

© Группа авторов, 2008

Сочетание микрохирургии и управляемого чрескостного остеосинтеза – новое направление в РНЦ «ВТО»

В.И. Шевцов, М.М. Щудло, Н.А. Щудло, Н.Г. Шихалёва

The combination of microsurgery and controlled transosseous osteosynthesis – a new trend at RISC “RTO”

V.I. Shevtsov, M.M. Chtchoudlo, N.A. Chtchoudlo, N.G. Shikhaleva

Федеральное государственное учреждение

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», г. Курган
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

На основе источников литературы изложены современные представления о роли микрохирургии в восстановительной и реконструктивной хирургии конечностей. Представлен обзор разработок авторов, основанных на сочетании микрохирургии с управляемым чрескостным остеосинтезом: применение эффекта дистракционного гистогенеза для возмещения посттравматических дефектов периферических нервов и гистогенетически обоснованные приёмы микрохирургического шва нерва; оптимизация протокола восстановительной операции и послеоперационного ведения пациентов с глубокими ранениями предплечья; двухэтапная методика остеосинтеза при реплантациях и реваскуляризациях пальцев и фрагментов кисти, отчленившихся высокоскоростными механизмами.

Ключевые слова: микрохирургия, реплантация, реваскуляризация, управляемый чрескостный остеосинтез.

Current ideas of microsurgery role in restorative and reconstructive surgery of limbs are presented on the basis of the data of literature. The review of the authors' developments is given, which are based on combining microsurgery with controlled transosseous osteosynthesis: using the effect of distraction histogenesis for filling posttraumatic defects of peripheral nerves and histogenetically substantiated ways of nerve microsurgical suture; optimization of the protocol of restorative operation and postoperative management of patients with forearm deep injuries; two-stage technique of osteosynthesis for replantations and revascularizations of hand fingers and fragments, separated by high-velocity mechanisms.

Keywords: microsurgery, replantation, revascularization, controlled transosseous osteosynthesis.

Применение в хирургии оптического увеличения и прецизионных инструментов (микрохирургия) имеет длинную историю. Впервые микроскоп использовали при операциях на лабиринте внутреннего уха в 1921 г.; в 50-е годы 20 века микрохирургия внедрена в офтальмологию и нейрохирургию; десятилетием позже получили широкое распространение и признание микрососудистые анастомозы, усовершенствованные пластическую и реплантационную хирургию конечностей [8].

Травмы мышц, сухожилий и костей часто сопровождаются повреждениями сосудисто-нервных пучков. Хирургическое восстановление нервов и артерий не всегда критично для сохранения конечности, но решающим образом определяет функциональный прогноз. Несмотря на то, что в 40-60-е годы 20 века было разработано большое количество аппаратов для сосудистого шва, результаты анастомозирования артерий конечностей диаметром 3 мм и менее без применения микрохирургической техники оставались неудовлетворительными. Использование микроскопа с увеличением от 8 до 25 раз, специально разработанных прецизионных инструментов и ультратонкого шовного материала на

атравматических иглах позволило хирургам анастомозировать сосуды диаметром 1 мм и менее на экспериментальных животных [24]. Это дало возможность осуществить успешную реплантацию конечностей у человека не только на уровне плеча, но также голени, предплечья и даже пальцев.

Документированных случаев приживания пальцев после реплантаций без сосудистых анастомозов не существует [1]. Исключение составляют отчленения на уровне кончиков дистальных фаланг у детей. Первая успешная реплантация пальца, включавшая остеосинтез и анастомозирование одной артерии, проведена в 1968 г. [26]. В настоящее время микрохирурги стремятся к восстановлению максимально возможного количества анатомических структур, поскольку от этого зависит успех приживания и качество функционального восстановления, но наличие пригодных для анастомозирования артерий и вен определяется индивидуальными анатомическими особенностями, а также уровнем и механизмом повреждения. Концепцию превращения разможжённой ампутации в гильотинную широким иссечением повреждённых тканей с последующим использованием сосуди-

стых трансплантатов невозможно реализовать при обширных повреждениях микроциркуляторного русла. По данным В.М. O'Brien, реплантация при гильотинных ампутациях пальцев и кисти приводила к приживлению в 77 % случаев, при разможжённых ампутациях – только в 49 % [32, 33]. Некоторые хирурги добиваются успеха реплантаций и реваскуляризаций в 80-90 % случаев [22, 46]. По мнению J. Chang [19], разница в результатах объясняется тем, что у каждого хирурга свой порог попыток реплантации в зависимости от механизма травмы.

H.G. Buncke et al. [18] на основе микрохирургической техники усовершенствовали предложенную в 1900 г. операцией Nikoladoni – пересадку второго пальца стопы в позицию первого пальца кисти, превратив её в одноэтапную операцию, которая применяется в лечении тяжёлой травмы кисти и по неотложным показаниям, и в отдалённый период. В 60-80-е годы 20 века микрохирургами разных стран было разработано большое количество методов одноэтапной пластики васкуляризованными кожными лоскутами и сложными тканевыми комплексами, включая пересадку суставов и костных трансплантатов на сосудистой ножке. Они позволили существенно улучшить результаты лечения пациентов с открытыми переломами и дефектами, ожогами, опухолями [42]. Изучение внутривольной топографии нервов [41] явилось основанием для внедрения микрохирургии в хирургию периферической нервной системы. Были разработаны операции внутривольного невролиза, фасцикулярного шва, интерфасцикулярной нейропластики, пластики васкуляризо-

ванным нейротрансплантатом, реконструктивные операции на плечевом сплетении [5].

Несмотря на несомненные достижения микрохирургии в травматологии, пластической хирургии и хирургии кисти, остаётся множество нерешённых проблем. После успешных реплантаций и реваскуляризаций у большинства пациентов восстановление объёма движений, силы схватов и чувствительности не превышает 50 % нормы [38, 43, 45], длительное время снижена холодовая толерантность. Многие авторы отмечают улучшение результатов восстановления функции конечностей с внедрением микрохирургии в хирургию нервов, но корректная оценка результатов разочаровывает. Например, при 3-летнем сроке наблюдения установлено, что после эпи-периневрального шва нитями этилон калибра 8/0-10/0 срединного и локтевого нервов, пересечённых в резаных ранах на уровне дистальной трети предплечья, только у 68 % пациентов наблюдалось восстановление двигательной функции до уровня М3 и выше и только у 64 % – восстановление чувствительности до уровня S3 и выше [37]. В разможжённых ранах, а также при сочетании повреждений нервов с переломами костей, повреждениями сосудов и сухожилий ещё более проблематично эффективное лечение и благоприятный функциональный прогноз.

Многолетнее клиническое применение управляемого внеочагового чрескостного остеосинтеза и экспериментально-теоретическое изучение закономерностей управляемых гисто-и органогенезов в РНЦ «ВТО» привело к разработке новых методик лечения повреждений конечностей.

УПРАВЛЯЕМЫЙ ЧРЕСКОСТНЫЙ ОСТЕОСИНТЕЗ И МИКРОХИРУРГИЯ В ЛЕЧЕНИИ ТРАВМАТИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ НЕРВОВ

Давно известны такие меры преодоления диастаза между концами повреждённого нерва как его мобилизация на протяжении, иммобилизация смежных суставов в вынужденном положении, укорочение кости [10, 34, 39]. С помощью комбинации этих приёмов технически устраняемы диастазы до 8-11 см и более. По данным J.W. Smith [40], для преодоления диастазов более 5 см требуется мобилизация отрезков нерва на протяжении 10 см и более; после таких операций восстановление функции не наступает; последующая ревизия выявляет ишемический некроз, расхождение концов нерва и фиброз. Транспозиция, мобилизация нерва, иммобилизация суставов позволяет уложить нерв по более короткому пути, но не позволяет восстановить длину нерва, необходимую для движений в суставах. При некоторых локализациях повреждений – например, пальцевых нервов и нервов дистальных отделов конечностей – даже небольшие дефекты представляют собой проблему

[25], так как соединение конец в конец без натяжения труднодостижимо.

Трансплантация снимает проблему натяжения зоны шва. H. Millesi [30] предложил метод интерфасцикулярной аутопластики (в дефект нервного ствола вшиваются отрезки кожных нервов индивидуально к соответствующим пучкам проксимальной и дистальной культи с использованием микрохирургической техники и полным исключением натяжения), который на протяжении многих лет служит методом выбора. При его экспериментальной проверке [47] установлено, что дистальная зона швов является значимым препятствием для регенерирующих аксонов – поэтому у кроликов при длине трансплантата всего 2 см даже через 2 года после операции нерв восстанавливает свои структурно-функциональные характеристики только на 70 %. M.S. Moneim et al. [31] изучали отдалённые результаты в клинике: удовлетворительное и хорошее восстановление двигательной функции кисти после интерфасцику-

лярной пластики срединного нерва отмечали у 38 % пациентов, а после пластики локтевого нерва – только у 17 %.

И.Г. Гришин [4], проанализировав результаты более 500 операций на нервах, пришёл к выводу, что дальнейшее совершенствование нейропластики бесперспективно и необходима разработка новых способов шва конец в конец. Разработанные в РНЦ «ВТО» альтернативные подходы к проблеме хирургического лечения травм нервов и их последствий основаны на эффекте Г.А. Илизарова (диплом № 355 СССР) – общебиологическом свойстве тканей отвечать на дозированное растяжение ростом и регенерацией и, кроме того, включают морфологически обоснованные щадящие микрохирургические приёмы операций на нервных стволах, которые предусматривают оптимальные условия сопоставления гистогенетически однородных тканей.

Выполненные в РНЦ «ВТО» морфологические исследования изменений оболочек и проводниковой части нервов в процессе удлинения конечности экспериментальных животных показали, что "в оболочках нервов удлиняемой конечности взрослых животных происходит рекapитуляция целого ряда морфологических признаков, характерных для тканей, развивающихся в пре- и постнатальном периодах онтогенеза" [6]; дробные и высокодробные режимы distraction обеспечивают сохранение ультраструктуры нервных волокон, активируют биосинтетические и пролиферативные процессы в периферической глии, поддерживающие вставочный рост [7]. Изучение возможностей применения distraction по Г.А. Илизарову в восстановительной хирургии нервов начато в РНЦ «ВТО» в 1979 г. В ходе фундаментальных исследований влияния дозированного растяжения на повреждённый регенерирующий нерв было установлено пролонгированное стимулирующее влияние distraction на аксоногенез (ускорение элонгации и радиального роста аксонов) и удлинение интернодальных сегментов миелинизирующихся регенерирующих волокон. Научная обоснованность применения дозированного растяжения для удлинения повреждённого регенерирующего нерва подтверждается независимыми исследованиями механизмов нейритогенеза в культурах *in vitro*. По мнению авторов, конусы роста аксонов являются слабыми «тракторами», поскольку развивают незначительное натяжение и не позволяют реализовать потенциал аксонов к элонгации [28]; для эффективной элонгации требуется воздействие внешних механических растягивающих усилий – создаваемых искусственно либо зонами роста костей, как это происходит в организме растущих животных [35].

Прикладные аспекты проведённых в РНЦ «ВТО» исследований эффектов дозированного растяжения на регенерирующий нерв включают

разработку: distractionных способов возмещения дефектов нервов при сочетании повреждений нервов и костей; способа возмещения дефекта нерва контролируемым изменением положения в смежных суставах; способа удлинения повреждённого нерва тракцией за концы с последующим выполнением отсроченного шва; вариантов применения поперечной тракции для возмещения дефектов нервов [14], а также сравнение эффективности distractionных методов с результатами аутонейропластики.

Наши данные о более высокой результативности способов продольной тракции при возмещения дефектов нерва в сравнении с аутонейропластикой подтверждены в экспериментах других авторов на аналогичных моделях и на разных видах животных.

Рациональность применения поперечной тракции для возмещения дефектов нервных стволов ставится под сомнение, поскольку в опытах с кожными экспандерами получены признаки ишемической нейропатии. На наш взгляд, это связано с тем, что не учитывается важность принципа дробной дозированной однонаправленной тракции в условиях стабильной фиксации, разработанного Г.А. Илизаровым, не только для distractionного остеогенеза, но и при возмещении дефектов мягкотканых органов. При нарушении этого принципа невозможно сохранение и структурно-функциональная адаптация васкуляризации удлиняемого нерва.

Разработанные в эксперименте способы возмещения дефектов нервов более эффективны по сравнению с аутонейропластикой, поскольку обеспечивают возможность микрохирургического восстановления нервов и артерий по принципу «конец в конец» с применением ультратонкого шовного материала, что улучшает условия регенерации. Следует подчеркнуть, что применение оптики и микрошвов само по себе гарантирует точность сопоставления концов нерва [17]. С внедрением микрохирургической техники для соединения концов пересечённого нерва стали применять не только эпинеуральный, но также эпи-перинеуральный либо перинеуральный (фасцикулярный) шов. Для выполнения перинеурального шва необходимо расщепить наружный эпинеурий и рыхлую соединительнотканную клетчатку между пучками, которую называют внутренним эпиневрием. Вмешательства на внутренних структурах нерва оправданы не всегда. К.А. Григорович [3], R.M. Braun [16] и M.E. Jabaley [23] при повторных операциях отмечали нарушение кровообращения разделённых пучков нервных волокон. После распучковывания нерва его внутриванальная топография разрушается, имbibированные кровью разделённые пучки ложатся веерообразно, становится невозможной их анатомическая идентификация.

В РНЦ "ВТО" разработана методика сопоставления концов нерва, включающая комбинацию трансневрального межпучкового шва с эпиневральными и эпи-периневральными швами. Она предусматривает обеспечение условий регенерации периневрия. Почему периневрий не регенерирует после эпиневральной или межфасцикулярной нейрорафии по Миллези? Отсепаровывание или рассечение эпиневрального периневрия лишает периневрий, который не имеет собственных сосудов, источника питания. Эпиневральный шов не позволяет точно сопоставить фасцикулы, поэтому в диастазе между торцами пучков нервных волокон скапливается кровь; на месте гематомы развивается фиброзный рубец. Обе эти методики, как показали наши исследования, не устраняют выворот периневрия, который возникает при перерезке нерва или освежении его концов любым режущим инструментом, потому что периневральные клетки связаны полудесмосомами с коллагеновым каркасом периневрия, спирально извитые волокна которого в целом нерве находятся в упруго растянутом состоянии, а при перерезке сокращаются.

Мы разработали ряд технических приемов, обеспечивающих условия для регенерации периневрия после нейрорафии. Перед освежением концов поврежденного нерва циркулярно рассекаем эпи- и периневрий микрохирургическим ультразвуковым скальпелем по намеченной линии резекции. Этот прием предотвращает кровотечение из эпиневральных сосудов и выворот периневрия за счёт ультразвуковой сварки края рассечённого эпиневрального периневрия с подлежащим периневрием. Для коаптации концов пересечённого нерва применяем межпучковый трансневральный шов, который обеспечивает плазматическое склеивание торцов крупных фасцикул, расположенных в центре ствола, и оптимальные ус-

ловия для проведения дефинитивных эпипериневральных швов по его периметру. Как правило, при правильном проведении и затягивании такого шва происходит естественное плазматическое склеивание сопоставленных поверхностей – срезов нерва, которое предотвращает заполнение диастаза между пучками нервных волокон сгустком крови. В некоторых случаях затягивание такого шва позволяет устранить выворот периневрия без предварительной ультразвуковой обработки эпиневрального периневрия. В результате применения указанных технических приемов гистологически доказано восстановление целостности периневрия. По мнению некоторых авторов [21], именно периневральные клетки препятствуют проникновению грануляций и интрапериневральному рубцеванию в зонах повреждения оболочек нервного ствола, что согласуется с результатами наших опытов. Следует учитывать, что периневральные клетки имеют нейроэктодермальное происхождение [12, 13] и, соответственно, специфический иммунофенотип – в частности, экспрессируют эпителиальный мембранный антиген [11, 36]. Поэтому так своеобразны их реактивные свойства [9] и назначение – формирование морфологического субстрата нейро-десмального барьера периферических нервов. Репарация периневрия, которая у собак происходит к 9-14-му дню после операции, надёжно профилаксирует несостоятельность швов в опытах с применением distractionного остеосинтеза или дозированного разгибания смежного сустава в аппарате.

С 2001 г. в РНЦ «ВТО» появилось необходимое оснащение для микрохирургических операций в клинике. Прооперировано более 70 пациентов с повреждениями нервов, артерий и сухожилий предплечья и кисти, проведены реваскуляризации и реплантации более 40 пальцев.

ЧРЕСКОСТНЫЙ ОСТЕОСИНТЕЗ И МИКРОХИРУРГИЯ В ЛЕЧЕНИИ ГЛУБОКИХ РАНЕНИЙ ПРЕДПЛЕЧЬЯ

В последние годы отмечен прирост частоты глубоких ранений запястья и предплечья, которые характеризуются множественностью повреждений функционально важных структур, что создаёт большой объём и сложности восстановительной операции даже для опытного хирурга. По данным А.М. Волковой [2], повреждения сухожилий сгибателей на уровне от кистевого сустава до перехода сухожилий в мышцы на предплечье бывают множественными в 98,2 % случаев; в 97,9 % они сочетаются с повреждениями срединного и локтевого нервов, а в 28 % – с повреждением артерий предплечья. По нашим данным, в 60 % случаев имеет место повреждение всех сухожилий сгибателей, срединного и локтевого нервов, а также локтевой артерии. В некоторых случаях повреждение может квалифицироваться как неполная ампутация предплечья, так

как наряду с полным пересечением структур ладонной стороны имеет место повреждение костей и сухожилий-разгибателей.

Многие проблемы лечения данной группы пациентов не решены вплоть до настоящего времени: 1) качество иммобилизации – традиционно принятая фиксация конечности после восстановления поврежденных структур гипсовой лонгетой не исключает высокого риска прорезывания ультратонких швов нервов, сосудов уже на операционном столе или при неосторожных движениях во время перевязок; 2) оптимизация протокола восстановительной операции на множестве повреждённых структур (рациональная последовательность оперативных приёмов, оптимальная для заживления и регенерации техника шва, выбор адекватного шовного материала).

При ранениях II и III степеней тяжести по классификации А. Kumar-Kempelingaiyah et al. [27] мы использовали аппарат Илизарова с целью фиксации положения сгибания в лучезапястном суставе и его последующего дозированного разгибания. Операцию выполняли согласно разработанному алгоритму: 1) первичная хирургическая обработка; 2) идентификация поврежденных сухожилий и мышц, наложение внутривенных швов на их концы, маркировка сосудисто-нервных пучков, временное ушивание раны; 3) наложение аппарата Илизарова на предплечье и кисть; 4) сближение концов повреждённых сухожилий и мышц натягиванием внутривенных швов с последующей герметизацией эпитеиной и эпимизия; 5) микрохирургический этап – восстановление сосудисто-нервных пучков; 6) окончательное послойное ушивание раны. После операции проводили регулярные перевязки, медикаментозную и ГБО-терапию, курсы электростимуляции. Через 3-4 недели начинали дозированное разгибание в лучезапястном суставе. Для этого устанавлива-

ли шарнирные узлы в проекции шиловидных отростков костей предплечья. Изменение положения в суставе проводили в 4-5 приемов до достижения разгибания 20°. Затем аппарат демонтировали, спицы удаляли и назначали курсы ЛФК, физиотерапии, массажа.

При выполнении восстановительной операции с применением чрескостной фиксации лучезапястного сустава аппаратом Илизарова в первые 3 суток после травмы у всех пациентов с повреждениями артерий предплечья документирована проходимость сосудистых анастомозов. Несмотря на значительную долю ранений III степени тяжести, у большинства пациентов достигнута практически полное восстановление движений в течение 6 месяцев после операции. Качественная иммобилизация кисти до выполнения сухожильных швов и восстановления сосудисто-нервных пучков, а также возможность управляемого дозированного разгибания в суставах конечности в послеоперационном периоде создаёт оптимальные условия для репарации повреждённых структур.

ЧРЕСКОСТНЫЙ ОСТЕОСИНТЕЗ И МИКРОХИРУРГИЯ В ЛЕЧЕНИИ ТЯЖЁЛОЙ ТРАВМЫ КИСТИ

Несмотря на то, что реплантация пальцев и частей кисти на сегодняшний день считается тривиальной операцией для отделений микрохирургии и хирургии кисти, многие проблемы лечения таких пациентов далеки от разрешения. В последние годы значительно возрастает частота повреждений дерево-металлообрабатывающими станками. Раны и отчленения пальцев и фрагментов кисти, нанесённые этими механизмами, никогда не имеют характера резаных [15], что определяет неблагоприятный прогноз реплантаций и реваскуляризации. После успешных реплантаций и реваскуляризирующих операций даже в передовых клиниках мира с очень высоким уровнем подготовки микрохирургов и реабилитологов, к сожалению, обычно недостаточное восстановление чувствительности, замедленное костное сращение и ограничение объёма движений в суставах. На наш взгляд, коренной причиной всех этих проблем является хроническая артериальная недостаточность, вызванная стенозом ремоделированием анастомозированных артерий. Н.Е. Kleinert в 1969 г. [цит. по 42] показал, что при анастомозировании 69 пальцевых артерий человека ему удалось добиться удовлетворительных результатов проходимости в отдалённый период лишь в 31 случае. Анастомозирование артерий предплечья приводит к восстановлению их проходимости в 75 % случаев [20].

Многочисленные исследования структурной реорганизации сосудов при разных видах травм и реконструктивных операций показали, что универсальной реакцией сосудов на поврежде-

ние является интимальная гиперплазия. Были подробно изучены её главные патофизиологические триггеры: повреждение эндотелия, взаимодействие с элементами циркулирующей крови, состояние гемодинамики. Стратегии профилактики интимальной гиперплазии включают щадящую технику операций, запрещение курения, диету с исключением жирных кислот, комплексную фармакотерапию, применение облучения, иммунной и генной терапии, а также механический способ адаптации вены к артериальной циркуляции – поддержка внешним биодеградируемым протезом [44]. В то же время известно, что в условиях повышенного кровотока артерия подвергается адаптивной дилатации [29]; повышение деформации сдвига сосудистой стенки приводит к снижению пролиферативной активности гладкомышечных клеток и уменьшению неоинтимального утолщения.

Многочисленные исследования, проведённые в РНЦ «ВТО», свидетельствуют, что в условиях чрескостного остеосинтеза по Г.А. Илизарову создаются условия для стойкого повышения магистрального и регионарного кровотока. В частности, проведённые нами эксперименты с моделированием костно-сосудистой травмы у собак, позволили установить, что в условиях чрескостного остеосинтеза примерно у 50 % животных объёмная скорость кровотока в артериях конечностей возрастает в 2-3 раза. Субэндотелиальная гиперплазия в анастомозированных артериях таких собак не вызывала значимого для гемодинамики стенозирования просвета даже в участках тотальной дезэндотелизации.

Наиболее распространенные способы фиксации реплантатов – металлоостесинтез одной диафиксирующей спицей или перекрестно проведенными двумя спицами Киришнера – не влияют на характер регионарной гемодинамики и не исключают микроподвижности на стыке реплантата с культёй. С целью оптимизации протокола реплантаций и реваскуляризаций пальцев нами разработана двухэтапная методика остеосинтеза. На первом этапе операции фиксация костных фрагментов осуществляется одной или двумя спицами Киришнера, а по окончании реплантации проводится остеосинтез миниаппаратом Илизарова.

Традиционная методика остеосинтеза спицами позволяет фиксировать реплантируемый сегмент, не закрывая доступ к структурам ладонной и тыльной стороны пальца, но нередко возникают трудности обеспечения контакта между сопоставляемыми костными фрагментами и устранения микроподвижности в зоне стыка. Поэтому в большинстве случаев мы использовали остеосинтез спицами как временный способ фиксации. В качестве конечного этапа реплантации у большинства пациентов проводили окончательный остеосинтез миниаппаратом Илизарова по стандартной методике. Исключе-

ние из этого правила – мелкие фрагменты. Продолжительность остеосинтеза миниаппаратом Илизарова составляла 10-20 минут на каждый луч или палец. Миниаппарат позволял ликвидировать остаточный диастаз между костными фрагментами, приводя их в положение контакта плавным сближением фиксационных узлов. Их закрепление на общем резьбовом стержне исключало ротационные и другие смещения. После остеосинтеза миниаппаратом в большинстве случаев отмечались клинические признаки улучшения состояния реплантата.

В послеоперационном периоде у пациентов, оперированных с применением миниаппарата, были менее выражены острые нарушения артериального и венозного кровотока по сравнению с пациентами, оперированными традиционным методом, что подтверждалось данными дополнительных методов обследования. Пациенты с миниаппаратами приступали раньше к занятиям лечебной физкультурой, что необходимо для восстановления функции сухожилий и объёма движений в суставах. Процент приживления после реплантаций и реваскуляризаций, проведенных с применением миниаппарата, выше, чем в группе с традиционными методиками фиксации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сочетание микрохирургии и управляемого чрескостного остеосинтеза создаёт качественно новое направление восстановительной хирур-

гии, расширяет возможности и повышает эффективность лечения травм конечностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов, А. Е. Пластическая, реконструктивная и эстетическая хирургия / А. Е. Белоусов. – СПб. : Гиппократ, 1998. - С. 153.
2. Волкова, А. М. Восстановительная хирургия кисти при сочетанных повреждениях сухожилий и нервов : автореф. дис...д-ра мед. наук / А. М. Волкова. - М., 1978. - 40 с.
3. Григорович, К. А. Хирургическое лечение поврежденных нервов / К. А. Григорович. - Л. : Медицина, 1981. - 302 с.
4. Гришин, И. Г. Микрохирургия в травматологии и ортопедии : достижения, нерешенные вопросы и перспективы / И. Г. Гришин // *Анналы травматол. и ортопед.* – 1993. - № 1. - С. 23-28.
5. Дольницкий, О. В. Атлас микрохирургических операций на нервах : практ. рук. / О. В. Дольницкий, Ю. О. Дольницкий. – Киев : Выща школа, 1991. – 182 с.
6. Рекапитуляция признаков онтогенетического роста в оболочках нервных стволов при экспериментальном удлинении конечности у взрослых собак / Г. А. Илизаров [и др.] // *Проблемы чрескостного остеосинтеза в ортопедии и травматологии : Закономерности регенерации и роста тканей под влиянием напряжения растяжения* : сб. науч. тр. КНИИЭКОТ. - Курган, 1982. - Вып. 8. - С. 72-79.
7. Значение ритма distraction для реализации «эффекта Илизарова» в нервах удлиняемого сегмента конечности / Г. А. Илизаров [и др.] // *Гений ортопедии.* - 1995. - № 1. - С. 12-18.
8. Клиническая микронейрохирургия : пер. с англ. / под ред. В. Т. Кооса, Ф. В. Бёка, Р. Ф. Спетслера. – М. : Медицина, 1980. – 312 с.
9. Реактивные свойства эпи- и периневрия и экспериментально-морфологическое обоснование техники шва нервов / В. Л. Коваленко [и др.] // *Бюл. эксперимент. биологии и медицины.* - 2000. - Т. 130, № 8. - С. 211-215.
10. Рихтер, Г. А. Методика замещения больших дефектов стволов нерва / Г. А. Рихтер // *Опыт советской медицины в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.* - М. : Медгиз, 1952. - Т. 20. - С. 291-313.
11. Смирнов, А. В. Злокачественные опухоли оболочек периферических нервов с клеточным иммунофенотипом периневральных клеток (периневральная саркома?) / А. В. Смирнов, И. Н. Соколова // *Архив патологии.* - 1995. - Т. 57, № 5. - С. 14-20.
12. Chtchoudlo, M. El epitelio perineural, su característica y posición en el sistema de los tejidos / M. Chtchoudlo // *II seminario científico. Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Universidad de la Habana, 9-12 Diciembre 1969 : extractos de comunicaciones.* – Habana, 1969. - P. 107.
13. Щудло, М. М. Дифференцировка клеток периневрального эпителия в процессе развития периферических нервов / М. М. Щудло, Н. Д. Зайцев, В. В. Злотникова // *Дифференцировка клеток в гисто- и органогенезах : материалы III Всесоюз. симпозиума.* - Киев, 1975. - С. 186-190.
14. Щудло, Н. А. Метод дозированного растяжения тканей в проблеме возмещения дефектов нервных стволов (результаты экспериментальных исследований, нерешенные проблемы и перспективы) / Н. А. Щудло, М. М. Щудло // *Гений ортопедии.* - 1998. - № 4. - С. 52-58.

15. Bonte, W. Accidental circular saw injuries / W. Bonte, R. Goldberg // *Z. Rechtsmed.* - 1982. - Vol. 89, No 3. - P. 173-180.
16. Braun, R. M. Epineurial Nerve Suture / R. M. Braun // *Clin. Orthop. Relat. Res.* - 1983. - Vol. 163, No 3. - P. 50-56.
17. Brushart, T. M. Epineurial vs Perineural Repair : Symposium "Peripheral Nerve Surgery Today", Vienna, Austria. November 23-26, 1991. Part 2. / T. M. Brushart // *J. Reconstr. Microsurg.* - 1994. - Vol. 10, No 2. - P. 128.
18. Buncke, H. J. Immediate Nicoladoni Procedure in the Rhesus Monkey, or Hallux-to-hand Transplantation, Utilising Microminiature Vascular Anastomoses / H. J. Buncke, C. M. Buncke, W. P. Schulz // *Brit. J. Plast. Surg.* - 1966. - Vol. 19. - P. 332.
19. Chang, J. Twelve simple maneuvers to optimize digital replantation and revascularization / J. Chang // *Techniques in hand and upper extremity surgery.* - 2004. - Vol. 6, No 3. - P. 101-106.
20. Results after repair of traumatic arterial damage in the forearm / N. Daoutis [et al.] // *Microsurgery.* - 1992. - Vol. 13. - P. 175-177.
21. Regeneracion del tronco nervioso periferico. Estudio experimental / E. L. Diaz [et al.] // *Rev. esp. cir. osteoartritic.* - 1990. - Vol. 25, No 146. - P. 79-88.
22. Isenberg, J. S. Flying solo: a single year-single surgeon community hospital replantaion/revascularization experience / J. S. Isenberg // *J. Reconstr. Microsurg.* - 2002. - Vol. 18, No 6. - P. 483-486.
23. Jabaley, M. E. Technical aspects of peripheral nerve repair / M. E. Jabaley // *J. Hand Surg.* - 1984. - Vol. 9-B, No 1. - P. 14-19.
24. Jacobson, J. H. Microsurgery in Anastomosis of Small Vessels / J. H. Jacobson, E. L. Suarez // *Surgical Forum.* - 1960. - Vol. 11. - P. 243.
25. Kafritsas, D. End-to-end nerve suturing using PDS microbands : symposium "Peripheral Nerve Surgery Today", Vienna, Austria. November 23-26, 1991. Part 2 / D. Kafritsas, E. Ennerst, H. P. Richter // *J. Reconstr. Microsurg.* - 1994. - Vol. 10, No 2. - P. 129.
26. Komatsu, S. Successful Replantaion of a Completely Cut-off Thumb / S. Komatsu, S. Tamai // *Plast. Reconstr. Surg.* - 1968. - Vol. 42. - P. 374.
27. Kumar-Kempelingiaiah, A. Epidemiology and Classification of Extensive Volar Wrist Lacerations : The "Spaghetti Wrist" / A. Kumar-Kempelingiaiah, V. Naraynsingh, A. Terry // *Internet J. Third World Medicine.* - <http://www.ispub.com/ostia/index.php?xmlFilePath=journals/ijtwm/vol1n2/wrist.xml>
28. Lamoureux, P. Axonal outgrowth of cultured neurons is not limited by growth cone competition / P. Lamoureux, R. E. Buxbaum, S. R. Heidemann // *J. Cell Science.* - 1998. - Vol. 111, No 21. - P. 3245-3252.
29. Adaptive remodeling of internal elastic lamina and endothelial lining during flow-induced arterial enlargement / H. Masuda [et al.] // *Arterioscler Thromb Vasc. Biol.* - 1999. - Vol. 19, No 10. - P. 2298-2307.
30. Millesi, H. Microsurgery of Peripheral Nerve / H. Millesi // *Hand.* - 1973. - Vol. 5, No 2. - P. 157-162.
31. Moneim, M. S. Long term results following nerve repair and grafting / M. S. Moneim, G. E. Omer Jr., G. Rayan // *Acta Orthop. Traumatol. Hellenica.* - 1999. - Vol. 50. - P. 94-103.
32. O'Brien, B. M. Replantaion surgery / B. M. O'Brien // *Clin. Plast. Surg.* - 1974. - Vol. 1, No 3. - P. 405-426.
33. O'Brien, B. M. Digital reattachment and revascularization / B. M. O'Brien, G. D. Miller // *J. Bone Joint Surg.* 1973. - Vol. 55-A, No 4. - P. 714-724.
34. Payne, S. H. Nerve Repair and Grafting in the Upper Extremity / S. H. Payne // *J. South. Orthop. Ass.* - 2001. - Vol. 10, No 3. - P. 173-190.
35. Extreme stretch growth of integrated axons / B. J. Pfister [et al.] // *J. Neuroscience.* - 2004. - Vol. 24, No 36. - P. 7978-7983.
36. Malignant peripheral nerve sheath tumor with perineurial differentiation : 'malignant perineurioma' / A. S. Rosenberg [et al.] // *J. Cutan. Pathol.* - 2002. - Vol. 29, No 6. - P. 362-367.
37. Saur, K. Results of reinnervation after peripheral nerve repair by a microsurgical technique used in 1996-1998 / K. Saur, R. Bartos, M. Sames // *Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cech.* - 2004. - Vol. 71, No 5. - P. 297-302.
38. Scott, F. A. Recovery of function following replantaion and revascularization of amputated hand parts / F. A. Scott, J. W. Howar, J. J. Boswick // *J. Trauma.* - 1981. - Vol. 21, No 3. - P. 204-214.
39. Seddon, H. J. Surgical Disorders of the Peripheral Nerves / H. J. Seddon. - New York : Churchill-Livingstone, 1975. - 336 p.
40. Smith, J. W. Microsurgery of peripheral nerves / J. W. Smith // *Plast. Reconstr. Surg.* - 1964. - Vol. 33. - P. 317-329.
41. Sunderland, S. Funicular suture and funicular exclusion in the repair of severed nerves / S. Sunderland // *Br. J. Surg.* - 1953. - Vol. 40. - P. 580-587.
42. Microvascular surgery in orthopaedics and traumatology / S. Tamai [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* - 1972. - Vol. 54-B, No 4. - P. 637-647.
43. Replantaion and revascularization of hands : clinical analysis and functional results of 261 cases / K. C. Tark [et al.] // *J. Hand Surg.* - 1989. - Vol. 14-A, No 1. - P. 17-27.
44. CHAPTER 2. An Englishman in New York ; Pathobiology of intimal hyperplasia. A review / G.-J. Toes [et al.]. - <http://www.ub.rug.nl/eldoc/dis/medicine/g.j.toes/c2.pdf>.
45. Replantaion in the mutilated hand / B. J. Wilhelmi [et al.] // *Hand Clin.* - 2003. - Vol. 19, No 1. - P. 89-120.
46. Zhang, W. D. Five year digital replantaion series from the frigid zone of China / W. D. Zhang, G. H. Zhou, H. R. Zhao // *Microsurgery.* - 1993. - Vol. 14. - P. 384-387.
47. Yamano, Y. Experimental study of interfascicular grafts in the peroneal nerve of the rabbit / Y. Yamano // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* - 1981. - Vol. 99, No 2. - P. 97-103.

Рукопись поступила 01.12.08.