nerve injuries: A meta-analysis of predictors of motor and sensory recovery after modern microsurgical nerve repair: Discussion / J.G. Thomson // Plastic and Reconstructive Surgery. – 2005. - V. 116, № 2. – P. 495–496.
227. The effect of injury level, associated injuries, the type of nerve repair, and age on the prognosis of patients with median and ulnar nerve injuries / K. Ertem [et al.] // Acta. Orthop. Traumatol. Turc. – 2005. – V. 39. – P. 322-327.

228. The role of nerve allografts and conduits for nerve injuries / Hand. Clin. – 2010. – V. 26, N 3. – P. 435-446.
229. Tinel, J. Le signe du "fourmillement" dans les lesion des nerfs peripheriques / J. Tinel // Presse Med. – 1915. – V. 23. – P. 388-389.
230. Trumble, T.E. Repair of peripheral nerve defects in the upper extremity / T.E. Trumble, W.V. McCallister // Hand. Clin. – 2000. – V. 16, N 1. – P. 37-52.
231. Uestuen, M.E. An alternative method for restoring opposition after median nerve injury: An anatomical feasibility study for the use of neurotisation / M.E. Uestuen, T.C. Oeguen, A.K. Karabulut // J. Anat. – 2001. – V. 198. – P. 635-638.
232. Ultrasonography for nerve compression syndromes of the upper extremity / S.J. Choi [et al.] // Ultrasonography. – 2015. – V. 34, № 4. – P. 275.
233. 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.
234. What is new in peripheral nerve repair? / M.Ch. Bhandari [et al.] // Indian Journal of Neurotrauma. – 2007. – V. 4. № 1. – P. 21-23.
235. Woo, A. Management of ulnar nerve injuries / A. Woo, K. Bakri, S.L. Moran // J Hand Surg Am. - 2015. – V. 40, N 1. – P. 173-181.
236. Yi, S. Scaffolds for peripheral nerve repair and reconstruction / S. Yi, L. Xu, X. Gu // Exp Neurol. – 2018. - 14. - pii: S0014-4886(18)30126-2.
237. Zancolli, E.A. Structural and Dynamic Bases of Hand Surgery, 2 nd ed / E.A. Zancolli // JB Lippincott. – Philadelphia, 1979. – P. 168, 174, 183.
238. Zancolli, E.A. Intrinsic paralysis of the ulnar nerve-physiopathology of the claw hand. In Structural and Dynamic Bases of Hand Surgery, 2 nd ed / E.A. Zancolli // JB Lippincott. – Philadelphia, 1979. – P. 159-206.