

УДК 615.472.4:616.16-089

**РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТА
ДЛЯ МИКРОСОСУДИСТОЙ ХИРУРГИИ****Щудло Н.А., Щудло М.М., Щурова Е.Н.***ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия»
им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава РФ, Курган, e-mail: nshchudlo@mail.ru*

С целью рационализации инструментального обеспечения микрохирургических операций изготовлены ультратонкие крючки (диаметр рабочей части 0,05 мм), проведена доводка серийных микрохирургических пинцетов (диаметр рабочей части исходного изделия 0,3 мм, полученного утонченного пинцета – 0,1 мм). Инструменты апробировали в опытах на 24 крысах с перерезкой и анастомозированием бедренной артерии диаметром от 0,5 до 0,7 мм. Оценена проходимость анастомозов в первые 20 минут и через 1 месяц после операции с применением клинических тестов и лазерной доплеровской флоуметрии. Сопоставление полученных результатов с известными литературными данными о проходимости анастомозированных бедренных артерий крыс свидетельствуют о прецизионности разработанных инструментов.

Ключевые слова: супермикрохирургия, инструменты, микрососудистый анастомоз, флоуметрия**RATIONALIZATION OF THE INSTRUMENTS FOR MICROVASCULAR SURGERY****Shchudlo N.A., Shchudlo M.M., Shchurova E.N.***FSBI «Russian Ilizarov Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopaedics”» (RISC RTO)
of the RF Ministry of Health, Kurgan, e-mail: nshchudlo@mail.ru*

In order to rationalize the microsurgical operations instrumental support the ultrathin hooks (the working part – 0.05 mm in diameter) were customized and the serial microsurgical forceps were adjusted (the working part diameter of the original forceps – 0.3 mm, of the refined – 0.1 mm). The instruments were tested in 24 experiments for dissection and anastomosis of rats arteries with 0.5-0.7 mm external diameter. The patency of repaired vessels was assessed with clinical tests and laser Doppler flowmetry in the first 20 minutes and in 1 month after surgery. Comparison of the obtained results with published data on the rat femoral arteries anastomoses patency indicates well precision of designed tools.

Keywords: supermicrosurgery, instruments, microvascular anastomosis, flowmetry

Термин «микрососудистая хирургия» введён J.H. Jacobson & E.L. Suarez [5]. Применяя микроскоп, прецизионные инструменты и ультратонкий шовный материал, авторы добились стопроцентной проходимости анастомозов артерий с наружным диаметром от 1,4 до 3,2 мм в опытах на лабораторных животных. Внедрение микрососудистой хирургии в клинику существенно расширило возможности реконструктивно-восстановительной и пластической хирургии.

В последние годы получает распространение супермикрохирургия – техника диссекции и анастомозирования сосудов с наружным диаметром от 0,5 до 0,8 мм [6], которая требует специального оснащения: шовного материала калибра 12-0 и ультратонких пинцетов с диаметром рабочей части 0,1 мм [9]. Области её применения – лимфатико-венулярные анастомозы в лечении лимфедемы, реплантации у детей и взрослых при отчленении пальцев на уровне дистальных и средних фаланг, лоскуты на кожно-мышечных перфорантах. Распространённость перфорантов обеспечивает широкий выбор лоскутов, а малый диаметр исключает связанные с иссечением крупных сосудов осложнения.

Разнообразные инструменты для микрохирургии выпускаются в странах Европы, в США, Японии и России, однако оснащение микрохирургических операций составляет значительную проблему для многих учреждений. Общеизвестны высокая стоимость этих инструментов и быстрая утрата прецизионных качеств – иногда при однократном использовании [2], поэтому предложены специальные приёмы их реставрации, включающие тонкую ручную шлифовку. В доступной литературе мы не встретили данных о применении аналогичного подхода для получения инструментов для супермикрохирургии.

Цель исследования – рационализация и доклинические испытания утонченных инструментов для микрососудистой хирургии.

Материалы и методы исследования

На первом этапе исследования созданы ультратонкие инструменты двух типов.

1. Пинцеты для супермикрохирургии с диаметром рабочей части 0,1 мм. Исходные изделия – повреждённые и вышедшие из употребления пинцеты для микрохирургии фирмы Aescular и Казанского завода «Мединструмент», имеющие диаметр рабочей части 0,3 мм. Ультратонкие пинцеты получены доводкой тонким ручным шлифованием на мокром

природном точильном камне (зелёный карбид кремния) с применением оптического увеличения бинокулярного микроскопа МБС-10. Одна из сторон камня отполирована на зеркале.

2. Микрохирургические крючки-дилататоры с диаметром рабочей части 0,05 и 0,75 мм. Исходное изделие (заготовка) – микрохирургические иглы фирмы Ethicon соответствующего диаметра. Гибка рабочей части крючка и её пайка к рукоятке осуществлялась также с применением оптического увеличения.

На втором этапе проведены опыты на 24 крысах линии Вистар обоего пола в возрасте от 8 до 12 месяцев. Животные содержались в виварии, оперативные вмешательства и эктаназию осуществляли в соответствии с требованиями Министерства здравоохранения Российской Федерации к работе экспериментально-биологических клиник, а также «Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей».

Крыс оперировали в асептических условиях операционной под общей анестезией, которая достигалась внутримышечным введением гидрохлорида ксилазина (0,8 мг на 100 г веса тела) и тилетамина/золазепам (0,4 мг/100 г). С использованием восьмикратного увеличения операционного микроскопа (ОРМІ-6, Германия) осуществляли доступ к общему бедренному сосудисто-нервному пучку проксимальнее trifurкации бедренной артерии. Бедренную артерию выделяли из окружающих тканей на протяжении 1–2 см, измеряли её наружный диаметр с помощью тарированной клипсы, пережимали на двух уровнях сдвоенной клипсой и пересекали прямыми микроножницами. Концы артерии орошали тёплым физиологическим раствором с добавлением гепарина (10000 ед. на 100 мл). С помощью утончённого пинцета и специально изготовленного микрокрючка с диаметром рабочей части 0,05 мм визуализировали просвет артерии, аккуратно сдвигая адвентицию и мышечную оболочку артерии с каждого из её концов. Верифицировали измерение наружного диаметра с помощью картонной шкалы с ценой деления 0,125 мм.

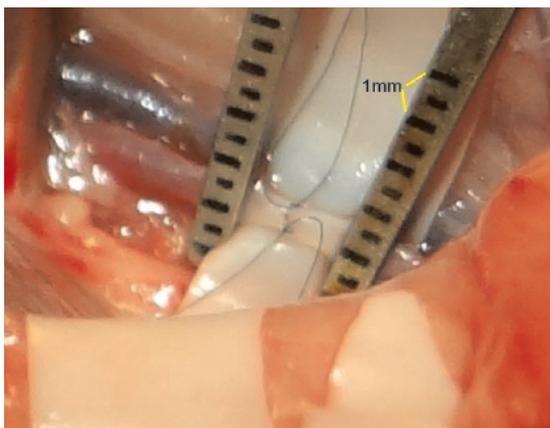


Рис. 1. Этап микрососудистого анастомоза. Соединение концов клипированной артерии установочными швами. Цена деления клипсы 0,5 мм. Фото в режиме макросъёмки

Затем концы артерии анастомозировали с помощью отдельных узловых либо непрерывных швов. Для установочных швов использовали нити 10-0, для остальных 11-0 на атравматических иглах

(фирма Ethicon, диаметр игл 75 и 50 мкм). Следует отметить, что швы 11-0 имеют такой же диаметр иглы, как рекомендуемый японскими авторами материал для супермикрохирургии 12-0. После первого затягивания первого установочного шва переходили на 16–20-кратное увеличение операционного микроскопа. Развороты сосуда осуществляли с помощью держалочных швов, а не клипс. Включение кровотока осуществляли путём поочерёдного снятия клипс (вначале дистальной, затем проксимальной).

Оценка герметичности анастомоза. Методом экспертных оценок в баллах оценивали выраженность кровотечения из межшовных промежутков: 0 баллов – кровотечения из межшовных промежутков нет; 1 балл – кровотечение останавливается спонтанно в течение минуты; 2 балла – кровотечение останавливается после прижатия тупфером в течение 100 секунд; 3 балла – для остановки кровотечения требуется повторное наложение проксимальной клипсы и дополнительных герметизирующих узловых адвентициальных швов.

Оценка проходимости анастомоза. В ближайшие 10–20 минут после выполнения анастомоза оценивали выраженность горизонтальной пульсации артерии и результаты двухпинцетной пробы (немедленное энергичное заполнение анастомозированной артерии либо частичное заполнение на уровне анастомоза или дистальной клипсы).

Через 2, 3 или 4 недели после операции проходимость анастомоза оценивали после повторной наркотизации животных и хирургического доступа к зоне анастомоза путём биомикроскопии оперированной артерии. Оценивали выраженность горизонтальной пульсации самой артерии и её ветвей, её внешний вид и наружный диаметр. Дополнительное подтверждение проходимости анастомоза получали после перерезки артерии дистальнее анастомоза, оценивая характер и интенсивность кровотечения.

Флоуметрический контроль. Контроль проходимости анастомозов дополняли измерением объёмной скорости кровотока дистальнее анастомоза. Ультразвуковую доплеровскую флоуметрию проводили в начале и в конце опыта под комбинированным внутривенным наркозом. В начале опыта регистрировали объёмную скорость кровотока в неповреждённой артерии (до её перерезки) и затем сравнивали полученное значение с объёмной скоростью кровотока в уже анастомозированной артерии, располагая датчик прибора дистальнее анастомоза. В конце опыта регистрировали соответствующие параметры на оперированной и контралатеральной артериях. Использовали ультразвуковой флоуметр T101 (Transonic Systems Inc., США). Тщательно выделив участок артерии остро-тупым путём под операционным микроскопом, помещали её в датчик прибора, убеждаясь, что стенка сосуда прилежит ко дну рефлектора. Нанесением на сосуд тёплого физиологического раствора удаляли пузырьки воздуха из пространства рефлектора и в течение 10–20 минут проводили флоуметрию. Для количественной оценки интралюминального стеноза определяли разницу объёмной скорости кровотока в контралатеральной артерии и скорости кровотока в анастомозированной артерии, выраженную в процентах.

**Результаты исследования
и их обсуждение**

Установлено, что применение микро-крючков с диаметром рабочей части 0,1 мм упрощает выделение артерии и её ветвей из окружающих тканей. В малом операционном поле ультратонкие пинцеты с изогнутой под углом истончённой до 0,1 мм рабочей частью и закруглёнными концами оказались наиболее удобными при их использовании в качестве дилататоров просвета артерии, а также в качестве приспособления для противодействия при проведении швов калибра 11-0. Микро-крючки диаметром 0,05 мм (рис. 2) удобно использовать для открытия просвета сосуда в случаях его выраженного спадения после завязывания первого установочного шва.

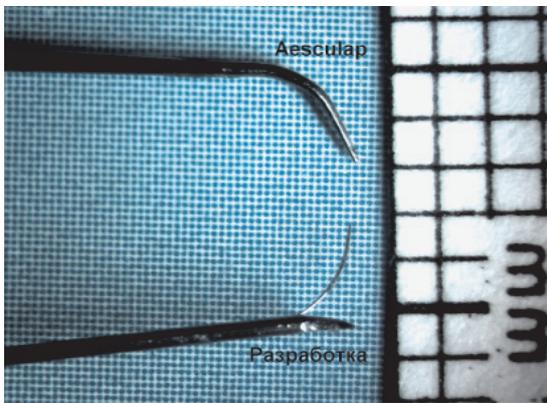


Рис. 2. Сравнение толщины рабочей части коммерчески доступного крючка фирмы Aesculap (150 мкм) и кустарно изготовленного крючка (50 мкм). Цена деления шкал 1 и 0,125 мм. Инструментальное увеличение 10х

Диаметры артерий, на которых были апробированы инструменты, варьировали от 0,5 до 0,7 мм. Герметичность анастомозов достигалась различным количеством стежков – от 5 до 11. Время выполнения анастомоза варьировало от 12 до 40 минут. В течение 20 минут после включения кровотока прослежена проходимость всех анастомозов, дефекты заполнения артерии на уровне анастомоза и дистальной культы выявлены в 4 случаях из 24. Усреднённые характеристики анастомозов представлены в таблице.

После операции все крысы выжили и вернулись к активному образу жизни на второй день. В период от 1 до 4 недель после операции биомикроскопия анастомозированных артерий показала, что все анастомозы были проходимы, что доказывалось наличием пульсации самой артерии и её ветвей, а также кровотоком после перерезки дистальной культы, однако степень проходимости была разной. У большинства крыс (15 из 24) артерия имела нормальный сиренево-розовый цвет, блестящий вид, её наружный диаметр соответствовал дооперационному или превышал его, а объёмная скорость кровотока, регистрируемая при флоуметрии, находилась в одном диапазоне с контралатеральной артерией (от 8 до 10 мл/мин), что свидетельствовало о сохранении просвета. У девяти крыс анастомозированные артерии имели белёсый тусклый вид, определялась их спаянность с окружающими тканями и истончение по сравнению с артерией контралатеральной стороны. Выраженность постанастомотического стеноза, оцененная с применением доплеровской флоуметрии, составила 20%. Время анастомозов в этой подгруппе во всех случаях превышало 30 минут.

Для отработки и совершенствования техники анастомозирования сосудов малого диаметра в качестве биологической модели часто используют бедренную артерию крысы. На этапе выделения артерий малого диаметра из окружающих тканей развивается массивное слушивание эндотелиальных клеток и формирование тромбоцитарных агрегатов [8]. После клипирования, перерезки и анастомоза отмечены массивные некрозы интимального слоя и меди, частые прорезывания швов [1]. Реэндотелизация выражена через 7 дней после операции, но только через 30–60 дней область анастомоза покрывается эндотелием, субэндотелиальный фиброз и отложения фибрина, препятствующие кровотоку, определяются до 21–30 дней; в это же время формируется субинтимальное утолщение меди, сохраняющееся даже через 180 и 360 дней после анастомоза [7]. Только тщательно выполненные анастомозы позволяют восстановить и сохранить кровоток.

Характеристики анастомозированных артерий

Параметр	М ± m
Средний диаметр артерии (мм)	0,56 ± 0,2
Герметичность (баллы от 1 до 3)	1,43 ± 0,27
Время анастомоза (мин.)	15,6 ± 1,2
Количество швов	8,3 ± 0,4
Частота (%) дефектов заполнения зоны анастомоза или дистальной культы	16,7
Частота опытов (%) с интраоперационной проходимостью анастомозов	100%

В зависимости от методики анастомоза, проходимость анастомозов бедренных артерий крыс диаметром от 0,7 до 1 мм сохранялась в 93–100% опытов [3]; применение микроангиографии и гистологического исследования не выявило признаков постанастомотического стенозирования. Для более тонких сосудов показатель снижается: до 80% при среднем диаметре 0,7 мм [4] и до 70% при диаметре 0,5 мм и менее [10], что определяет необходимость специального оснащения и прежде всего утончённых инструментов. В наших опытах в первые 20 минут после выполнения операции и в течение 1 месяца после неё достигнута 100%-ная проходимость анастомозов артерий со средним диаметром 0,56 мм. Признаки фиброза и стенозического ремоделирования анастомозированных артерий, наблюдавшиеся в 25% случаев, свидетельствуют о необходимости дальнейших разработок щадящих оперативных приёмов и патогенетически обоснованных терапевтических стратегий для оптимизации заживления анастомозированных артерий малого диаметра.

Заключение

Проведённое экспериментальное исследование показало, что самостоятельные доводка и изготовление ультратонких пинцетов и крючков позволяет уменьшить затраты на оснащение микрохирургических операций без потери их качества.

Работа поддержана программой Минздрава РФ в рамках государственно-

го задания ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» для выполнения НИР на 2015–2017 гг.

Список литературы

1. Acland R.D., Trachtenberg L. The histopathology of small arteries following experimental microvascular anastomosis // *Plast. Reconstr. Surg.* – 1977. – Vol. 60, № 6. – P. 868–875.
2. Acland R.D. Notes on the care, restoration and repair of microsurgical instruments // *Indian J. of Plastic Surgery.* – 2006. – Vol. 39. I.1. – P. 51–56.
3. Chen Y.X., Chen L.E., Seaber A.V., Urbaniak J.R. Comparison of continuous and interrupted suture techniques in microvascular anastomosis // *J. Hand Surg. Am.* – 2001. – Vol. 26, № 3. – P. 530–539.
4. Eisenhardt H.J., Hennecken H., Klein P.J., Pichlmaier H. Experiences with different techniques of microvascular anastomosis // *J. Microsurg.* – 1980. – Vol. 1, № 5. – P. 341–350.
5. Jacobson J.H., Suarez E.L. Microsurgery in anastomosis of small vessels // *Surg. Forum.* – 1960. – Vol. 11. – P. 243–245.
6. Koshima I., Narushima M., Yamamoto Y., Mihara M., Iida T. Recent Advancement on Surgical Treatments for Lymphedema. // *Ann. Vasc. Dis.* – 2012. – Vol. 5, № 4. – P. 409–415.
7. Macchiarelli G., Familiari G., Caggiati A., Magliocca F.M., Riccardelli F., Miani A., Motta P.M. Arterial repair after microvascular anastomosis. Scanning and transmission electron microscopy study. // *Acta Anat. (Basel).* – 1991. – Vol. 140, № 1. – P. 8–16.
8. Margic K. Early changes in dissected small vessels: Experimental study on rat arteries and veins. // *Plast. Reconstr. Surg.* – 1985. – Vol. 75, № 3. – P. 375–383.
9. Mihara M., Hayashi Y., Iida T., Narushima M., Koshima I. Instruments for supermicrosurgery in Japan. // *Plast. Reconstr. Surg.* – 2012. – Vol. 129, I. 2. – P. 404–406.
10. Qasemyar Q., Sinna R. De la microchirurgie à la «supermicrochirurgie»: étude expérimentale de faisabilité et perspectives. From microsurgery to supermicrosurgery: Experimental feasibility study and perspectives // *Annales de chirurgie plastique esthétique.* – 2011. – Vol. 56. – P. 518–527.