

ВОПРОСЫ реконструктивной и пластической ХИРУРГИИ

**ISSUES OF
RECONSTRUCTIVE
AND PLASTIC
SURGERY**

RECONSTRUCTIVE PLASTIC MICROSURGERY

SUPERMICROSURGERY

NANOMICROSURGERY

TOM 25 № 1 (80) 2022

Профессору Исао Кошине – 70 лет





научно-практический журнал

Вопросы Хирургии

реконструктивной
и пластической

Том 25, № 1 (80)
2022

УЧРЕДИТЕЛИ:

АНО «Научно-исследовательский институт микрохирургии» (г. Томск)
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет
им. проф. В.Ф. Ясенецкого» Минздрава России (г. Красноярск)

ПРИ УЧАСТИИ:

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»
ОГАУЗ «Томский областной онкологический диспансер» (г. Томск)

Журнал является официальным
печатным изданием
русских научных обществ:
«Общество Кистевых хирургов –
Кистевая группа»
и «Национальное общество
реконструктивных
микрохирургов»

Распространение знаний – это распространение благополучия.
Альфред Бернхард Нобель (1833–1896)

Журнал основан в 2001 г.

Зарегистрирован
в Министерстве по делам печати,
телерадиовещания и средств
массовой коммуникации РФ
Св-во ПИ № 77-9259 от 22.06.2001

Перерегистрирован в связи
с изменением состава учредителей
в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)
Рег. № ПИ-№ФС77-78515
от 15.06.2020

Журнал включен в Перечень ведущих
рецензируемых научных журналов
и изданий, выпускаемых в РФ,
в которых должны быть
опубликованы основные
результаты диссертаций
на соискание ученой степени
доктора и кандидата наук
(редакция от 01.12.2015)

Индексируется в РИНЦ

Выходит 4 раза в год

Территория распространения:
Российская Федерация, страны СНГ
Подписной индекс – 36751

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

В.Ф. Байтингер, профессор (Томск)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

К.В. Селянинов, д-р мед. наук (Томск)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Р.Т. Адамян, профессор (Москва)
С.А. Васильев, профессор (Челябинск)
Ю.С. Винник, профессор (Красноярск)
М.А. Волох, профессор (Санкт-Петербург)
А.А. Воробьев, профессор (Волгоград)
И.О. Голубев, профессор (Москва)
С.С. Дыдыкин, профессор (Москва)
А.Ю. Кочиш, профессор (Санкт-Петербург)
Н.Е. Мантурова, д-р мед. наук (Москва)
Н.В. Островский, профессор (Саратов)
А.П. Поляков, д-р мед. наук (Москва)
К.П. Пшениснов, профессор (Москва)
Ю.Р. Скворцов, профессор (Санкт-Петербург)
А.Н. Солдатов, профессор (Томск)
Н.Ф. Фомин, профессор (Санкт-Петербург)
М.А. Ходорковский, профессор (Воронеж)
И.В. Шведовченко, профессор (Санкт-Петербург)
Massimo Ceruso (Италия)
Isao Koshima (Япония)
Wayne A. Morrison (Австралия)
Dragos Pieptu (Румыния)
Г.М. Верега (Молдова)
А.А. Каюмходжаев (Узбекистан)

Редактор А.В. Базавлук
Корректор Н.В. Кравченко
Технический редактор О.А. Турчинович
Переводчик Т.К. Борзых
Формат 60 × 84/8. Печ. л. 10,5.
Тираж 500 экз. Заказ 2203. Цена свободная
Подписано в печать 22.02.2022
Дата выхода в свет 25.02.2022
Оригинал-макет издательства
«Печатная мануфактура»
634055, г. Томск, ул. Королёва, д. 4, оф. 81
Отпечатано в ООО «Печатная мануфактура»
634055, г. Томск, ул. Королёва, д. 4, оф. 81
Тел. / WhatsApp: 8-913-801-5025
e-mail: pechat-tomsk@yandex.ru

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

634041, г. Томск, ул. Белинского, 31/2-5.
Тел.: 8 (382-2) 64-53-78, 53-26-30, 51-41-53
Сайт: <https://plasur.elpub.ru>
e-mail: microhirurgia@yandex.ru

При перепечатке ссылка на журнал «Вопросы реконструктивной и пластической хирургии» обязательна.

Ответственность за достоверность информации, содержащейся в рекламных материалах, несут рекламодатели.



Scientific-practical journal

Issues of **reconstructive and plastic** Surgery

**Volume 25, No. 1 (80)
2022**

FOUNDED by

Institute of Microsurgery (Tomsk, Russia)
Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky
(Krasnoyarsk, Russia)

PARTICIPATION of:

National Research Tomsk State University (Tomsk, Russia)
Tomsk Regional Oncology Center (Tomsk, Russia)

The Journal is the official printed
edition of Russian scientific societies:
“Society of Hand Surgeons –
Hand Group” and
“National Reconstructive
Microsurgeons”

Dissemination of knowledge – is a spread of prosperity
Alfred Bernhard Nobel (1833–1896)

The Journal was founded in 2001

The Journal is registered
in the Ministry of Press, Broadcasting and
Mass Communications
of Russian Federation
Certificate PI № 7-9259 (22.06.2001)

The Journal is re-registered
with a change in the composition
of the founders
in the Federal Service for Supervision
of the Communications, Information
Technologies and Mass
Communications (Roskomnadzor)
Reg. No. PI-No. FS77-78515
(15.06. 2020)

The Journal is included in the List
of Leading Peer-Reviewed Scientific
Journals published in Russia, which
publish main scientific results
of Doctor's and Candidate's theses
(edition of 01.12.2015)

Indexed in RSCI
Issued 4 times a year

Distribution:
Russia and CIS

Subscription Index – 36751

EDITOR-IN CHIEF:

V.F. Baytinger, Professor (Tomsk)

DEPUTY-EDITOR-IN-CHIEF:

K.V. Selianinov, Doctor of Medical Sciences (Tomsk)

EDITORIAL BOARD:

R.T. Adamyan, Professor (Moscow)
S.A. Vasilyev, Professor (Chelyabinsk)
Yu.S. Vinnik, Professor (Krasnoyarsk)
M.A. Volokh, Professor (St. Petersburg)
A.A. Vorobiyov, Professor (Volgograd)
I.O. Golubev, Professor (Moscow)
S.S. Dydykin, Professor (Moscow)
A.Yu. Kochish, Professor (St. Petersburg)
N.E. Manturova, Doctor of Medical Sciences (Moscow)
N.V. Ostrovsky, Professor (Saratov)
A.P. Polyakov, Doctor of Medical Sciences (Moscow)
K.P. Pshenishnov, Professor (Moscow)
Yu.R. Skvortsov, Professor (St. Petersburg)
A.N. Soldatov, Professor (Tomsk)
N.F. Fomin, Professor (St. Petersburg)
M.A. Khodorkovskiy, Professor (Voronezh)
I.V. Shvedovchenko, Professor (St. Petersburg)
Massimo Ceruso (Italy)
Isao Koshima (Japan)
Wayne A. Morrison (Australia)
Dragos Pieptu (Romania)
G.M. Verega (Moldova)
A.A. Kayumhodzhaev (Uzbekistan)

Editor A.V. Bazavluk
Corrector N.V. Kravtchenko
Technical editor O.A. Turchinovich
Translator T.K. Borzykh

Format 60 × 84/8.
500 copies. Order 2203. Price free.
Signed print 22.02.2022
Date of publication 25.02.2022
Makeup page and printed
by Print Manufacture Publishers
4, Korolyov st., Tomsk, 634055, Russia
Phone number. / WhatsApp: +7-913-801-5025
e-mail: pechat-tomsk@yandex.ru

EDITORIAL BOARD OFFICE:

31/2, Belinsky st., Tomsk, 634041, Russia
Tel.: +7 (382-2) 64-53-78, 53-26-30, 51-41-53
<https://plasur.elpub.ru>
e-mail: microhirurgia@yandex.ru

When reprinting a link to the Journal "Issues of Reconstructive and Plastic Surgery" is required.

Advertisers are responsible for the accuracy of the information contained in the advertising materials.

Вопросы научно-практический журнал реконструктивной и пластической хирургии

Том 25, № 1 (80)
2022

СОДЕРЖАНИЕ

Слово главного редактора	4
Приветствия	5

ПЛАСТИЧЕСКАЯ ХИРУРГИЯ

Александров А.В., Александрова Н.Е., Гончарук П.В., Евдокимов А.Н., Идрис А.Я., Рыбченко В.В., Смирнов А.А., Хазуров Р.А., Коваль С.Ю., Саморукова Н.Н., Львов Н.В.

Локальные, региональные и дистантные лоскуты в реконструктивной хирургии кисти у детей 6

Гилёва К.С., Адамян Р.Т., Ботоев С.Р.

Реконструкция нижнеальвеолярного нерва при резекции нижней челюсти по поводу доброкачественных опухолей.. 18

Кызласов П.С., Мустафеев А.Т. Микрохирургические методы лечения эректильной дисфункции..... 26

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ХИРУРГИЯ

Ибарра Г., де ла Круз И., Ривера А., Гурпегуи Д., Лассо Х. Оценка хирургического адгезива BioGlue для выполнения микрохирургических артериальных анастомозов: влияние на сосудистый поток более 1 мм (аорта крыс) и менее 1 мм (бедренная артерия крыс) 31

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Байтингер В.Ф., Суходоло И.В., Курочкина О.С., Павлова М.Е., Кистенёв Ю.В., Кривова Н.А., Талецкий А.В., Николаев В.В.

Морфологические изменения в коже и подкожной клетчатке при создании экспериментальной модели лимфедемы на задней конечности белой крысы 40

Девиа Д.А., Акелина Е.

Специализированные микрохирургические симуляционные модели для обучения ординаторов по нейрохирургии... 53

Ромеро Г., Дау Дж., Акелина Е.

Новая виртуальная программа обучения микрохирургии во время пандемии COVID-19 59

В ПОМОЩЬ ПРАКТИЧЕСКОМУ ВРАЧУ

Решетов И.В., Закирова А.А., Самойлова С.И.

Опыт применения биневрального ALT-лоскута при реконструкции языка 65

ИСТОРИЯ МЕДИЦИНЫ

Синельников М.Е., Решетов И.В., Черносивитова М.Д., Хлытина А.А., Карташова М.К., Акелина Е.

Исторический вклад профессора Исао Кошимы в развитие микрохирургии: от микрохирургии до нанохирургии 77

CONTENT

<i>From the Editor-in-Chief</i>	<i>4</i>
<i>Greetings</i>	<i>5</i>

PLASTIC SURGERY

Alexandrov A.V., Alexandrova N.Ye., Goncharuk P.V., Idris L.Ya., Rybchenok V.V., Smirnov A.A., Evdokimov A.N., Khagurov R.A., Koval' S.Yu, L'vov N.V.

Local, regional and distant flaps in reconstructive hand surgery in children 6

Gileva K.S., Adamyan R.T., Botoev S.R.

Reconstruction of the lower alveolar nerve during lower jaw resection for benign tumors 18

Kyzlasov P.S., Mustafayev A.T.

Microsurgical treatments for erectile dysfunction..... 26

EXPERIMENTAL SURGERY

Ibarra G., de la Cruz I., Rivera A., Gurpegui D., Lasso J.

Evaluation of BioGlue surgical adhesive for the performance of microsurgical arterial anastomoses: impact on the flow of vessels greater than 1 mm (rat aorta) and less than 1 mm (rat femoral) 31

NEW TECHNOLOGIES

Baytinger V.F., Sukhodolo I.V., Kurochkina O.S., Pavlova M.E., Kistenev Yu.V., Krivova N.A., Taletskiy A.V., Nikolaev V.V.

Morphological changes in the skin and subcutaneous tissue during the creation of an experimental model of lymphedema on the hind limb of a white rat 40

Devia D.A., Akelina Ye.

Specialized microsurgery simulation training models for the neurosurgery residents..... 53

Romero G., Daou J., Akelina Ye.

Novel virtual microsurgical training program during the COVID-19 pandemic 59

AID TO THE PHYSICIAN

Reshetov I.V., Zakirova A.A., Samoilova S.I.

Experience of application of bivenral ALT-flap for tongue reconstruction 65

HISTORY OF MEDICINE

Sinelnikov M.Ye., Reshetov I.V., Chernosvitova M.D., Khlytina A.A., Kartashova M.K., Akelina Ye.

The honourable Professor Isao Koshima: historical contribution from microsurgery to Nanomicrosurgery 77

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Вы держите в руках уникальный номер нашего журнала, посвященный юбилею широко известного в мировом профессиональном сообществе пластических хирургов профессора Исао Кошима (Япония). 13 января 2022 г. ему, члену редакционной коллегии журнала «Вопросы реконструктивной и пластической хирургии», исполнилось 70 лет. В этот день в социальных сетях я прочитал большое количество поздравлений в адрес юбиляра, где к нему часто обращались «Koshima-sensei»! Такое обращение – это уважительное обращение к учителю, врачу, ученому, начальнику или другому значительному лицу. Оно исходило не только от хирургов из Юго-Восточной Азии, но и от европейцев, американцев, россиян и др. Профессор И. Кошима заслужил всемирное признание и огромное уважение своими работами по супермикрохирургии, пересадке перфораторных лоскутов, реконструктивной лимфологии. Я никогда не забуду тот фурор, который он произвел 24 июня 2007 г. в Афинах на Конгрессе Всемирного общества реконструктивной микрохирургии (WSRM). В своем четырехминутном докладе «Supericrossurgery» профессор Кошима заявил о разработке новой микрохирургической технологии, позволяющей анастомозировать сосуды мелкого (менее 1 мм) диаметра. Примечательно, что в этом коротком докладе он успел даже рассказать еще и о показателях для супермикрохирургии.



В нашей стране профессор Исао Кошима – непререкаемый авторитет в области реконструктивной микрохирургии молочной железы, разработавший перфораторный лоскут передней брюшной стенки (DIEP-лоскут). После публикации в британском научном журнале двух клинических случаев реконструкции груди DIEP-лоскутом (Brit. J. Plast. Surg., 1989), эта методика стала быстро распространяться по всему миру.

Во многих центрах пластической хирургии России, где занимаются реконструкцией молочной железы, свободная пересадка DIEP-лоскута вытеснила все другие методики, предполагающие использование перемещаемых лоскутов. Известный отечественный пластический хирург профессор кафедры онкологии, радиотерапии и пластической хирургии Сеченовского медицинского университета О.И. Старцева (Москва) дала свою оценку разработке И. Кошима. Она заявила: «DIEP-лоскут для меня – это эволюция развития реконструкции молочной железы лоскутами передней брюшной стенки, и эволюция меня как микрохирурга на определенном этапе моего профессионального становления. Перфораторный лоскут, позволяющий сохранить прямые мышцы живота, вытеснил аксиальные лоскуты и является приоритетным лоскутом аутологичной реконструкции молочной железы в мировой практике на сегодняшний день!»

Неоднократно, в 2009, 2014, 2019 гг., профессор И. Кошима посещал наш Институт микрохирургии, обучал нас, помогая внедрять свои эксклюзивные методики хирургического лечения лимфедемы конечностей в нашу повседневную практику. За это мы ему безмерно благодарны!

В знак большой признательности профессору Исао Кошима за его титанический труд и новаторские идеи в области реконструктивной микрохирургии, подкрепляемые эффективной изобретательской работой по созданию нового микроинструментария и шовного материала для супер- и наномикрохирургии мы говорим ему: «Да здравствует профессор Исао Кошима»!

*С уважением, главный редактор,
заслуженный врач РФ, профессор В.Ф. Байтингер*

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ, КОЛЛЕГИ!



Приветствую Вас на страницах особого выпуска журнала «Вопросы реконструктивной и пластической хирургии». Этот выпуск инициирован и предложен в связи с открытием в России новой общественной научно-практической ор-

ганизации – Национального общества реконструктивной микрохирургии (НОРМ). Так как основной задачей этого общества является развитие междисциплинарного направления в хирургии на основе высокой технологии – микрохирургии, мы приглашаем к сотрудничеству представителей практически всех хирургических специальностей. Новое время – это время ультравизуализации патологии, тонких анатомических структур и инструментов. Именно это будет основной темой научных и практических мероприятий, а также публикаций. В данном выпуске мы попытались проиллюстрировать этот подход.

Номер журнала также отличается тем, что мы чествуем нашего Гуру мирового уровня, стратегического партнера – профессора Исао Косиму и поздравляем его с 70-летним юбилеем. Желаем ему активного хирургического долголетия и совместной деятельности по развитию микрохирургии – технологии будущего!

*Академик РАН И.В. Решетов,
директор Института кластерной онкологии,
заведующий кафедрой онкологии, радиотерапии и пластической хирургии
Института клинической медицины ФГАОУ ВО Первый МГМУ
им. И.М. Сеченова Минздрава России,
председатель совета Национального общества реконструктивной микрохирургии,
лауреат государственной премии РФ*

EDITORIAL NOTE ABOUT DR. ISAO KOSHIMA



I have known Dr. Isao Kosima for more than 17 years, and always looked up to him as a visioner

with unlimited positive energy. Most of his ‘crazy’ ideas and concepts have become reality and created many golden standards in a field of microsurgery.

I always admired Dr. Koshima for his amazing ability to ignite, educate and inspire others while remaining humble about his amazing success in the world of microsurgery.

I had the pleasure of seeing different sides of Dr. Koshima: as a very talented teacher and great surgeon, an elegant traditional samurai, a fun storyteller, and amazing dancer.

Wishing Professor Koshima all the best wishes in his 70-year young birthday! Tons of health and continuing success in his brilliant career.

*Dr. Yelena Akelina,
Research Scientist, Clinical Instructor
Microsurgery Training Lab., Dept of Orthopedic Surgery
Columbia University, New York, USA*

ПЛАСТИЧЕСКАЯ ХИРУРГИЯ

<https://doi.org/10.52581/1814-1471/80/01>
УДК 617.576-089.844:616.5-089-74-031

ЛОКАЛЬНЫЕ, РЕГИОНАЛЬНЫЕ И ДИСТАНТНЫЕ ЛОСКУТЫ В РЕКОНСТРУКТИВНОЙ ХИРУРГИИ КИСТИ У ДЕТЕЙ

А.В. Александров¹, Н.Е. Александрова¹, П.В. Гончарук¹✉,
А.Н. Евдокимов¹, А.Я. Идрис², В.В. Рыбченко^{1,2}, А.А. Смирнов¹,
Р.А. Хагуров¹, С.Ю. Коваль¹, Н.Н. Саморукова¹, Н.В. Львов¹

¹ Детская городская клиническая больница им. Н.Ф. Филатова,
Москва, Российская Федерация

² Российский национальный исследовательский
медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России,
Москва, Российская Федерация

Аннотация

Введение. Повреждения кисти у детей являются распространенным видом травм. Существенную проблему и интерес для пластических и реконструктивных хирургов составляют дефекты тканей кисти и последствия открытых травм верхней конечности. Разработано множество методов закрытия дефектов дистальных фаланг пальцев кисти. Проблема реконструкции верхней конечности при травмах и их последствиях предполагает сложный выбор необходимой методики, а именно локальных, региональных и дистантных лоскутов.

Материал и методы. В отделении микрохирургии Детской городской клинической больницы им. Н.Ф. Филатова (г. Москва) в период с 2018 по 2021 г. были выполнены 152 операции с применением местных (68 операций), региональных (72) и дистантных (12) лоскутов.

Результаты. У всех пациентов в данной клинической серии лоскуты прижились. Повторных операций вследствие осложнений не требовалось. Применение лоскутов позволило привнести дополнительный объем мягких тканей в анатомические области, где это было критически необходимо. Выбор лоскута для закрытия дефекта осуществлялся индивидуально в зависимости от типа и тяжести повреждения.

Заключение. По нашему мнению, решающее значение в выборе тактики лечения пациентов с дефектами тканей верхних конечностей имеет накопленный хирургом опыт.

Ключевые слова: хирургия кисти, кисть, лоскуты, дети.

Конфликт интересов: авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Александров А.В., Александрова Н.Е., Гончарук П.В., Евдокимов А.Н., Идрис А.Я., Рыбченко В.В., Смирнов А.А., Хагуров Р.А., Коваль С.Ю., Саморукова Н.Н., Львов Н.В. Локальные, региональные и дистантные лоскуты в реконструктивной хирургии кисти у детей // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2022. Т. 25, № 1. С. 6–17. doi 10.52581/1814-1471/80/01

PLASTIC SURGERY

LOCAL, REGIONAL AND DISTANT FLAPS IN RECONSTRUCTIVE HAND SURGERY IN CHILDREN

A.V. Alexandrov¹, N.Ye. Alexandrova¹, P.V. Goncharuk¹✉, L.Ya. Idris², V.V. Rybchenok^{1,2},
A.A. Smirnov¹, A.N. Evdokimov¹, R.A. Khagurov¹, S.Yu. Koval¹, N.V. L'vov¹

¹ N.F. Filatov Moscow Clinical Hospital for Children,
Moscow, Russian Federation

Abstract

Objective. Hand injuries in children are quite common. Most challenging within plastic and reconstructive surgery/reconstructive microsurgery expertise were there traumatic hand defect and upper extremities open injuries sequels. There were wide variety of reconstruction techniques to deal with hand defects in general and with distal phalanx defects particularly. The core problem is how to make very choice of reconstructive method and technique from diversity of local, regional and distant flaps. Injuries of distal phalanges are the most common type of hand trauma in children. The problem of coverage of soft tissue defects of distal phalanges remains actual. A lot of methods of coverage of distal phalanges defects are developed. There is no generally accepted approach or an algorithm in the treatment of adults and children with such type of trauma.

Material and methods. In the period from 2018 to 2021 at the Microsurgery Department of N.F. Filatov Moscow Clinical Hospital for Children 152 surgical operations using local (68), regional (72) and distant (12) flaps were performed.

Results. All flaps in all patients within our clinical series have survived. There were neither major complication nor secondary revisional procedures. Used different flaps in general provided transport of adequate viable donor tissues to recipient areas of critical functional significance. The selection of particular flap we have been making on individual basis mostly depending on type and injury severity, and functional requirement and prognosis.

Conclusion. We are considering surgeon's own experience is main defining factor to make selection of certain method from the diversity of different flaps.

Keywords: *hand surgery, hand, flaps, children.*

Conflict of interest: the authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this paper.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Alexandrov A.V., Alexandrova N.Ye., Goncharuk P.V., Idris L.Ya., Rybchenok V.V., Smirnov A.A., Evdokimov A.N., Khagurov R.A., Koval' S.Yu, L'vov N.V. Local, regional and distant flaps in reconstructive hand surgery in children. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2022;25(1):6–17. doi 10.52581/1814-1471/80/01

ВВЕДЕНИЕ

С развитием высоких технологий, индустриализацией возрастает роль верхней конечности в целом и кисти в частности, как высокоорганизованного органа труда. У детей кисть выполняет важнейшую роль в познании окружающего мира и, следовательно, нередко она подвержена травмам. Повреждения верхней конечности составляют 41,6% от всех травм опорно-двигательной системы человека. Травмы кисти, в свою очередь, составляют от 57,4 до 700,0 случаев на 100 тыс. населения [1].

Обращения детей с повреждениями кисти в заведения экстренной медицинской помощи составляют примерно 2,3% от общего количества всех обращений [2]. Среди общего количества переломов у детей 15% приходится на кости кисти [3, 4].

Мальчики получают травмы кисти чаще девочек (75% мальчики, 65% – девочки), и данное различие увеличивается с возрастом [2, 3, 5–9].

Травмы верхней конечности часто сопровождаются обширными дефектами покровных тканей, сухожилий, сосудисто-нервных пучков,

мышц и костных структур, что приводит к нарушению функции верхней конечности. Распространенными механизмами повреждений верхних конечностей являются автотравмы, термические, электрические или химические ожоги, бытовые и уличные травмы (сдавления дверью, механизмом тренажера и т.д.) [10].

Наибольшую трудность и одновременно интерес для кистевого хирурга представляет замещение обширных составных дефектов верхних конечностей с обеспечением стабильного и эстетически приемлемого покрова, не препятствующего движениям в суставах и позволяющего пациенту максимально быстро вернуться к повседневной жизни [11].

Выбор реконструктивной методики зависит от ряда факторов – механизма и давности травмы, размеров дефекта и вовлеченности анатомически значимых структур (сухожилия, нервы, сосуды, кости), а также состояния окружающих тканей, преморбидного фона пациента.

Дефекты кисти в большинстве своем представляют серьезную угрозу ее функции, а значит, оптимальные реконструктивные методики должны обеспечить подвижность суставов, скольжение

сухожилий, адекватное кровоснабжение и иннервацию восстанавливаемого сегмента или участка [10, 12].

Существуют несколько классификаций дефектов кисти, в частности, по анатомической локализации. В 2015 г. S.A. Rehim и соавт. модифицировали концепцию функциональных отделов кожи Tubiana и представили функциональные и эстетические отделы и подотделы кисти, которые включают зрительное восприятие и анатомические аспекты [13].

С. Оно и соавт. (2017) усовершенствовали данную концепцию путем классификации тыльных и ладонных дефектов на основе их характеристик: малые (дефекты в области одной поверхности пястной кости), средние (дефекты в области двух поверхностей одной пястной кости или двух соседних пястных костей), большие (более двух поверхностей пястной кости или несмежные дефекты) [14].

Наиболее распространенные реконструктивные методики включают применение выдвижных или ротационных, региональных лоскутов и микрохирургической пересадки комплексов тканей [15]. Локальные и региональные лоскуты могут обеспечить принцип замещения «подобных тканей подобными», однако их применение связано с дополнительным повреждением уже травмированной конечности, они ограничены по объему и составу тканей. В отличие от них, свободные лоскуты могут быть выкроены таким образом, чтобы в точности соответствовать форме дефекта, а возможность включить в их состав различные необходимые ткани позволяет выполнять одномоментные реконструкции [16].

Таким образом, проблема реконструкции верхней конечности при травмах и их последствиях предполагает сложный выбор необходимой методики, а именно, выбор применения локальных, региональных и дистантных лоскутов.

Цель исследования: улучшение функциональных и косметических результатов лечения детей с дефектами тканей верхних конечностей и их последствиями.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В отделении микрохирургии ДГКБ им. Н.Ф. Филатова (г. Москва) в период с 2018 по 2021 г. выполнены операции с применением местных, региональных и дистантных лоскутов у 152 детей. Для закрытия дефектов дистальных фаланг пальцев кисти местные лоскуты применены у 68 детей, в том числе в лечении 49 детей использовали треугольный скользящий лоскут и у 19 – антеградный гомодигитальный лоскут. У 72 детей с различными дефектами и рубцовыми последствиями травм кисти выполнены операции с использованием региональных лоскутов,

таких как пальце-ладонный и перекрестный лоскуты, островковый гомодигитальный лоскут на реверсивном кровотоке, задний межкостный, лучевой и локтевой лоскуты. Для закрытия обширных дефектов и последствий травм кисти у 12 детей, при невозможности применения вышеперечисленных методик, нами применялись дистантный лоскут – стебельчатый лоскут передней брюшной стенки, а также свободный лоскут – в основном торакодорзальный лоскут, а также перфорантные лоскуты глубокой нижней эпигастральной артерии (DIEaP) у 1 пациента и поверхностной артерии, огибающей подвздошную ось (SCIEaP) у 1 пациента. Распределение пациентов по полу представлено на рис. 1, по соотношению применяемых лоскутов – на рис. 2.

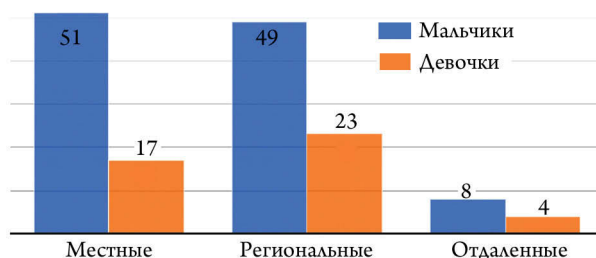


Рис. 1 Распределение пациентов по полу в зависимости от типа применяемых лоскутов

Fig. 1. Gender distribution depending on the methods of surgical interventions

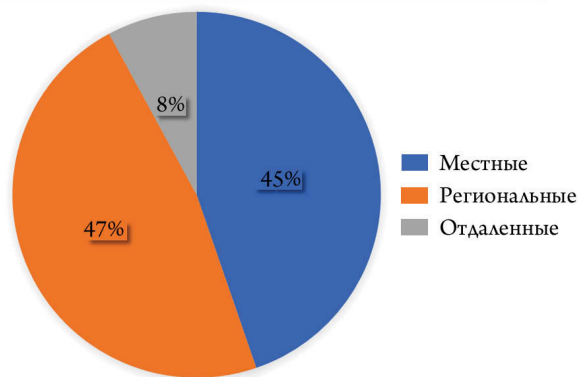


Рис. 2. Распределение пациентов в зависимости от типа применяемых лоскутов

Fig. 2. Distribution of patients depending on the type of flaps

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У всех пациентов лоскуты прижились без выраженных микроциркуляторных нарушений и осложнений. Повторных вмешательств вследствие послеоперационных осложнений не требовалось. В случаях наличия краевых некрозов незначительных размеров были получены хорошие функциональные и эстетические результаты лечения. При их наличии происходило медленное заживление под сухим струпом с образованием нормотрофических рубцов, которые ввиду низкой

склонности к образованию грубых рубцов у данных пациентов оказались клинически не значимыми. Применение лоскутов дало возможность привнести дополнительный объем мягких тканей в анатомические области, где это было критически необходимо, что позволило обеспечить восстановление контура дистальной фаланги пальца, достаточную ее подвижность и чувствительность кожного покрова при сохранении эстетической составляющей. При использовании островковых лоскутов длина и форма кончика были максимально восстановлены, а при закрытии обширных дефектов с одномоментной аутоневральной и сухожильной пластикой применение лоскута стимулировало успешную регенерацию аксонов и разработку движений. Выбор лоскута для закрытия дефекта осуществлялся индивидуально в зависимости от типа и тяжести повреждения. Послеоперационный период отличался в зависимости от вида примененного лоскута. Часть пациентов получали курс реабилитационного лечения, наблюдались амбулаторно в раннем послеоперационном периоде. Для оперированных по экстренным показаниям пациентов выбор типа лоскута зависел от технического оснащения операционной и практического опыта хирурга.

Клинический пример 1

Пациентка Ц., 7 лет, получила травму – отрыв дистальной части ногтевой фаланги IV пальца левой кисти в результате сдавления его в механизме качели. В области ногтевой фаланги IV пальца определяется тыльно-косой дефект мягких тканей (рис. 3).



Рис. 3. Дефект мягких тканей ногтевой фаланги IV пальца левой кисти у девочки 7 лет

Fig. 3. Soft tissue defect of the nail phalanx of the IV finger of the left hand in a 7-year-old girl

Выполнено закрытие дефекта мягких тканей скользящим треугольным (V-Y) лоскутом (рис. 4, 5).



Рис. 4. Схема закрытия дефекта ногтевой фаланги V-Y лоскутом (оригинальный рисунок авторов)

Fig. 4. Scheme of a defect coverage in the nail phalanx with a V-Y flap (original drawing by the authors)



Рис. 5. Внешний вид пальца после закрытия дефекта

Fig. 5. View of the finger after coverage of defect

Клинический пример 2

Пациент Т., 15 лет, получил травму вследствие зацепа кольцом о забор – произошел травматический отрыв ногтевой фаланги и «перчаточный» дефект мягких тканей основной и средней фаланг IV пальца левой кисти с повреждением сосудисто-нервных пучков с двух сторон на протяжении (рис. 6).



Рис. 6. Травматический отрыв ногтевой фаланги и «перчаточный» дефект мягких тканей IV пальца левой кисти у пациента Т. 15 лет

Fig. 6. Traumatic detachment of the nail phalanx and “glove” soft tissue defect of the IV finger of the left hand in patient Т., 15 years old

Выполнено закрытие дефекта с помощью несвободного лоскута на временной питающей ножке в правой подвздошной области в два этапа (рис. 7, 8).



Рис. 7. Внешний вид лоскута перед закрытием
Fig. 7. View of the flap before coverage



Рис. 8. Закрытие дефекта
Fig. 8. Coverage of defect

Клинический пример 3

Пациентка Т., 8 лет, получила травму механизмом тренажера – отрыв дистальной части ногтевой фаланги II пальца правой кисти с обнажением дистальной части кости ногтевой фаланги (рис. 9).



Рис. 9. Дефект мягких тканей ногтевой фаланги II пальца правой кисти у девочки 8 лет
Fig. 9. Defect of soft tissues of the nail phalanx of II finger of the right hand in an 8-year-old girl

Произведено закрытие дефекта островковым гомодигитальным лоскутом с локтевой стороны на реверсивном кровотоке (рис. 10, 11).

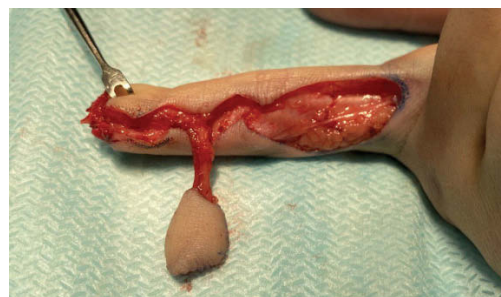


Рис. 10. Внешний вид лоскута перед закрытием
Fig. 10. View of the flap before coverage



Рис. 11. Закрытие дефекта
Fig. 11. Coverage of defect

Клинический пример 4

Пациентка П., 7 лет. В результате ожога левой кисти сформировалась рубцовая контрактура в области основания ладони. После удаления рубцовых тканей образовался обширный дефект неправильной формы (рис. 12).



Рис. 12. Дефект мягких тканей левой кисти после удаления рубцовых тканей у пациентки П. 7 лет
Fig. 12. Soft tissue defect of the left hand after removal of scar tissue in patient P., 7 years old

Выполнено закрытие дефекта с использованием перфорантного подкожно-фасциального лоскута лучевой артерии (рис. 13, 14).



Рис. 13. Внешний вид лоскута перед закрытием
Fig. 13. View of the flap before coverage

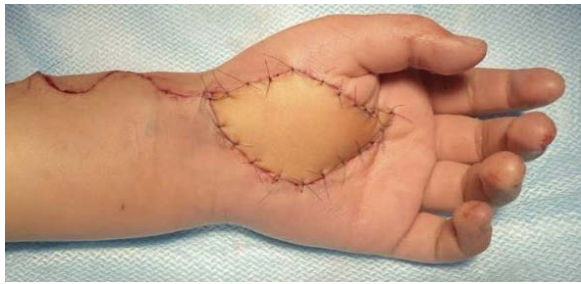


Рис. 14. Закрытие дефекта

Fig. 14. Coverage of defect

Клинический пример 5

Пациентка В., 9 лет. В результате ожога левой кисти образовалась рубцовая контрактура в области I межпальцевого промежутка с выраженным ограничением противопоставления и отведения I пальца (рис. 15).

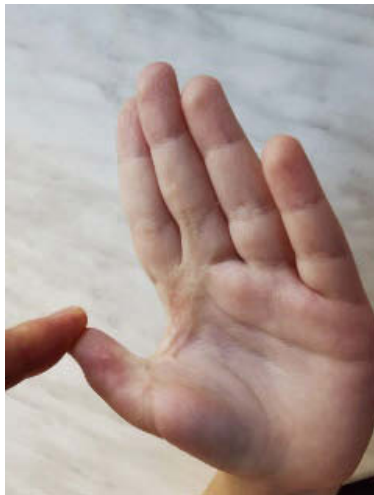


Рис. 15. Послеожоговая контрактура I межпальцевого промежутка левой кисти у пациентки В. 9 лет

Fig. 15. Post-burn contracture of the I interdigital space of the left hand in 9-years old patient V.

Выполнено удаление рубцовых тканей и закрытие дефекта с использованием перфорантного пропеллерного лоскута тыльной ветви лучевой артерии (рис. 16, 17).

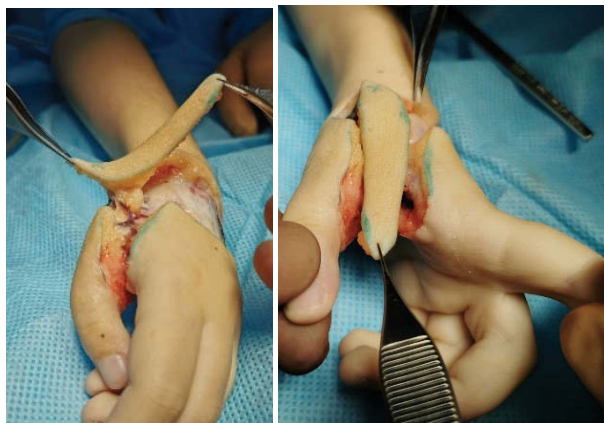


Рис. 16. Внешний вид лоскута перед закрытием

Fig. 16. View of the flap before closing



Рис. 17. Закрытие дефекта

Fig. 17. Coverage of defect

Клинический пример 6

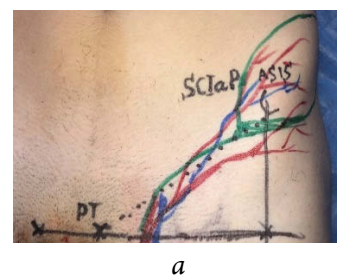
Пациент И., 17 лет. После пулевого ранения левой кисти имеет место рубцовая контрактура по тыльной поверхности с повреждением сухожилий разгибателей (рис. 18).



Рис. 18. Рубцовая контрактура тыльной поверхности левой кисти у пациента К. 15 лет

Fig. 18. Severe contracture of the dorsal surface of the left hand in patient K., 15 years old

Выполнены устранение контрактуры, тендопластика сухожилий разгибателей и закрытие дефекта с помощью свободного перфорантного лоскута поверхностной артерии, огибающей подвздошную ость (рис. 19, 20).



а



б

Рис. 19. Предоперационная разметка (а) и этапы поднятия лоскута (б)

Fig. 19. Preoperative marking (а) and flap dissection stages (б)



Рис. 20. Закрытие дефекта

Fig. 20. Coverage of defect

Выбор метода закрытия дефекта тканей верхней конечности является предметом продолжающихся споров. Широкий спектр реконструктивных опций и отсутствие четких руководств неизбежно дают хирургу свободу выбора, который ограничивается лишь его мастерством и знаниями [11, 15].

На протяжении многих лет разрабатываются алгоритмы по замещению дефектов тканей для упрощения выбора и систематизации методов реконструкции [17, 18]. В созданных алгоритмах приняты во внимание типы и локализация дефектов, а также антропометрические данные пациентов. Некоторые авторы уделяют особое внимание соответствию кожного покрова и минимальному донорскому дефекту, предпочитая кожно-фасциальные и перфорантные лоскуты [19].

Фасциальные и кожно-фасциальные лоскуты оптимальны в отношении закрытия обнаженных сухожилий, что создает необходимые предпосылки для их последующей адекватной скольжения, а также восстановления чувствительности, что чрезвычайно важно для кисти [16, 20, 21]. Перфорантные лоскуты позволяют избежать пересечения магистральных сосудов, однако ввиду относительно непротяженной питающей ножки пригодны для замещения сравнительно небольших дефектов [14].

В случае глубоких дефектов эффективным является применение лоскутов с включением в их состав мышечных компонентов для заполнения «мертвых пространств» и профилактики гематом [22].

Считается, что для замещения небольших по площади дефектов достаточно использовать локальные или региональные лоскуты, в то время как для обширных дефектов более предпочтительны свободные или дистантные лоскуты на питающей ножке [23].

Проблема выбора между свободными и дистантными лоскутами на питающей ножке наталкивает на важные рассуждения. Свободные лоскуты могут обеспечить надежные многотканевые пересадки с неоспоримыми преимуществами с точки зрения кровоснабжения, регенераторного потенциала и устойчивости к инфицированию [21].

В современной реконструктивной и пластической хирургии известны принципы «реконструктивной лестницы» и «лифта» [24]. Первый заключается в том, чтобы не переходить к сложному методу реконструкции, не испытыв более простой. Каждый метод, начиная с простого – первичного сшивания краев дефекта или раны – до наиболее сложного – микрохирургической аутотрансплантации комплексов тканей – представлен в виде «ступеней» или «этажей». Второй принцип предполагает возможность реконструкции с помощью любого из представленных на «этажах» метода путем подъема на условном лифте.

Ограничения применения местных лоскутов для закрытия обширных дефектов продиктованы относительным недостатком пластического материала донорской зоны, сниженной мобильностью лоскута и сопутствующим повреждением окружающих тканей с потенциальной угрозой приживления транспонированных тканей [16].

Возможность одномоментной реконструкции с последующей ранней реабилитацией снижает риски рубцовых процессов и контрактур, позволяя качественнее и быстрее вернуться к повседневному образу жизни [19, 25]. Выполнение операций по закрытию дефектов тканей с помощью свободной пересадки комплексов тканей требует наложения микрососудистых анастомозов с потенциальным риском их тромбоза [26].

Дистантные лоскуты, такие как стебельчатый паховый или лоскут передней брюшной стенки, считаются надежными, особенно у пациентов в тяжелом состоянии или с сопутствующими сосудистыми поражениями (обширные ожоги, сахарный диабет), для которых длительные микрохирургические пересадки имеют серьезные противопоказания [27–30]. Выполнение операций по их перемещению технически проще и быстрее, требуют меньшей предоперационной подготовки пациента и послеоперационного мониторинга в сравнении со свободными лоскутами [31].

Лоскут передней брюшной стенки на временной питающей ножке считается универсальным и не требует навыков наложения микрососудистых анастомозов с использованием операционного микроскопа. Очевидно, что проведение подобных операций более выгодно с экономической точки зрения. Относительно узкое основание лоскута позволяет моделировать его без складок и неровностей в реципиентной зоне. Основными их недостатками являются: этапность, необходимость иммобилизации в вынужденном положении конечности и связанная с этим потенциальная необходимость разработки движений, что трудно осуществимо у детей раннего возраста, а также последующие редукцион-

ные оперативные вмешательства, направленные на уменьшение избыточного объема подкожного жира в зоне перемещенного лоскута [32].

В случае электрических ожогов и их последствий не исключены повреждения реципиентных сосудов на протяжении, что ограничивает выполнение микрохирургической пересадки трансплантатов. Кроме того, использование свободных лоскутов может привести к тромбозу микроанастомозов и даже магистральных сосудов и ишемии конечности [33]. Однако некоторые авторы предпочитают свободную пересадку лоскутов при ожогах и их последствиях, поскольку данная процедура позволяет начать раннюю реабилитацию и создает благоприятный мягкотканый субстрат для восстановления движений в суставах верхней конечности [34].

В мировой литературе и практике описаны методы лечения пациентов с дефектами верхних конечностей с использованием искусственных заместителей кожи или вакуумной терапии, основанные на способствовании росту грануляций. Местная терапия с созданием отрицательного давления (вакуумная терапия) оказывает дренирующий эффект, способствуя быстрому очищению дефектов от детрита, инфекционных агентов, и стимулируя переход от фазы воспаления к фазе грануляции раны в кратчайшие сроки [35].

Биоинженерные разработки являются валидной опцией для применения у пациентов, у которых выполнение реконструктивных методик противопоказано в связи с сопутствующей патологией. В 1981 г. J.F. Burke и соавт. описали искусственный замещающий кожу материал, в состав которого входил слой силиконового эпидермиса и дермы из пористого коллагена с хондроитин-6-сульфата, используемый для лечения пациентов с ожогами [36].

Замещающие кожу покрытия являются гетерогенной группой материалов, применяемых для закрытия ран и замены функций кожи, иногда временно, в зависимости от их характеристик [37]. Описано использование подобных материалов для временного закрытия обнаженных сухожилий, суставов, костных структур, с последующими реконструктивными вмешательствами [38].

Наши рассуждения на предмет выбора тактики лечения детей с дефектами верхних конечностей можно свести к следующим положениям.

1. Локальные и региональные, а также дистантные лоскуты на питающей ножке являются «рабочими лошадками» в реконструктивной и пластической хирургии, относительно просты в выполнении. В случае наличия у пациента хронических сопутствующих заболеваний, тяжести его состояния, они являются методом выбора с высокими шансами на успех.

2. Свободная пересадка комплексов тканей технически сложна, требует тщательной предоперационной подготовки и планирования, а также послеоперационного ведения пациентов. При этом существует потенциальный риск отсутствия приживления. Вместе с тем, данная методика имеет неоспоримые преимущества: одномоментное замещение дефекта хорошо кровоснабжаемым комплексом тканей, создание необходимого субстрата для восстановления с косметической и функциональной точек зрения.

3. При большом выборе лоскутов и трансплантатов для замещения дефектов верхних конечностей важную роль играют вспомогательные методы, такие как вакуумная терапия, замещающие кожный покров материалы, которые являются эффективными и малотравматичными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В мировой литературе и практике описано множество алгоритмов по тактике реконструктивных вмешательств при дефектах верхней конечности, в частности, кисти. У каждого из них есть свои преимущества и недостатки, имеют место субъективные предпочтения специалистов. Работа реконструктивного хирурга подразумевает изучение и применение на практике разнообразных методик – от консервативных, общехирургических до микрохирургических. В процессе этого формируется ценнейший опыт, позволяющий принимать решения в сложнейших ситуациях. С нашей точки зрения, данное обстоятельство имеет решающее значение в выборе тактики лечения пациентов с дефектами тканей верхних конечностей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Dębski T., Noszczyk B.H. Epidemiology of complex hand injuries treated in the Plastic Surgery Department of a tertiary referral hospital in Warsaw. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2021;47(5):1607-1612. doi:10.1007/s00068-020-01312-5
2. Nellans K.W., Chung K.C. Pediatric hand fractures. *Hand Clin.* 2013;29(4):569-578.
3. Yorlets R.R., Busa K., Eberlin K.R., Raisolsadat M.A., Bae D.S., Waters P.M., Labow B.I., Taghinia A.H. Fingertip Injuries in Children: Epidemiology, Financial Burden, and Implications for Prevention. *Hand (N Y).* 2017 Jul;12(4):342-347. doi: 10.1177/1558944716670139; Epub 2016 Sep 26. PMID: 28644934; PMCID: PMC5484449.

4. Sullivan M.A., Cogan C.J., Adkinson J.M. Pediatric Hand Injuries. *Plast Surg Nurs*. 2016 Jul-Sep;36(3):114-20. doi: 10.1097/PSN.0000000000000145; PMID: 27606586
5. Vadivelu R., Dias J.J., Burke F.D., Stanton J. Hand injuries in children: A prospective study. *J Pediatr Orthop*. 2006;26(1):29-35.
6. Mahabir R.C., Kazemi A.R., Cannon W.G., Courtemanche D.J. Pediatric hand fractures: A review. *Pediatr Emerg Care*. 2001;17(3):153-156.
7. Chew E.M., Chong A.K. Hand fractures in children: Epidemiology and misdiagnosis in a tertiary referral hospital. *J Hand Surg Am*. 2012;37(8):1684-1688.
8. Lempesis V., Rosengren B.E., Landin L., Tiderius C.J., Karlsson M.K. Hand fracture epidemiology and etiology in children-time trends in Malmö, Sweden, during six decades. *J Orthop Surg Res*. 2019 Jul 12;14(1):213. doi: 10.1186/s13018-019-1248-0; PMID: 31299998; PMCID: PMC6626361
9. Shah S.S., Rochette L.M., Smith G.A. Epidemiology of pediatric hand injuries presenting to United States Emergency Departments, 1990 to 2009. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012;72(6):1688-1694.
10. Benanti E., De Santis G., Leti Acciaro A., Colzani G., Baccarani A., Starnoni M. Soft tissue coverage of the upper limb: A flap reconstruction overview. *Ann Med Surg (Lond)*. 2020 Nov 6;60:338-343. doi: 10.1016/j.amsu.2020.10.069; PMID: 33224487; PMCID: PMC7666305
11. Alphonsus C.K. Principles in the management of a mangled hand. *Indian J Plast Surg*. 2011 May;44(2):219-26. doi: 10.4103/0970-0358.85343; PMID: 22022032; PMCID: PMC3193634
12. Pederson W.C. Upper extremity microsurgery. *Plast Reconstr Surg*. 2001 May;107(6):1524-37. PMID: 11335829.
13. Rehim S.A., Kowalski E., Chung K.C. Enhancing aesthetic outcomes of soft-tissue coverage of the hand. *Plast Reconstr Surg*. 2015 Feb;135(2):413e-428e. doi: 10.1097/PRS.0000000000001069; PMID: 25626826; PMCID: PMC4789779
14. Ono S., Sebastin S.J., Ohi H., Chung K.C. Microsurgical Flaps in Repair and Reconstruction of the Hand. *Hand Clin*. 2017 Aug;33(3):425-441. doi: 10.1016/j.hcl.2017.04.001; PMID: 28673620
15. Bashir M.M., Sohail M., Shami H.B. Traumatic Wounds of the Upper Extremity: Coverage Strategies. *Hand Clin*. 2018 Feb;34(1):61-74. doi: 10.1016/j.hcl.2017.09.007. PMID: 29169598.
16. Herter F, Ninkovic M, Ninkovic M. Rational flap selection and timing for coverage of complex upper extremity trauma. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2007;60(7):760-768. doi: 10.1016/j.bjps.2007.03.008. Epub 2007 May 29. PMID: 17526442
17. Lemmon J.A., Janis J.E., Rohrich R.J. Soft-tissue injuries of the fingertip: methods of evaluation and treatment. An algorithmic approach. *Plast Reconstr Surg*. 2008 Sep;122(3):105e-117e. doi: 10.1097/PRS.0b013e3181823be0. PMID: 18766028.
18. Durham R.M., Mistry B.M., Mazuski J.E., Shapiro M., Jacobs D. Outcome and utility of scoring systems in the management of the mangled extremity. *Am J Surg*. 1996 Nov;172(5):569-573; discussion 573-574. doi: 10.1016/S0002-9610(96)00245-0; PMID: 8942565
19. Ono S., Sebastin S.J., Ohi H., Chung K.C. Microsurgical Flaps in Repair and Reconstruction of the Hand. *Hand Clin*. 2017 Aug;33(3):425-441. doi: 10.1016/j.hcl.2017.04.001; PMID: 28673620
20. Geddes C.R., Morris S.F., Neligan P.C. Perforator flaps: evolution, classification, and applications. *Ann Plast Surg*. 2003 Jan;50(1):90-9. doi: 10.1097/00000637-200301000-00016; PMID: 12545116
21. Pederson W.C. Upper extremity microsurgery. *Plast. Reconstr. Surg*. 2001, May;17(6):1524-1536.
22. Samson D., Power D.M. The Adipofascial Radial Artery Perforator Flap: A Versatile Reconstructive Option in Upper Limb Surgery. *Hand Surg*. 2015;20(2):266-72. doi: 10.1142/S0218810415500227. PMID: 26051767.
23. Vitse J., Bekara F., Bertheuil N., Sinna R., Chaput B., Herlin C. Perforator-based propeller flaps reliability in upper extremity soft tissue reconstruction: a systematic review. *J Hand Surg Eur*. 2017 Feb;42(2):157-164. doi: 10.1177/1753193416669262; Epub 2016 Sep 28. PMID: 27671797
24. Gottlieb L.J., Krieger L.M. From the reconstructive ladder to the reconstructive elevator. *Plast Reconstr Surg*. 1994 Jun;93(7):1503-4. doi: 10.1097/00006534-199406000-00027; PMID: 7661898
25. Miller E.A., Friedrich J. Soft Tissue Coverage of the Hand and Upper Extremity: The Reconstructive Elevator. *J Hand Surg Am*. 2016 Jul;41(7):782-92. doi: 10.1016/j.jhsa.2016.04.020. Epub 2016 Jun 8. PMID: 27288305
26. Sabo V.Y. Functional Outcome of Staged Reconstruction of Blast Injury of the Hand. *Niger J Clin Pract*. 2021 Sep;24(9):1404-1409. doi: 10.4103/njcp.njcp_329_20; PMID: 34531357
27. Naalla R., Chauhan S., Dave A., Singhal M. Reconstruction of post-traumatic upper extremity soft tissue defects with pedicled flaps: An algorithmic approach to clinical decision making. *Chin J Traumatol*. 2018 Dec;21(6):338-351. doi: 10.1016/j.cjtee.2018.04.005. Epub 2018 Nov 5. PMID: 30579714; PMCID: PMC6354178
28. El-Sabbagh A.H., Zeina A.A., El-Hadidy A.M., El-Din A.B. Reversed posterior interosseous flap: safe and easy method for hand reconstruction. *J Hand Microsurg*. 2011 Dec;3(2):66-72. doi: 10.1007/s12593-011-0042-y; Epub 2011 May 6. PMID: 23204772; PMCID: PMC3172356.

29. Akdağ O., Yıldırım G., Sütçü M., Karamiş M. Posterior interosseous flap versus reverse adipofascial radial forearm flap for soft tissue reconstruction of dorsal hand defects. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2018 Jan;24(1):43-48. doi: 10.5505/tjtes.2017.41196; PMID: 29350367
30. Melillo A., Addagatla K., Jarrett N.J. Necrotizing Soft Tissue Infections of the Upper Extremity. *Hand Clin.* 2020 Aug;36(3):339-344. doi: 10.1016/j.hcl.2020.03.007; PMID: 32586460
31. Goertz O., Kapalschinski N., Daigeler A., Hirsch T., Homann H.H., Steinstraesser L., Lehnhardt M., Steinau H.U. The effectiveness of pedicled groin flaps in the treatment of hand defects: results of 49 patients. *J Hand Surg Am.* 2012 Oct;37(10):2088-94. doi: 10.1016/j.jhsa.2012.07.014. Epub 2012 Aug 31. PMID: 22939822
32. Melillo A., Addagatla K., Jarrett N.J. Necrotizing Soft Tissue Infections of the Upper Extremity. *Hand Clin.* 2020 Aug;36(3):339-344. doi: 10.1016/j.hcl.2020.03.007; PMID: 32586460
33. Al-Qattan M.M., Al-Qattan A.M. Defining the Indications of Pedicled Groin and Abdominal Flaps in Hand Reconstruction in the Current Microsurgery Era. *J Hand Surg Am.* 2016 Sep;41(9):917-27. doi: 10.1016/j.jhsa.2016.06.006; Epub 2016 Jul 19. PMID: 27450894
34. Ng Z.Y., Tan S.S., Lellouch A.G., Cetrulo C.L. Jr, Chim H.W. Soft Tissue Reconstruction of Complete Circumferential Defects of the Upper Extremity. *Arch Plast Surg.* 2017 Mar;44(2):117-123. doi: 10.5999/aps.2017.44.2.117. Epub 2017 Mar 15. PMID: 28352600; PMCID: PMC5366518
35. Norman G., Goh E.L., Dumville J.C., et al. Negative pressure wound therapy for surgical wounds healing by primary closure. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020;5(5):CD009261. Published 2020 May 1. doi:10.1002/14651858.CD009261
36. Burke J.F., Yannas I.V., Quinby W.C. Jr, Bondoc C.C., Jung W.K. Successful use of a physiologically acceptable artificial skin in the treatment of extensive burn injury. *Ann Surg.* 1981 Oct;194(4):413-28. doi: 10.1097/0000658-198110000-00005; PMID: 6792993; PMCID: PMC1345315
37. Shores J.T., Gabriel A., Gupta S. Skin substitutes and alternatives: a review. *Adv Skin Wound Care.* 2007 Sep;20(9 Pt 1):493-508; quiz 509-10. doi: 10.1097/01.ASW.0000288217.83128.f3; PMID: 17762218.
38. Shores J.T., Hiersche M., Gabriel A., Gupta S. Tendon coverage using an artificial skin substitute. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2012 Nov;65(11):1544-50. doi: 10.1016/j.bjps.2012.05.021; Epub 2012 Jun 20. PMID: 22721977

Информация об авторах

Александров Александр Владимирович – зав. отделением реконструктивной микрохирургии ДГКБ им. Н.Ф. Филатова (Россия, 103001, г. Москва, ул. Садовая-Кудринская, д. 15).

<https://orcid.org/0000-0002-6110-2380>

e-mail: alexmicrosur@mail.ru

Александрова Наталья Евгеньевна – врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реаниматологии с операционным блоком ДГКБ им. Н.Ф. Филатова (Россия, 103001, г. Москва, ул. Садовая-Кудринская, д. 15).

e-mail: docnatali1@yandex.ru

Гончарук Павел Викторович  – врач-хирург отделения реконструктивной микрохирургии ДГКБ им. Н.Ф. Филатова (Россия, 103001, г. Москва, ул. Садовая-Кудринская, д. 15).

<https://orcid.org/0000-0002-9560-037X>

e-mail: goncharukpavel@yandex.ru

Евдокимов Александр Николаевич – врач-хирург отделения реконструктивной микрохирургии ДГКБ им. Н.Ф. Филатова (Россия, 103001, г. Москва, ул. Садовая-Кудринская, д. 15).

<https://orcid.org/0000-0002-9113-3612>

e-mail: pediatrix@yandex.ru

Ламия Яссер Идрис – аспирант кафедры детской хирургии РНИМУ им. Н.И. Пирогова (Россия, 117513, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1)

<https://orcid.org/0000-0002-4902-7939>

e-mail: idrislamia@mail.ru

Рыбченок Всеволод Витальевич – д-р мед. наук, гл. научн. сотрудник отдела детской реконструктивно-пластической хирургии НИИ клинической хирургии РНИМУ им. Н.И. Пирогова (Россия, 117513, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1), врач-хирург отделения реконструктивной микрохирургии ДГКБ им. Н.Ф. Филатова (Россия, 103001, г. Москва, ул. Садовая-Кудринская, д. 15).

<https://orcid.org/0000-0001-9635-891X>
e-mail: sevasurgeon@gmail.com

Смирнов Александр Андреевич – врач-хирург отделения реконструктивной микрохирургии ДГКБ им. Н.Ф. Филатова (Россия, 103001, г. Москва, ул. Садовая-Кудринская, д. 15).
<http://orcid.org/0000-0002-7274-8291>
e-mail: smirnov_aan@bk.ru

Хагуров Руслан Асланчериевич – врач-хирург отделения реконструктивной микрохирургии ДГКБ им. Н.Ф. Филатова (Россия, 103001, г. Москва, ул. Садовая-Кудринская, д. 15).
<https://orcid.org/0000-0001-7944-8438>
e-mail: dr.khagurov@gmail.com

Коваль Станислав Юрьевич – врач-хирург отделения реконструктивной микрохирургии ДГКБ им. Н.Ф. Филатова (Россия, 103001, г. Москва, ул. Садовая-Кудринская, д. 15).
e-mail: gonduras10@rambler.ru

Саморукова Нина Николаевна – врач-хирург отделения реконструктивной микрохирургии ДГКБ им. Н.Ф. Филатова (Россия, 103001, г. Москва, ул. Садовая-Кудринская, д. 15).
e-mail: dr.stillpoint@gmail.com

Львов Николай Васильевич – врач-хирург отделения реконструктивной микрохирургии ДГКБ им. Н.Ф. Филатова (Россия, 103001, г. Москва, ул. Садовая-Кудринская, д. 15).
e-mail: dr.stillpoint@gmail.com

Information about the authors

Alexander V. Alexandrov, head of the Department of Reconstructive Microsurgery, N.F. Filatov Moscow Clinical Hospital for Children (15, Sadovaya-Kudrinskaya st., Moscow, 103001, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-6110-2380>
e-mail: alexmicrosurg@mail.ru

Natal'ya Ye. Alexandrova, anesthesiologist, the Department of Anesthesiology, N.F. Filatov Moscow Clinical Hospital for Children (15, Sadovaya-Kudrinskaya st., Moscow, 103001, Russia).
e-mail: docnatali1@yandex.ru

Pavel V. Goncharuk , surgeon, the Department of Reconstructive Microsurgery, N.F. Filatov Moscow Clinical Hospital for Children (15, Sadovaya-Kudrinskaya st., Moscow, 103001, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-9560-037X>
e-mail: goncharukpavel@yandex.ru

Alexander N. Evdokimov, surgeon, the Department of reconstructive microsurgery, N.F. Filatov Moscow Clinical Hospital for Children (15, Sadovaya-Kudrinskaya st., Moscow, 103001, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-9113-3612>
e-mail: pediatrix@yandex.ru

Lamiya Ya. Idris, post-graduated student, the Department of Pediatric Surgery, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University (1, Ostrovityanov st., Moscow, 117997, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-4902-7939>
e-mail: idrislamiya@mail.ru

Vsevolod V. Rybchenok, Dr. Med. Sci., head of the Research Fellow Department, Research Institute of Clinical Surgery, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, (1, Ostrovityanov st., Moscow, 117997, Russia); surgeon of the Department of Reconstructive Microsurgery, N.F. Filatov Moscow Clinical Hospital for Children (15, Sadovaya-Kudrinskaya st., Moscow, 103001, Russia).
<https://orcid.org/0000-0001-9635-891X>
e-mail: sevasurgeon@gmail.com

Alexander A. Smirnov, surgeon, the Department of Reconstructive Microsurgery, N.F. Filatov Moscow Clinical Hospital for Children (15, Sadovaya-Kudrinskaya st., Moscow, 103001, Russia).

<http://orcid.org/0000-0002-7274-8291>

e-mail: smirnov_aan@bk.ru

Ruslan A. Khagurov, surgeon, the Department of Reconstructive Microsurgery, N.F. Filatov Moscow Clinical Hospital for Children (15, Sadovaya-Kudrinskaya st., Moscow, 103001, Russia).

<https://orcid.org/0000-0001-7944-8438>.

e-mail: dr.khagurov@gmail.com

Stanislav Y. Koval, surgeon, the Department of Reconstructive Microsurgery, N.F. Filatov Moscow Clinical Hospital for Children (15, Sadovaya-Kudrinskaya st., Moscow, 103001, Russia).

e-mail: gonduras10@rambler.ru

Nina N. Samorukova, surgeon of the Department of Reconstructive Microsurgery, N.F. Filatov Moscow Clinical Hospital for Children (15, Sadovaya-Kudrinskaya st., Moscow, 103001, Russia).

e-mail: dr.stillpoint@gmail.com

Nikolay V. L'vov, surgeon of the Department of Reconstructive Microsurgery, N.F. Filatov Moscow Clinical Hospital for Children (15, Sadovaya-Kudrinskaya st., Moscow, 103001, Russia).

e-mail: dr.stillpoint@gmail.com

Поступила в редакцию 12.12.2021; одобрена после рецензирования 18.01.2022; принята к публикации 22.01.2022

The paper was submitted 12.12.2021; approved after reviewing 18.01.2022; accepted for publication 22.01.2022

РЕКОНСТРУКЦИЯ НИЖНЕАЛЬВЕОЛЯРНОГО НЕРВА ПРИ РЕЗЕКЦИИ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ ПО ПОВОДУ ДОБРОКАЧЕСТВЕННЫХ ОПУХОЛЕЙ

К.С. Гилёва^{1, 2✉}, Р.Т. Адамян², С.Р. Ботоев¹

¹ Медицинский научно-образовательный центр
«Университетская клиника МГУ им. М.В. Ломоносова»,
Москва, Российская Федерация

² Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского,
Москва, Российская Федерация

Аннотация

В статье представлены клинические результаты применения нового метода реконструкции нижнеальвеолярного нерва при резекции нижней челюсти по поводу доброкачественных опухолей у 10 пациентов в возрасте от 18 до 60 лет.

Цель исследования: разработать метод реконструкции нижнеальвеолярного нерва и оценить ее эффективность при резекции нижней челюсти по поводу доброкачественных опухолей. Особенностью предложенного метода является использование икроножного нерва в качестве донора и язычного нерва в качестве реципиента, при невозможности сохранить проксимальный конец нижнеальвеолярного нерва. Разработан алгоритм хирургической тактики одномоментной реконструкции нерва. Оценены безопасность и эффективность данного метода.

Ключевые слова: нижнеальвеолярный нерв, резекция нижней челюсти, икроножный нерв, язычный нерв, реиннервация.

Конфликт интересов: авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Гилёва К.С., Адамян Р.Т., Ботоев С.Р. Реконструкция нижнеальвеолярного нерва при резекции нижней челюсти по поводу доброкачественных опухолей // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2022. Т. 25, № 1. С. 18–25. doi 10.52581/1814-1471/80/02

RECONSTRUCTION OF THE LOWER ALVEOLAR NERVE DURING LOWER JAW RESECTION FOR BENIGN TUMORS

K.S. Gileva^{1, 2✉}, R.T. Adamyan², S.R. Botoev¹

¹ Medical Research and Education Center
“University Clinic of M.V. Lomonosov Moscow State University”,
Moscow, Russian Federation

² Russian Scientific Center for Surgery named after acad. B.V. Petrovsky,
Moscow, Russian Federation

Abstract

The paper presents clinical results of using a new method of reconstruction of the lower alveolar nerve during mandible resection due to benign tumors for 10 patients aged 18 to 60 years. The aim of this work is to include in the concept of complete rehabilitation of the patient in the case of mandible resection the restoration of the sensitivity of the lower lip and the innervation zone of the lower alveolar nerve. A feature of the method is the use of the sural nerve as a donor and the lingual nerve as a recipient, if it is impossible to preserve the proximal end of the lower alveolar nerve. An algorithm for simultaneous nerve reconstruction was developed. The safety and effectiveness of this method were evaluated.

- Keywords:** lower alveolar nerve, mandible resection, sural nerve, lingual nerve, reinnervation.
- Conflict of interest:** the authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this paper.
- Financial disclosure:** no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.
- For citation:** Gileva K.S., Adamyan R.T., Botoev S.R. Reconstruction of the lower alveolar nerve during lower jaw resection for benign tumors. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2022;25(1):18–25. doi 10.52581/1814-1471/80/02

ВВЕДЕНИЕ

Одной из главных ветвей челюстно-лицевой и пластической хирургии является реконструктивная хирургия лица, которая постоянно развивается, совершенствуется и находится в поиске новых методик для устранения дефектов и восстановления структур. Проблема полной реабилитации пациентов после резекции нижней челюсти остается актуальной в челюстно-лицевой хирургии. Резекция нижней челюсти приводит к нарушению не только функции жевания и глотания, но и речи, чувствительности нижней губы и внешнего вида пациента в целом. Основной задачей хирурга после резекции является устранение дефекта челюсти путем восстановления ее непрерывности, а также восстановление утраченных функций. На сегодняшний день приоритетным и самым эффективным способом восстановления непрерывности нижней челюсти считается применение ревааскуляризованного малоберцового аутооттрансплантата с одномоментной установкой дентальных имплантов и ортопедической конструкции, при этом происходит восстановление функций жевания, дыхания и глотания, а также внешнего вида пациента практически в полном объеме [1, 2]. Но мы не можем говорить о полной реабилитации, так как при данной методике не восстанавливается чувствительность нижней губы, вследствие чего возникают нарушения речи, трудности при употреблении напитков и потеря температурной чувствительности. В совокупности все эти факторы создают неблагоприятную среду для социальной адаптации пациента в послеоперационном периоде, в связи с чем мы предлагаем включать в понятие полной реабилитации одномоментную реконструкцию нижнеальвеолярного нерва [3].

Одними из первых методику сохранения нижнеальвеолярного сосудистого пучка, в составе которого находится нижнеальвеолярный нерв, разработали О. Jensen и D. Nock в 1987 г. Суть методики заключается в транспозиции сосудистого пучка при установке дентальных имплантов: в проекции нижнечелюстного канала выполняется удаление кортикальной пластинки, выделение и выведение пучка из канала, далее производится установка дентальных имплантов

без риска повреждения нижнеальвеолярного нерва [4–6].

В исследовании И.А. Арсеновой (2005) представлена методика реконструкции нижнеальвеолярного нерва, при которой нерв выделяют у места выхода из подбородочного отверстия и пересекают его в поперечном направлении. Затем находят нижнечелюстное отверстие с входящим в него нижнеальвеолярным нервом и вытягивают его из канала. В толще мягких тканей щеки и околоушно-жевательной области, по направлению от дистального конца нижнеальвеолярного нерва к основанию мышечкового отростка челюсти создают тоннель, через который с помощью лигатуры выводят проксимальный конец данного нерва к дистальному концу. Полученные дистальный и проксимальный концы соединяют путем наложения эпиневрального шва под микроскопом (рис. 1) [7, 8].

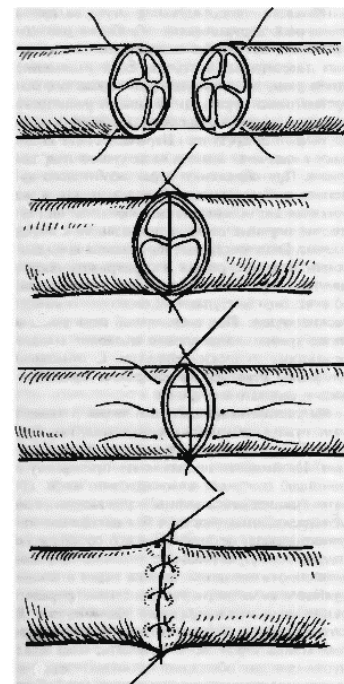


Рис. 1. Наложение эпиневрального шва

Fig. 1. Application of an epineural suture

В 2017 г. С.В. Терещук и С.Ю. Иванов опубликовали данные об успешном применении модифицированной методики Jensen и Nock. Ее адаптировали применительно к резекциям нижней челюсти с одномоментным устранением

дефекта реваскуляризированным малоберцовым аутоотрансплантатом. Для этого используют индивидуально смоделированный стереолитографический шаблон для резекции нижней челюсти и позиционирования нижнечелюстного сосудисто-нервного пучка со специальным пазом по ходу нижнечелюстного канала. В результате осуществляется точный доступ к сосудисто-нервному пучку, его выделение и отведение в специальный паз с целью защиты от повреждения во время выполнения резекции [9].

Недостатком данных методик является то, что они осуществимы лишь при условии сохранности сосудисто-нервного пучка, но зачастую диспластический процесс распространяется вглубь нижнечелюстного канала с поражением нижнеальвеолярного нерва (рис. 2).



Рис. 2. Остеобластокластома тела и ветви нижней челюсти с поражением проксимального конца нижнеальвеолярного нерва

Fig. 2. Osteoblastoclastoma of the body and branches of the lower jaw with damage to the proximal end of the inferior alveolar nerve

При сохранении сосудисто-нервного пучка, который вовлечен в диспластический процесс, повышается риск рецидива новообразования, что мы относим к недостаткам данных методик. Исходя из этого, по нашему мнению, наиболее перспективным методом при отсутствии возможности сохранить участок нижнеальвеолярного нерва является его реконструкция при помощи вставки из икроножного нерва.

Цель исследования: разработать метод реконструкции нижнеальвеолярного нерва и оценить ее эффективность при резекции нижней челюсти по поводу доброкачественных опухолей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В период с 2018 по 2020 г. было выполнено 10 резекций по поводу доброкачественных одонтогенных новообразований (миксома, амелобластома, остеобластокластома) у пациентов в возрасте от 18 до 60 лет. В зависимости от степени вовлеченности сосудисто-нервного пучка

нижнечелюстного канала пациенты были разделены на две группы по 5 человек. У представителей 1-й (основной) группы имелась возможность выделения проксимального и дистального фрагментов нижнечелюстного нерва, у пациентов 2-й (контрольной) группы существовала возможность выделения только дистального фрагмента того же нерва.

На этапе предоперационной подготовки всем пациентам проводились компьютернотомографическое исследование и оценка уровня распространения новообразования в нижнечелюстном канале с последующим моделированием индивидуальных стереолитографических шаблонов.

Оценка восстановления чувствительности зоны иннервации проводилась субъективными и объективными методами. Субъективно исследовались тактильная, болевая и температурная чувствительность. Зона иннервации была разделена на семь частей по анатомическим ориентирам (рис. 3): срединная линия лица, угол нижней челюсти, красная кайма нижней губы. Оценка субъективной чувствительности проводилась пятикратно: до операции, на 21-й день, через 3 мес, 6 мес, 1 год после операции.

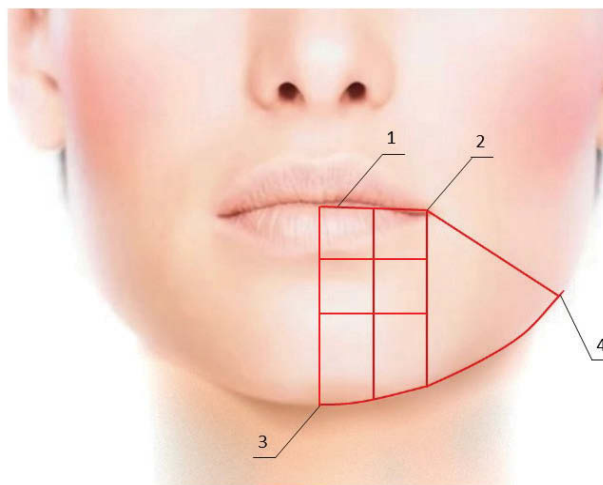


Рис. 3. Схема разделения зоны иннервации. Анатомические ориентиры: 1 – красная кайма нижней губы; 2 – угол рта; 3 – срединная линия лица; 4 – угол нижней челюсти

Fig. 3. Scheme of division of the zone of innervation. Anatomical landmarks: 1 – red border of the lower lip; 2 – corner of the mouth; 3 – median line of the face; 4 – angle of the lower jaw

Для объективной оценки чувствительности использовался электромиограф «Синапсис» (ООО НМФ «Нейротех», г. Таганрог) (рис. 4) с блоком исследования вызванных потенциалов, при помощи которого производилась регистрация соматосенсорных вызванных потенциалов, вырабатываемых в ответ на электрическую стимуляцию периферических нервов и регистри-

руемых с волосистой части головы в сенсорной области. Исследования проводились дважды: спустя 21 день и через 12 мес после операции.



Рис. 4. Электромиограф «Синапсис»

Fig. 4. Electromyograph "Synapsis"

В послеоперационном периоде пациенты направлялись к нейрофизиологу-реабилитологу с целью получения консервативной и физиотерапии для ускорения регенерации нерва. Срок наблюдения пациентов составил от 12 до 24 мес.

Методики реконструкции нижнеальвеолярного нерва

В нашей работе мы использовали две методики реконструкции нижнеальвеолярного нерва (табл. 1).

Таблица 1. Методики реконструкции
нижнеальвеолярного нерва

Table 1. Inferior alveolar nerve reconstruction
techniques

Реконструкция нижнеальвеолярного нерва	
Метод 1 (основная группа)	Метод 2 (контрольная группа)
Забор икроножного нерва	
Вставка между проксимальным и дистальным концами нижнеальвеолярного нерва	Вставка между дистальным фрагментом нижнеальвеолярного нерва и язычным нервом
Наложение периэпинеуральных швов	
Конец-в-конец	Конец-в-бок

Метод 1

Нижнеальвеолярный нерв выделяется дистально на уровне выхода из подбородочного отверстия, а проксимально – до уровня интактных тканей. Интраоперационно выполняется визуальный контроль степени вовлеченности сосудисто-нервного пучка в диспластический процесс. Резекция осуществляется путем одномоментного закрытия дефекта с использованием реvascularизированного аутооттрансплантата с последующей его фиксации (рис. 5).



Рис. 5. Этап моделирования малоберцового аутооттрансплантата

Fig. 5. Stage of fibular autograft modeling

После забора малоберцового аутооттрансплантата через сформированный доступ производится забор икроножного нерва (рис. 6). Далее выполняется реиннервация путем переноса вставки из икроножного нерва и наложение нейроанастомозов «конец-в-конец» между проксимальным и дистальным концами нижнеальвеолярного нерва (5 пациентов).



Рис. 6. Фрагмент икроножного нерва

Fig. 6. Fragment of the sural nerve

Метод 2

При поражении тела, угла и ветви нижней челюсти вместе с сосудисто-нервным пучком и невозможностью выделения и сохранения проксимального конца нижнеальвеолярного нерва (см. рис. 2) осуществляется забор и перенос вставки из икроножного нерва, но в качестве реципиента выступает язычный нерв (рис. 7). Производится наложение нейроанастомозов

периэпинеурально между дистальным концом нижнеальвеолярного нерва и язычным нервом «конец-в-бок» (рис. 8) (5 пациентов).

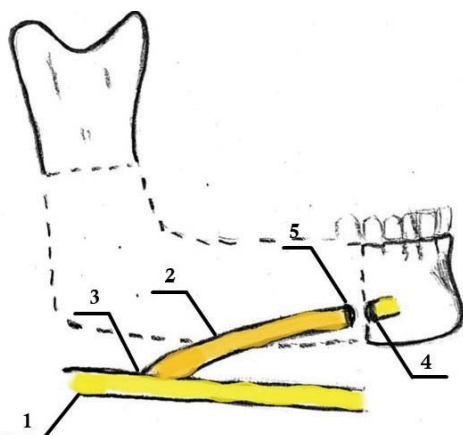


Рис. 7. Схематическое изображение реиннервации: 1 – язычный нерв; 2 – вставка из икроножного нерва; 3 – нейроанастомоз «конец-в-бок»; 4 – дистальный конец нижнеальвеолярного нерва; 5 – нейроанастомоз «конец-в-конец»

Fig. 7. Schematic representation of reinnervation: 1 – lingual nerve; 2 – insert from the sural nerve; 3 – end-to-side neuroanastomosis; 4 – distal end of the inferior alveolar nerve; 5 – end-to-end neuroanastomosis

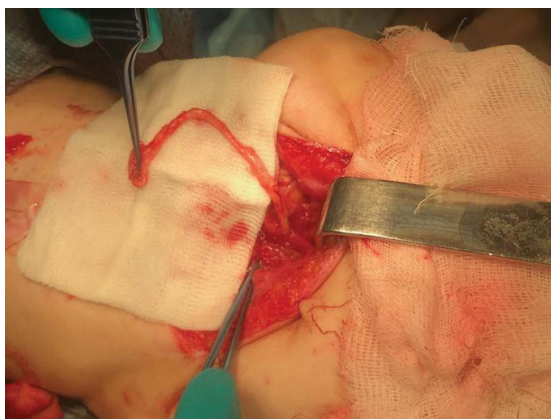


Рис. 8. Нейроанастомоз «конец-в-бок» с язычным нервом

Fig. 8. End-to-side neuroanastomosis with lingual nerve

РЕЗУЛЬТАТЫ

При оценке восстановления чувствительности зоны иннервации мы наблюдали результаты, представленные в табл. 2.

По субъективным результатам (рис. 9, 10) через 21 день после операции у всех больных наблюдалось отсутствие чувствительной иннервации в области нижней губы, за исключением одного пациента из 2-й группы, у которого отмечалась болевая чувствительность. Через 3 мес в 1-й группе у 3 (60%) пациентов восстановилась тактильная чувствительность, у 4 (80%) – болевая; во 2-й группе у 2 человек (40%) – тактильная, у 4 (80%) – болевая. Пробы темпера-

турной чувствительности были отрицательными у всех пациентов.

Таблица 2. Результаты оценки чувствительности зоны иннервации на основе субъективных ощущений пациентов

Table 2. The results of assessing the sensitivity of the zone of innervation based on the subjective sensations of patients

Срок исследования	Вид чувствительности	Метод 1, количество пациентов	Метод 2, количество пациентов
До операции	Тактильная	(5) +	(5) +
	Болевая	(5) +	(5) +
	Температурная	(5) +	(4) +, (1) –
21 сут	Тактильная	(5) –	(5) –
	Болевая	(5) –	(4) –, (1) +
	Температурная	(5) –	(5) –
3 мес	Тактильная	(3) +, (2) –	(2) +, (3) –
	Болевая	(4) +, (1) –	(4) +, (1) –
	Температурная	(5) –	(5) –
6 мес	Тактильная	(4) +, (1) –	(3) +, (2) –
	Болевая	(4) +, (1) –	(4) +, (1) –
	Температурная	(2) +, (3) –	(2) +, (3) –
12 мес	Тактильная	(5) +	(4) +, (1) –
	Болевая	(5) +	(4) +, (1) –

Примечание. Знаком «+» отмечена положительная проба, знаком «–» – отрицательная

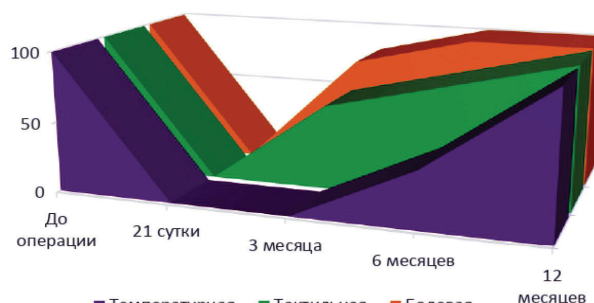


Рис. 9. Сроки восстановления чувствительности зоны иннервации у пациентов 1-й группы

Fig. 9. Terms of restoration of sensitivity innervation zones in patients of the 1st group



Рис. 10. Сроки восстановления чувствительности зоны иннервации у пациентов 2-й группы

Fig. 10. Terms of restoration of sensitivity in patients of the 2nd group

Спустя 6 мес в 1-й группе у 4 человек (80%) восстановилась тактильная, а у 2 (40%) – температурная чувствительность; во 2-й группе у 3 (60%) пациентов регистрировалась тактильная чувствительность, у 2 (40%) – температурная. Через 1 год в 1-й группе у всех пациентов восстановились все виды чувствительности, а во 2-й группе – у 4 человек (80%). Несмотря на практически полное восстановление иннервации, у всех пациентов отмечались участки гипостезии по температурной и тактильной чувствительности (рис. 11).

Результаты тригеминальных вызванных потенциалов у всех пациентов через 21 день после операции были отрицательными. Спустя 1 год у 9 (90%) пациентов регистрировались пики вызванных потенциалов (рис. 12), что указывает на отсутствие блока проведения по тройничному нерву.



Рис. 11. Участки гипостезии по температурной и тактильной чувствительности через 1 год после операции

Fig. 11. Areas of hypoesthesia by temperature and tactile sensitivity 1 year after surgery

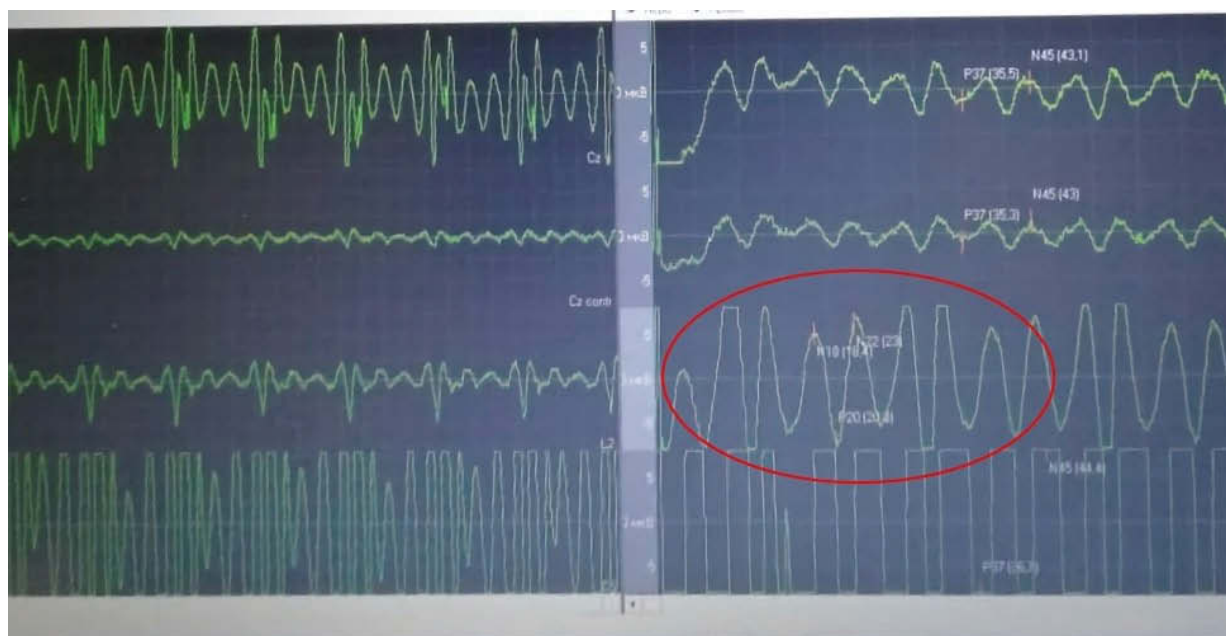


Рис. 12. Зарегистрированные пики потенциалов тройничного нерва через 1 год после операции (овалом выделен пик ответа в сенсорной области)

Fig. 12. Recorded trigeminal nerve potential peaks 1 year after surgery (the response peak in the sensory area is marked with an oval)

В результате чувствительность зоны иннервации восстановилась у 9 (90%) больных. Неудачу в одном случае мы связываем с нарушением температурной чувствительности еще до проведения операции за счет распространения опухоли в нижнечелюстной канал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Усовершенствование метода реконструкции нижней челюсти включает в себя не только разработки по созданию костного базиса из реваскуляризированного трансплантата, но и реконструкцию нижнеальвеолярного нерва, нарушение

целостности которого приводит к инвалидизации пациентов. Данная методика реконструкции эффективна как при сохранении проксимального конца нижнеальвеолярного нерва, так и при невозможности его сохранить. Реиннервация предложенным методом является эффективным этапом операции при резекции по поводу опухолевидных образований нижней челюсти, и ее следует выполнять всем пациентам в качестве одного из этапов полной реабилитации. При минимальном донорском ущербе восстанавливается чувствительность нижней губы, что значительно улучшает качество жизни пациентов и их социальную адаптацию.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гилева К.С., Адамян Р.Т., Арутюнов Г.Р., Золотарева А.С. Новые подходы в устранении дефектов челюстей с одномоментной зубочелюстной реабилитацией // Пластическая хирургия и эстетическая медицина. 2020. № 1. С. 30–45.
2. Вербо Е.В., Неробеев А.И. Реконструкция лица реваскуляризованными аутооттрансплантатами. М.: Медицина, 2008. 208 р.
3. Гилева К.С., Ботоев С.Р., Мартикайнен Е.А., Арутюнов Г.Р. Способ реиннервации нижнелуночкового нерва при резекции нижней челюсти: патент РФ № 2713461 С1, 10.09.2019, МПК А61В 17/00.
4. Jensen O., Nock D. Inferior alveolar nerve repositioning in conjunction with placement of osseointegrated implants: A case report // Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol. 1987. Vol. 63(3). P. 263–268. doi:10.1016/0030-4220(87)90187-3 PMID: 3473351.
5. Abayev B., Juodzbals G. Inferior alveolar nerve lateralization and transposition for dental implant placement. Part I: a systematic review of surgical techniques // J Oral Maxillofac Surg. 2015 Mar. Vol. 30, № 6(1):e2. doi:10.5037/jomr.2015.6102 PMID:25937873.
6. Nakagawa K., Ueki K., Takatsuka S., Takazakura D., Yamamoto E. Somatosensory-evoked potential to evaluate the trigeminal nerve after sagittal split osteotomy // Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2001, Feb. Vol. 91, № 2. P. 146–152. doi:10.1067/moe.2001.112331 PMID:11174589.
7. Арсенова И.А. Реабилитация больных с дефектами нижней челюсти и патологическими процессами: дис. ... д-ра мед. наук. Новосибирск, 2005. 337 с.
8. Дольницкий О.В. Атлас микрохирургических операций на периферических нервах. Киев, 1991.
9. Терещук С.В., Иванов С.Ю., Демченко П.А., Сухарев В.А. Сохранение нижнечелюстного сосудисто-нервного пучка при резекции нижней челюсти с одномоментным устранением дефекта реваскуляризованным трансплантатом // Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии. 2017. № 2. Р. 52–59.

REFERENCES

1. Gileva K.S., Adamyan R.T., Arutyunov G.R., Zolotareva A.S. Novyye podkhody v ustraneniі defektov chelyustey s odnomomentnoy zubocheľustnoy rehabilitatsiyey [New approaches in jaw defect reconstruction with simultaneous maxillofacial rehabilitation]. *Plasticheskaya Khirurgiya i Esteticheskaya Meditsina – Plastic Surgery and Aesthetic Medicine*. 2020;1:30-45 (In Russ.).
2. Verbo Ye.V., Nerobeyev A.I. Rekonstruktsiya lica revaskulyarizirovannyimi autotransplantatami [Reconstruction of the face with revascularized autografts]. Moscow, Medicine Publ., 2008. 208 p. (In Russ.).
3. Gileva K.S., Botoyev S.R., Martikaynen Ye.A., Arutyunov G.R. Sposob reinnervatsii nizhnelunochkovogo nerva pri rezekcii nizhney chelyusti. Patent RF № 2713461 S1, 10.09.2019, MPK A61B 17/00 [The method of reinnervation of the lower alveolar nerve during resection of the lower jaw. RF patent No. 2713461 C1, 09/10/2019, IPC A61B 17/00 (In Russ.).
4. Jensen O., Nock D. Inferior alveolar nerve repositioning in conjunction with placement of osseointegrated implants: A case report. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol*. 1987;63(3):263-268. doi:10.1016/0030-4220(87)90187-3 PMID: 3473351.
5. Abayev B., Juodzbals G. Inferior alveolar nerve lateralization and transposition for dental implant placement. Part I: a systematic review of surgical techniques. *J Oral Maxillofac Surg*. 2015 Mar;30;6(1):e2. doi:10.5037/jomr.2015.6102 PMID:25937873.
6. Nakagawa K., Ueki K., Takatsuka S., Takazakura D., Yamamoto E. Somatosensory-evoked potential to evaluate the trigeminal nerve after sagittal split osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2001;Feb;91(2):146-152. doi:10.1067/moe.2001.112331 PMID:11174589.
7. Arsenova I.A. Rehabilitatsiya bol'nyh s defektami nizhney chelyusti i patologicheskimi protsessami. Dis. d-ra med. nauk [Rehabilitation of patients with defects of the lower jaw and pathological processes. Diss. Dr. Med. sci.]. Novosibirsk, 2005. 337 p. (In Russ.).
8. Dol'nitskiy O.V. Atlas mikrokhirurgicheskikh operatsiy na perifericheskikh nervakh [Atlas of microsurgical operations on peripheral nerves]. Kiev, 1991 (In Russ.).
9. Tereshchuk S.V., Ivanov S.Yu., Demenchuk P.A., Sukharev V.A. Sohraneniye nizhnechelyustnogo sosudisto-nervnogo puchka pri rezekcii nizhney chelyusti s odnomomentnym ustraneniym defekta revaskulyarizovannym transplantatom [Preservation of the mandibular neurovascular bundle during resection of the mandible with simultaneous elimination of the defect with a revascularized graft]. *Annaly plasticheskoy, rekonstruktivnoy i esteticheskoy hirurgii – Annals of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*. 2017;2:52-59 (In Russ.).

Информация об авторах

Гилёва Ксения Сергеевна  – канд. мед. наук, зав. отделением пластической и реконструктивной хирургии Медицинского научно-образовательного центра «Университетская клиника МГУ им. М.В. Ломоносова» (Россия, 119192,

г. Москва, Ломоносовский пр., д. 27, корп. 10); врач пластический хирург отделения реконструктивной и пластической хирургии ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского» (Россия, 119991, г. Москва, ГСП-1, Абрикосовский пер., д. 2).

<https://orcid.org/0000-0001-5414-6900>

e-mail: drgileva@mail.ru

Адамян Рубен Татевосович – д-р мед. наук, профессор, зав. отделением реконструктивной и пластической хирургии ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского» (Россия, 119991, г. Москва, ГСП-1, Абрикосовский пер., д. 2).

<https://orcid.org/0000-0001-9357-633X>

e-mail: adameva@mail.ru

Ботоев Сослан Русланович – врач челюстно-лицевой хирург отделения пластической и реконструктивной хирургии Медицинского научно-образовательного центра «Университетская клиника МГУ им. М.В. Ломоносова» (Россия, 119192, г. Москва, Ломоносовский пр., д. 27, корп. 10).

<https://orcid.org/0000-0001-8089-3168>

e-mail: drsbot@yandex.ru

Information about the authors

Kseniya S. Gileva , Cand. Med. sci., head of the Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Medical Research and Education Center “University Clinic of the M.V. Lomonosov Moscow State University (27/10, Lomonosovsky Ave., Moscow, 119192, Russian Federation); plastic surgeon, the Department of Reconstructive and Plastic Surgery, Russian Scientific Center for Surgery named after A.I. acad. B.V. Petrovsky (2, Abrikosovsky lane, Moscow, 119991, Russia).

<https://orcid.org/0000-0001-5414-6900>

e-mail: drgileva@mail.ru

Ruben T. Adamyany, Dr. Med. sci., Professor, head of the Department of Reconstructive and Plastic Surgery, Russian Scientific Center for Surgery named after A.I. acad. B.V. Petrovsky (2, Abrikosovsky lane, Moscow, 119991, Russia).

<https://orcid.org/0000-0001-9357-633X>

e-mail: adameva@mail.ru

Soslan R. Botoev, maxillofacial surgeon, the Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Medical Research and Education Center “University Clinic of the M.V. Lomonosov Moscow State University (27/10, Lomonosovsky Ave., Moscow, 119192, Russia).

<https://orcid.org/0000-0001-8089-3168>

e-mail: drsbot@yandex.ru

Поступила в редакцию 26.12.2021; одобрена после рецензирования 18.01.2022; принята к публикации 22.01.2022

The paper was submitted 26.12.2021; approved after reviewing 18.01.2022; accepted for publication 22.01.2022

МИКРОХИРУРГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ЭРЕКТИЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ

П.С. Кызласов[✉], А.Т. Мустафаев

Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования ГНЦ ФГБУ
«Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» ФМБА России,
Москва, Российская Федерация

Аннотация

Эректильная дисфункция (ЭД) остается достаточно актуальной проблемой в современной медицине. Распространенность этой патологии подтверждает необходимость разработки новых методов ее диагностики и лечения. Микрохирургические операции в лечении ЭД имеют более чем полувековую историю. В статье представлен обзор микрохирургических методов лечения ЭД.

Ключевые слова: эректильная дисфункция, реваскуляризация полового члена, микрохирургический метод лечения эректильной дисфункции.

Конфликт интересов: авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Кызласов П.С., Мустафаев А.Т. Микрохирургические методы лечения эректильной дисфункции // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2022. Т. 25, № 1. С. 26–30. doi 10.52581/1814-1471/80/03

MICROSURGICAL TREATMENTS FOR ERECTILE DYSFUNCTION

P.S. Kyzlasov[✉], A.T. Mustafayev

Medical and Biological University of Innovation and Continuing Education, State Scientific Center,
A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Federal Medical and Biological Agency of Russia,
Moscow, Russian Federation

Abstract

Erectile dysfunction (ED) is a fairly urgent problem in modern medicine. The epidemiological situation confirms the need to develop new methods and treatment for ED. Microchemic surgeries in the treatment of ED have more than half a century of history. This manuscript provides an overview of microsurgical treatments for erectile dysfunction.

Keywords: erectile dysfunction, penile revascularization, microsurgical treatment for erectile dysfunction.

Conflict of interest: the authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this paper.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method metioned.

For citation: Kyzlasov P.S., Mustafayev A.T. Microsurgical treatments for erectile dysfunction. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2022;25(1):26–30. doi 10.52581/1814-1471/80/03

Эректильная дисфункция (ЭД) – это неспособность достижения или поддержания эрекции, необходимой для полового акта. Эпидемиологическая картина ЭД подтверждает актуальность ее лечения, а также необходимость разработки

новых методов диагностики и лечения рассматриваемой патологии. В 2012 г. под руководством профессора Д.Ю. Пушкаря (ныне академик РАН) было проведено исследование, посвященное частоте встречаемости ЭД у российских

мужчин в возрасте от 20 до 75 лет. По данным этого исследования, только у 10,1% мужчин признаки ЭД не отмечались, 71,3% отметили легкую степень ЭД, 6,6% – среднюю и 12,0% мужчин страдали тяжелой формой ЭД. Кроме того, результаты исследования показали, что среди курящих мужчин ЭД встречается на 15–20% чаще, чем среди некурящих [1, 2].

Эректильную дисфункцию классифицируют на три основные группы – психогенную, органическую и смешанную. Причинами, приводящими к развитию органической ЭД, могут служить васкулогенные, нейрогенные, анатомические, эндокринные и ятрогенные нарушения, а также прием определенных групп лекарственных препаратов [3].

Основой успешного лечения рассматриваемой патологии являются тщательная диагностика и определение истинных патогенетических причин развития заболевания. Диагностика пациентов с нарушениями ЭД должна включать в себя сбор подробного анамнеза, заполнение специфических анкет и опросников (МИЭФ-5, шкала ригидности полового члена, шкала копулятивной функции, шкала тревоги и депрессии), лабораторные исследования (биохимический анализ крови, гормональный профиль), инструментальные методы диагностики (фармакодоплерометрия, ультразвуковое исследование полового члена, КТ-кавернозография, биотезиометрия, КТ-ангиография) [1, 4].

Микрохирургические методики лечения ЭД являются самыми трудоемкими и наименее популярными у врачей, что объясняется технической сложностью проведения подобных операций и малым количеством пациентов, которым показаны микрохирургические методы лечения [5].

Резекция глубокой дорсальной вены / редукция венозного оттока от полового члена

Резекция глубокой дорсальной вены либо редукция венозного оттока от полового члена – достаточно популярные методы лечения веногенной эректильной дисфункции. Показаниями к оперативному лечению являются:

- подтвержденная веногенная ЭД;
- отсутствие артериальной этиологии в развитии ЭД;
- отсутствие сброса крови через ножки полового члена;
- отсутствие фиброза кавернозной ткани.

Суть операции заключается в лигировании проксимальной части глубокой дорсальной вены с целью исключения патологического венозного дренажа. Подобную операцию возможно также выполнять с помощью эндоваскулярных техно-

логий. Эффективность лечения при правильном отборе пациентов может достигать 90% [6].

Трансплантация сурального нерва после радикальной простатэктомии

Радикальная простатэктомия (РПЭ) является одной из причин развития ЭД у пациентов, страдающих раком предстательной железы. Учитывая усовершенствование диагностических методов, количество пациентов, перенесших РПЭ, увеличивается ежегодно. Нарушения эректильной функции после радикальной простатэктомии развиваются в среднем в 75% случаев [7].

Одним из методов улучшения сексуальной функции мужчин, перенесших РПЭ, может служить трансплантация сурального нерва. Суть операции заключается в двусторонней пересадке икроножных нервов к нервным пучкам полового члена. По данным J.C. Reese и соавт. (2019) [8], из 17 перенесших подобную операцию пациентов, 12 отметили стойкое улучшение эректильной функции. Операция выполнялась пациентам как с нервосберегающей технологией, так и без таковой. Критериями отбора для выполнения вмешательства являлись:

- возраст до 70 лет;
- отсутствие ЭД до РПЭ;
- отсутствие в анамнезе сахарного диабета (СД) и других заболеваний, повышающих риск развития ЭД.

Антеградная экстраперитонеоскопическая реваскуляризация полового члена

Эру сосудистых реконструктивных операций на половом члене с целью лечения ЭД начал чешский хирург Vaclav Michal. В 1973 г. он выполнил успешную микрохирургическую реваскуляризацию полового члена, суть которой заключалась в наложении анастомоза между нижней эпигастральной артерией и кавернозными телами. Эффективность операции, по данным автора, составляла порядка 74%.

В дальнейшем за почти полувековую историю реваскуляризаций были предложены десятки различных методик микрохирургических сосудистых операций на половом члене с целью лечения нарушений эрекции.

В 2018 г. в центре урологии и андрологии ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России (г. Москва) была разработана, запатентована (патент RU 2703110 С1, зарегистрирован 15.10.2019) и внедрена в клиническую практику методика микрохирургического лечения ЭД (рис. 1) с учетом недостатков предыдущих методик. Суть ее заключается в создании антеградного анастомоза между нижней эпигастральной артерией и глубокой дорсальной веной, а процесс забора

нижней эпигастральной артерии происходит экстраперитонеоскопически (рис. 2), что позволяет снизить инвазивность и уменьшить косметический дефект от операции. Антеградный анастомоз позволяет не нарушать естественный ток крови по глубокой дорсальной вене, что исключает возможность срабатывания клапанного механизма вены, что, в свою очередь, снижает риски тромбоза анастомоза [9].

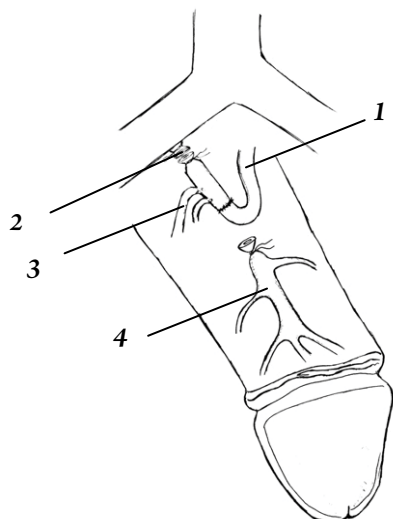


Рис. 1. Схематический рисунок антеградной экстраперитонеоскопической реваскуляризации полового члена: 1 – *a. epigastrica inferior*; 2 – *v. dorsalis penis profundal* (проксимальный конец); 3 – *vv. perforantae*; 4 – *v. dorsalis profundal* (дистальный конец)

Fig. 1. Scheme of antegrade extraperitoneal revascularization of the penis: 1 – *a. epigastrica inferior*; 2 – *v. dorsalis penis profundal* (proximal end); 3 – *vv. perforantae*; 4 – *v. dorsalis profundal* (distal end)

С 2018 г. центре урологии и андрологии ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России (г. Москва) пролечено 34 пациента с васкулогенной ЭД по разработанной методике. Критериями отбора пациентов являлись:

- возраст менее 40 лет;
- отсутствие в анамнезе СД и гипертонической болезни с сердечной недостаточностью;
- отказ от курения;
- ИМТ <30;
- подтвержденная васкулогенная ЭД;
- отсутствие патологического венозного дренажа через ножки полового члена;
- отсутствие фиброза кавернозной ткани.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Попов С.В., Орлов И.Н., Гринь Е.А. и др. Новые технологии и подходы в диагностике и лечении эректильной дисфункции // Вестник урологии. 2020. Т. 8, №2. С. 78–92. <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2020-8-2-78-92>
2. Пушкарь Д.Ю., Камалов А.А., Аль-Шукри С.Х. и др. Эпидемиологическое исследование распространенности эректильной дисфункции в Российской Федерации // Русский медицинский журнал. 2012. Т. 20, №3. С. 112–115.

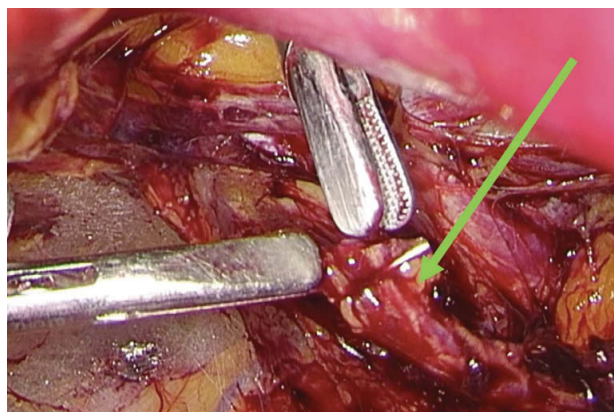


Рис. 2. Процесс выведения нижней эпигастральной артерии в рану полового члена через подкожный тоннель. Стрелкой показана нижняя эпигастральная артерия

Fig. 2. The process of bringing the lower epigastric artery into the wound of the penis through the subcutaneous tunnel. The arrow shows the inferior epigastric artery

Эффективность лечения в долгосрочной перспективе (максимальный срок наблюдения – 3 года) отмечалась у 31 из 34 пациентов. У двоих мужчин рецидив ЭД имел место через 2 и 7 мес после оперативного лечения (при контрольном обследовании у обоих пациентов отмечен патологический венозный дренаж через ножки полового члена, который отсутствовал в предоперационном периоде). У одного участника исследования рецидив наблюдался через 3 мес на фоне тромбоза анастомоза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Микрохирургические методы лечения ЭД незаменимы и безальтернативны, так как они максимально отвечают критериям физиологичности. Необходимым условием для эффективного лечения рассматриваемой патологии является тщательное предоперационное обследование пациентов с целью уточнения патогенетических причин, приведших к возникновению ЭД, а также правильного выбора способа хирургической коррекции и достижения максимального эффекта. Реваскуляризация полового члена является эффективным методом лечения васкулогенной эректильной дисфункции. Разработанный нашим центром метод реваскуляризации с учетом недостатков ранее предложенных методов является наименее инвазивным, сопровождающимся наименьшим количеством осложнений.

3. Irwin G.M. Erectile Dysfunction // *Prim Care*. 2019 Jun;46(2):249-255. doi: 10.1016/j.pop.2019.02.006. Epub 2019 Apr 1. PMID: 31030826
4. Повелица Э.А., Быстренков А.В., Подгайский В.Н. и др. Эндоваскулярная и двухэтапная комбинированная реваскуляризация полового члена при артериогенной эректильной дисфункции // *Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия медицинских наук*. 2019. Т. 16, №1. С. 77–87.
5. Mobley D.F., Khera M., Baum N. Recent advances in the treatment of erectile dysfunction // *Postgrad Med J*. 2017 Nov;93(1105):679-685. doi: 10.1136/postgradmedj-2016-134073. Epub 2017 Jul 27. PMID: 28751439
6. Жуков О.Б., Васильев А.Э., Жуматаев М.Б. Новые методы лечения васкулогенной эректильной дисфункции // *Андрология и генитальная хирургия*. 2018. Т. 19, №2. С. 58–68.
7. Бабинцев А.В., Борисов П.С., Ракул С.А. Лечение эректильной дисфункции у пациентов с раком предстательной железы после радикальной простатэктомии // *Андрология и генитальная хирургия*. 2017. №1. С. 80–86.
8. Reece J.C., Dangerfield D.C., Coombs C.J. End-to-side somatic-to-autonomic Nerve Grafting to Restore Erectile Function and Improve Quality of Life After Radical Prostatectomy // *Eur Urol*. 2019 Aug;76(2):189-196. doi: 10.1016/j.eururo.2019.03.036. Epub 2019 Apr 5. PMID: 30955973
9. Бурдин К.А., Кызласов П.С., Мустафаев А.Т., Хворов В.В. Антеградная ретроперитонеоскопическая реваскуляризация полового члена. Клинический пример успешного хирургического лечения артериогенной эректильной дисфункции // *Андрология и генитальная хирургия*. 2021. Т. 22, №4. С. 92–96. <https://doi.org/10.17650/1726-9784-2021-22-4-92-96>

REFERENCES

1. Popov S.V., Orlov I.N., Grin' Ye.A., et al. Novye tehnologii i podhody v diagnostike i lechenii erektil'noy disfunktsii [Erectile dysfunction: new technologies and approaches in diagnostics and treatment]. *Vestnik urologii*. 2020;8(2):78-92 (In Russ.).
2. Pushkar' D.Yu., Kamalov A.A., Al'-Shukri S.Kh., et al. Epidemiologicheskoye issledovaniye rasprostranonnosti erektil'noy disfunktsii v Rossiyskoy Federatsii [An epidemiological study of the prevalence of erectile dysfunction in the Russian Federation]. *Russkiy meditsinskiy zhurnal – Russian Medical Journal*. 2012;20(3):112-115. (In Russ.).
3. Irwin G.M. Erectile Dysfunction. *Prim Care*. 2019 Jun;46(2):249-255. doi: 10.1016/j.pop.2019.02.006. Epub 2019 Apr 1. PMID: 31030826
4. Povelitsa E.A., Bystrenkov A.V., Podgaitski V.N. et al. Endovaskulyarnaya i dvuhetapnaya kombinirovannaya revaskulyarizatsiya polovogo chlena pri arteriogennoy erektil'noy disfunktsii [Endovascular and two-stage combined revascularization of the penis at arteriogenic erectile dysfunction]. *Izvestiya Natsional'noy akademii nauk Belarusi. Seriya meditsinskikh nauk – Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Medical series*. 2019;16(1):77-87 (In Russ.).
5. Mobley D.F., Khera M., Baum N. Recent advances in the treatment of erectile dysfunction. *Postgrad Med J*. 2017 Nov;93(1105):679-685. doi: 10.1136/postgradmedj-2016-134073. Epub 2017 Jul 27. PMID: 28751439.
6. Zhukov O.B., Vasilyev A.E., Zhumataev M.B. Novye metody lecheniya vaskulogennoy erektil'noy disfunktsii [New treatment approaches for vasculogenic erectile dysfunction]. *Andrologiya i genital'naya khirurgiya – Andrology and Genital Surgery*. 2018;19(2):58-68.
7. Babintsev A.V., Borisov P.S., Rakul S.A. Lecheniye erektil'noy disfunktsii u patsiyentov s rakom predstatel'noy zhelezy posle radikal'noy prostatektomii [Treatment of erectile dysfunction in patients with prostate tumor after radical prostatectomy]. *Andrologiya i genital'naya khirurgiya – Andrology and Genital Surgery*. 2017;1:80-86.
8. Reece J.C., Dangerfield D.C., Coombs C.J. End-to-side somatic-to-autonomic Nerve Grafting to Restore Erectile Function and Improve Quality of Life After Radical Prostatectomy. *Eur Urol*. 2019 Aug;76(2):189-196. doi: 10.1016/j.eururo.2019.03.036. Epub 2019 Apr 5. PMID: 30955973.
9. Burdin K.A., Kyzlasov P.S., Mustafayev A.T., Khvorov V.V. Antegradnaya retroperitoneoskopicheskaya revaskulyarizatsiya polovogo chlena. Klinicheskiy primer uspehnogo khirurgicheskogo lecheniya arteriogennoy erektil'noy disfunktsii [Antegrade retroperitoneoscopic revascularization of the penis. Successful surgical treatment case of arteriogenic erectile dysfunction]. *Andrologiya i genital'naya khirurgiya – Andrology and Genital Surgery*. 2021;22(4):92-96. <https://doi.org/10.17650/1726-9784-2021-22-4-92-96>

Информация об авторах

Кызласов Павел Сергеевич ✉ – д-р мед. наук, профессор кафедры урологии и андрологии МБУ ИНО ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России (Россия, 123098, г. Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23).

ORCID iD 0000-0003-1050-6198

e-mail: dr.kyzlasov@mail.ru

Мустафаев Али Тельман оглы – ассистент кафедры урологии и андрологии МБУ ИНО ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России (Россия, 123098, г. Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23).

ORCID iD 0000-0002-2422-7942

e-mail: dr.mustafayevat@gmail.com

Information about the authors

Pavel S. Kyzlasov, Dr. Med. sci., Professor, the Department of Urology and Andrology, Medical and Biological University of Innovation and Continuing Education, State Scientific Center of the A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Federal Medical and Biological Agency of Russia (23, Marshal Novikov st., Moscow, 123098, Russia).

ORCID iD 0000-0003-1050-6198

e-mail: dr.kyzlasov@mail.ru

Ali T. Mustafayev, assistant, the Department of Urology and Andrology, Medical and Biological University of Innovation and Continuing Education, State Scientific Center of the A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Federal Medical and Biological Agency of Russia (23, Marshal Novikov st., Moscow, 123098, Russia).

ORCID iD 0000-0002-2422-7942

e-mail: dr.mustafayevat@gmail.com

Поступила в редакцию 22.12.2021; одобрена после рецензирования 16.01.2022; принята к публикации 22.01.2022

The paper was submitted 22.12.2021; approved after reviewing 16.01.2022; accepted for publication 22.01.2022

EXPERIMENTAL SURGERY

<https://doi.org/10.52581/1814-1471/80/04>
УДК 616.13-089.819-089.86-089.84

EVALUATION OF BIOGLUE SURGICAL ADHESIVE FOR THE PERFORMANCE OF MICROSURGICAL ARTERIAL ANASTOMOSES: IMPACT ON THE FLOW OF VESSELS GREATER THAN 1 MM (RAT AORTA) AND LESS THAN 1 MM (RAT FEMORAL)

G. Ibarra^{1,2}, I. de la Cruz¹, A. Rivera¹, D. Gurpegui¹, J. Lasso^{✉1,2,3}

¹ Hospital Universitario Gregorio Marañón, Madrid, Spain

² Spanish Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery (SECPRE), Spain

³ Spanish Association of Microsurgery (AEM), Spain

Abstract

Objective. Despite the recent advances and innovations in the field of microsurgery and free flaps, vascular anastomoses are still manual and surgeon dependent with traditional methods. The purpose of this study is to evaluate the effectiveness, in the short and medium-term, of glutaraldehyde with bovine serum albumin (BSA) surgical adhesive in the performance of arterial microanastomoses.

Material and methods. Fourteen femoral end to end anastomoses (Group 1) and 10 aortic anastomoses (Group 2) were performed in 18 Wistar rats. Flux was measured before, immediately after the anastomoses, and 24 hours later, with a transit-time ultrasound to have quantitative data. Anastomoses technique consisted in using minimal stitches to approximate the vessels and applying BioGlue® adhesive to seal the union. The SSPS® package was used for the statistical study.

Results. A median of 2 stitches were necessary in femoral arteries, and 4 stitches in aorta. The median anastomoses time was 16.5 minutes in Group 1 and 32.5 in Group 2. 93% anastomoses of Group 1 and 100% in Group 2, were permeable immediately, and 77% in Group 1 and 100% in Group 2 were permeable after 24 hours, with adequate flux measures. There were no differences in pre and postanastomotic – 24 h aorta-diameter.

Conclusions. The use of glutaraldehyde with BSA is a promising technique for the microsurgery of the future, and it is a fast, easy, and reliable alternative to perform microvascular anastomoses, especially when surgeon needs to avoid repeated trauma in the vessel wall or wants to reduce the material inside the lumen and reduce the risk of thrombosis.

Keywords: *microsurgery, vascular anastomoses, sutureless anastomoses, glutaraldehyde, BioGlue, rat model.*

Conflict of interest: the authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this paper.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Ibarra G., de la Cruz I., Rivera A., Gurpegui D., Lasso J. Evaluation of BioGlue surgical adhesive for the performance of microsurgical arterial anastomoses: impact on the flow of vessels greater than 1 mm (rat aorta) and less than 1 mm (rat femoral). *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2022;25(1):31–39. doi 10.52581/1814-1471/80/04

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ХИРУРГИЯ

ОЦЕНКА ХИРУРГИЧЕСКОГО АДГЕЗИВА BIOGLUE
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ МИКРОХИРУРГИЧЕСКИХ
АРТЕРИАЛЬНЫХ АНАСТОМОЗОВ: ВЛИЯНИЕ
НА СОСУДИСТЫЙ ПОТОК БОЛЕЕ 1 ММ (АОРТА КРЫС)
И МЕНЕЕ 1 ММ (БЕДРЕННАЯ АРТЕРИЯ КРЫС)Г. Ибарра^{1,2}, И. де ла Круз¹, А. Ривера¹, Д. Гурпеги¹, Х. Лассо^{✉1,2,3}¹ Госпиталь Университета Грегорио Мараньона,
Мадрид, Испания² Испанская ассоциация пластической, реконструктивной и эстетической хирургии (SECPRE),
Испания³ Испанская ассоциация микрохирургии (АЕМ), Испания**Аннотация**

Объект исследования. Несмотря на недавние достижения и инновации в области микрохирургии и свободных лоскутов, сосудистые анастомозы по-прежнему выполняются вручную с использованием традиционных методов. Целью данного исследования является оценка краткосрочной и среднесрочной эффективности глутарового альдегида с хирургическим адгезивом бычьего сывороточного альбумина (БСА) при выполнении артериальных микроанастомозов.

Материал и методы. Исследование проведено на 18 крысах-самцах линии Вистар. Животным 1-й группы наложили 14 бедренных анастомозов по типу «конец-в-конец», животным 2-й группы – 10 аортальных анастомозов. С помощью ультразвукового исследования времени прохождения измеряли поток до выполнения анастомозов, сразу после и через 24 ч после их наложения. Техника анастомозов заключалась в наложении минимального количества швов для сближения сосудов и применении адгезива BioGlue для герметизации соединения. Статистическую обработку полученных результатов выполняли с помощью пакета программ SSPS.

Результаты. Для получения хорошего результата в среднем потребовалось наложение 2 швов на бедренных артериях и 4 – на аорте. Среднее время наложения анастомозов составило 16,5 мин в 1-й группе и 32,5 мин – во 2-й группе. 93% анастомозов в 1-й группе и 100% во 2-й группе были проходимы сразу после их выполнения, а 77% в 1-й группе и 100% во 2-й группе – через 24 ч, с адекватными показателями потока. Различий в преанастомозном и постанастомозном (24-часовом) диаметре аорты не выявлено.

Выводы. Применение глутарового альдегида с БСА является многообещающей техникой для микрохирургии будущего, а также быстрым, простым и надежным альтернативным решением наложению микрососудистых анастомозов, особенно когда хирургу необходимо избежать повторной травмы стенки сосуда или он стремится снизить риск возникновения тромбоза.

Ключевые слова: микрохирургия, сосудистые анастомозы, бесшовные анастомозы, глутаровый альдегид, BioGlue, экспериментальная, крысиная модель

Конфликт интересов: авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Ибарра Г., де ла Круз И., Ривера А., Гурпеги Д., Лассо Х. Оценка хирургического адгезива BioGlue для выполнения микрохирургических артериальных анастомозов: влияние на сосудистый поток более 1 мм (аорта крыс) и менее 1 мм (бедренная артерия крыс) // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2022. Т. 25, № 1. С. 31–39. doi 10.52581/1814-1471/80/04

INTRODUCTION

Arterial and venous microsurgery techniques, as well as supramyrosurgery applied to lymphatic

vessels, have led to a revolution in reconstructive surgery. Over the last decades there have been great advances in reconstruction with microsurgical flaps, but the way to perform the anastomoses is

still manual and dependent on the surgeon who must go through a long learning curve [1]. Several mechanical methods have emerged recently, such as the Coupler TM system (Synovis Micro Companies Alliance, Inc. Birmingham, AL) [2, 3] and other sutureless techniques [4], but in general, we can affirm that most centers continue to use the classic microsurgical techniques, especially in arteries, with interrupted stitches or in some cases continuous sutures [5].

The perfect microvascular anastomoses technique must be reliable, fast to reduce the ischemic time, reproducible, and economic. It should avoid trauma to the vessel wall, have adequate short and long-term patency, and be easy to perform and to teach, not requiring a long learning curve. Our objective is to evaluate the efficacy of a substitute to the standard suture, using glutaraldehyde with bovine serum albumin or BSA (BioGlue®, CryoLife International Inc, Kennesaw, Georgia). This compound is being used with success in the repair of large vessels [6–9], but we have found scarce literature [9] regarding its utility in microsurgical techniques. For this reason, we propose a study where we are going to perform interventions on two vessels of different caliber, those measuring between 1mm and 1.5mm, and vessels smaller than 1 mm. For that purpose we have used well-known models in experimental microsurgery such as the rat femoral and aorta arteries [10, 11].

MATERIAL AND METHODS

A total of 18 male Wistar rats were used, laid down following European regulations, with free access to water and food in 12-hour light and dark cycles. Bilateral femoral artery anastomoses was performed in 6 rats, unilateral femoral artery anastomoses was performed in 2 rats, and infrarenal aortic artery anastomoses was performed in 10 rats. All the anastomoses were end-to-end. Two working groups were created to study the efficacy of glutaraldehyde with BSA. Group 1: end-to-end anastomoses of the femoral artery. Group 2: end-to-end anastomoses of the aorta artery. All procedures were performed at the Jesús Usón Minimally Invasive Surgery Center. The study, with registration number 2019209020007902, was approved by the Ethics and Experimentation Committee of the center (File NO: EXP-20191115), according to the regional government welfare guidelines.

A total of 6 different surgeons participated, all of them acquainted with microsurgical techniques. The allocation of animals to be operated on by each surgeon was random.

After weighing the animal, the rat was placed in an anesthesia induction chamber, dispensing oxygen for 5 min (0.5–1 L/min) and a vaporizer

was used to administer 5% sevoflurane for anesthetic induction. Subsequently, a mask was placed for inhalation, and a flow rate of 2% sevoflurane was provided for the maintenance of anesthesia.

Eye protection ointment was used. The animal was kept at a temperature of 35.9–37.5 °C, with an O₂ saturation > 95% and a heart rate between 250–450 bpm. Analgesics and anti-inflammatories (meloxicam 1 mg/kg/day) and prophylactic antibiotics (enrofloxacin 7.5 mg/kg/day) were given subcutaneously before the procedure and during the 24 hours postoperatively.

The abdominal and inguinal areas of the animal were shaved. The animal was placed under a Zeiss OPMI Pentero 800® microscope, Carl Zeiss AG (Oberkochen, Germany), connected to an external camera that allowed the visualization of the maneuvers that were being performed. The microscope was connected to a photographic camera to obtain images and videos.

Subsequently, topical povidone-iodine was applied, followed by 70% ethanol, and the sterile field was set up.

To approach the femoral vessels and aorta, standard techniques were used, performing hemostasis with a bipolar forceps, and using heparinized saline solution (100 U/ml) to clean stagnant blood. Once the vessels were exposed, 2% lidocaine was used as a vasodilator agent, and preoperative flow was measured in ml / sec with AureFlo Unit®, Transonic, Ithaca, USA (Video).



IMG_1788.MP4

Flux measurement with time-transit ultrasound

Измерение потока с помощью ультразвука

An ABB-1® double micro clamp, S&T AG (Neuhausen, Switzerland) was placed at 3mm distance from the point where a clean cut was made with straight scissors, perpendicular to the vessel direction. The start time of the anastomoses was noted. After washing with heparinized serum, removing the adventitia, and dilating the vessel lumen, we performed a simple stitch with a 10/0 nylon to face both ends. A second stitch opposite the first at 180° was completed to approximate the ends of both vessels. Following this methodology, we observed that in aortas and some femoral arteries, part of the adhesive entered the lumen and obstructed the flow, so it was decided to average the vessels with some more stitches, ensuring that the distances were equidistant. The total stitches used were noted.

At that time, an external assistant, maintaining the sterile conditions, prepared and applied a uniform adhesive layer of 0.5mm of BioGlue on the anastomoses (Fig. 1).

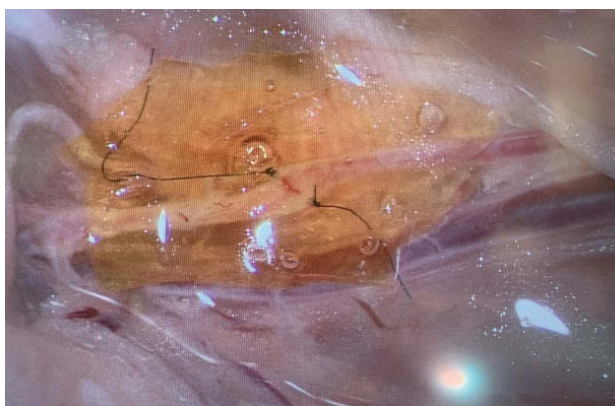


Fig. 1. Aspect of the anastomoses in the femoral artery with 2 equidistant stitches and BioGlue

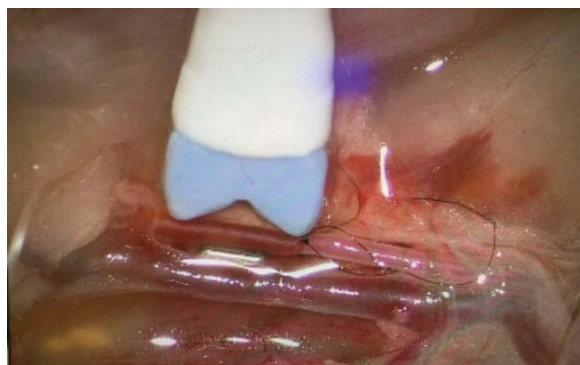
Рис. 1. Вид анастомозов на бедренной артерии двумя равноудаленными швами и BioGlue

It consisted of a double-chamber syringe, and when the plunger was compressed, both substances were mixed in a spiral and after priming the syringe, the BioGlue polymerized quite quickly (Fig. 2). The clamp was then released, and after observing vascular reperfusion, manual patency tests were performed distal to the anastomoses. The end time of the anastomoses was noted, and lidocaine was applied again. To obtain a reliable flow measurement, the probe was kept neutral to the plane of the vessel, neither pulling it nor creating any tension (Fig. 3A). To obtain a good acoustic coupling, saline solution was used. The immediate postoperative flow was recorded by AureFlo® (Fig. 3B). Additionally, comments on the appearance of the anastomoses after the procedure were noted. Once this was done, 4/0 polyglycolic acid (PGA) absorbable braided sutures were used to close the skin, and the animals were placed in their cage for awakening.

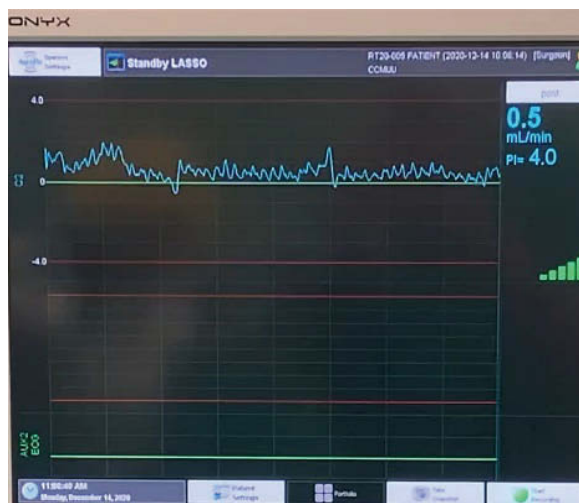


Fig. 2. BioGlue syringe

Рис. 2. Шприц с адгезивом BioGlue



A



B

Fig. 3. Quantitative flux evaluation with transit time ultrasound: position of the probe (A); flux pattern and quantification (B)

Рис. 3. Количественная оценка времени прохождения потока с помощью ультразвука: положение зонда (A); картина потока и его количественная оценка (B)

After 24 hours, with another general anesthesia, the previous incision was used, and the anastomoses were revised taking flow measurements. Postoperative diameter was measured in aortas, using a microsurgical caliper. In femoral arteries, the diameter was not measured because the adhesive layer did not allow a reliable measurement. The animals were sacrificed with an intracardiac injection of potassium chloride. Samples of the operated vessels were extracted for subsequent pathological study. The vessels were cut longitudinally in such a way that half was stored in glutaraldehyde (for electron microscopy study) and the other half in formaldehyde for study under conventional microscopy.

Statistic analysis

The SSPS stadistics® package, IBM Corp, Armonk, NY was used for the analytical and descriptive statistical study. For the descriptive analysis, results of medians and interquartile range were obtained. Analytical statistics were performed using

the Mann-Whitney-Wilcoxon U test. The correlation of the variables was studied using Spearman's Rho statistic.

RESULTS

A total of 18 male Wistar rats were operated, with an average weight of 286 g. Bilateral femoral artery anastomoses was performed in 6 rats, unilateral femoral artery anastomoses was performed in 2 subjects, and end-to-end aortic anastomoses was performed in 10 animals. 2 rats from Group 1 died at the end of the procedure, 16 (6 from Group 1 and 10 from Group 2) survived until the next day, and of them, 2 died during anesthetic induction at 24 hours (one from each group).

Immediate post-anastomoses flow measurement, the transmission of the pulsatile impulse, and the patency test confirmed the viability of the anastomoses and the permeability of the vessel.

Descriptive results can be seen in Tables 1 and 2.

Table 1. Descriptive data of Group 1 (femoral artery)

Таблица 1. Описательные данные 1-й группы (бедренная артерия)

Animal code (femoral)	Pre-anastomotic flux (ml)	Anast time (min)	Technique (10/0)	Post-anastomotic flux (ml)	24h post-anastomotic flux (ml)
Rt20-006(i)	1.2	19	3	1.4	2.2
Rt20-007 d	3.9	33	3	0.3	1.8
Rt20-007 i	0.7	7	2	0.4	5.0
Rt20-008	0.9	7	2	0.8	0.1
Rt20-008	2.7	32	2	1.0	0.7
Rt20-009	5.9	17	2	0.5	0.2
Rt20-009	1.5	7	2	1.0	0.3
Rt20-010	0.6	10	2	0.3	–
Rt20-010	2.5	6	2	0.7	–
Rt20-011	1.4	16	2	0	0
Rt20-011	1.3	37	2	0.3	0
Rt20-012	0.5	21	2	0.7	–
Rt20-013	2.5	19	4	–	–
Rt20-013	1.2	13	3	–	–
Mean	1.91	17.42	2.35	0.61	0.93
Standard deviation	1.49	10.33	0.63	0.39	1.55
Median	1.35	16.5	2.0	0.6	0.7
P25	0.97	7.75	2	0.3	0.1
P75	2.5	20.5	2.75	0.85	1.25

Table 2. Descriptive data of Group 2 (aorta artery)

Таблица 2. Описательные данные 2-й группы (артерия аорты)

Animal code (aorta)	Pre-anastomotic flux (ml)	Anast time (min)	Technique (10/0)	Post-anastomotic flux (ml)	24h post-anastomotic flux (ml)	Diameter pre (mm)	Diameter 24h post (mm)
Rt20-013	2.8	36	4	5.4	3.0	–	–
Rt20-014	6.6	33	5	1.1	0.6	–	–
Rt20-015	10.8	30	4	1.6	–	1.2	1.0
Rt20-016	9.2	84	4	0.5	0.3	1.0	1.0
Rt20-018	8.0	35	5	3.5	8.3	1.4	1.4
Rt20-019	5.4	20	4	0.8	0.4	1.1	1.5
Rt20-035	6.8	21	4	3.9	0.6	1.1	1.1
Rt20-036	8.6	24	5	4.5	0.6	1.0	1.2
Rt20-038	10.8	32	4	1.9	–	1.5	1.2
Rt20-040	8.1	33	6	7.5	22.0	1.5	1.2
Mean	7.71	34.8	4.5	3.07	4.47	1.22	1.2
Estándar deviation	2.44	18.21	0.70	2.28	7.58	0.21	0.17
Median	8.05	32.5	4	2.7	0.6	1.15	1.2
P25	6.65	25.5	4	1.22	0.55	1.07	1.07
P75	9.05	34.5	5	4.35	4.32	1.42	1.25

A median of 2.0 (2.0–2.75) points were used in femoral arteries, while in aorta the median was 4.0 (4.0–4.5) points. The total anastomoses time in Group 1 was 16.50 (7.75–20.50) minutes and in Group 2 it was 32.5 (25.5–34.5) minutes.

The preoperative flow in Group 1 (femoral) was 1.35 (0.97–2.50) ml/sec and in Group 2 (aorta) it was 8.05 (6.65–9.05) ml/sec. The immediate postoperative flow was 0.60 (0.30–0.85) ml/sec in Group 1, and 2.70 (1.22–4.35) ml/sec in Group 2.

At 24 hours, the flow increased in the femoral group to 0.70 (0.10–1.25) ml/sec, and in the aortic group to 0.60 (0.55–4.325) ml/sec.

The pre-anastomoses diameter of the rat aortas was 1.15 (1.075–1.425) mm, and the postoperative diameter at 24 hours was 1.20 (1.075–1.25) mm.

Qualitative description

It came to our attention from the first moment that the application method is designed for large vessels, and that the content that comes out of the applicator is exaggerated compared to what would be needed for a microvascular anastomoses.

The time it takes for the glutaraldehyde and ASB mixture to set is fast. We had a short learning curve and saw that with large amounts of product, the femoral vessels collapsed. However, this was not the case with the aortas. Once we verified that there was proximal and distal flow in the vessels, as there was an area with a rigid amber appearance, we tried to remove the excess of glue far from the

anastomoses in order to perform a flow record in the area covered by the adhesive.

In some cases, simple clamps were used to prevent the glue from adhering to the bridge of the double clamp, obtaining similar results.

It is essential that the site is dry before applying the product. We saw that when there was a small leak from the anastomoses when placing the product, if we tried to put more adhesive, it was seen that the glue entered in the vessel lumen.

In 2 cases, thrombi were observed in the area where the glue was applied, or glue was observed in the vascular lumen due to an error in the application. In 6 cases, more adhesive had to be added due to anastomoses leakage.

Comparative study

Wilcoxon analysis was performed to compare nonparametric data. Statistically significant differences were observed between the pre-anastomoses and immediate post-anastomoses flows in the femoral artery ($p = 0.008$) and aorta ($p = 0.009$). We also observed significant differences when comparing pre-anastomoses and immediate post-anastomoses flows in all the subjects ($p = 0.000$).

In addition, we observed that there were statistically significant differences when comparing pre-anastomoses flows and postoperative flows at 24 hours in all subjects ($p = 0.02$). No differences were found when comparing each group separately (1 group: $p = 0.06$; 2 group: $p = 0.3$).

In the same way, when making comparisons in each group separately, statistical significance was not found in terms of immediate postanastomoses flow and postoperative flow at 24 hours ($p = 0.673$ for the femoral group and $p = 0.327$ in the aortic group).

A Mann-Whitney U test was performed to compare the points that were given to the aorta and the femoral artery, with a median of 4 points (IC range 4–5) in the aorta and 2 points (IC range 2–2, 75) in the femoral, finding statistically significant differences, $p = 0.00$.

When comparing the pre-anastomoses and 24-h postoperative diameters in the aorta with the Wilcoxon test, no statistically significant differences were found ($p = 0.785$).

We were unable to obtain measurements of the femoral vessels since it was difficult to remove all the glue that adhered to the walls, which added millimeters to the diameter of the vessel, thus affecting the results.

Regarding correlations, combinations were made between the number of points required in the intervention and the total time used to perform the anastomoses and we found that a greater number of points led to an increase in the total anastomoses time, with a Spearman correlation coefficient of 0.586 ($p = 0.003$).

DISCUSSION

In the present study we have carried out an evaluation of a glutaraldehyde compound with BSA as an alternative to traditional methods to perform microvascular anastomoses in two types of vessels: arteries with a caliber of less than 1mm (Group 1) and arteries with diameter between 1.0–1.5 mm (Group 2). A widespread model [10–11] of the rat aorta and femoral arteries has been used in order to compare with data from the literature. To avoid bias, 6 surgeons participated in performing the anastomoses, all of them familiarized with microsurgical techniques.

BioGlue is frequently used by cardiac surgeons for great vessel anastomoses [7], it has proven to be very effective in vasovasostomies performed by urologists [12], and it is also useful as a hemostatic agent to prevent seromas [13]. This compound has previously been used in carotid anastomoses in rabbits [9] (with a diameter greater than our vessels), and it has shown to be effective and with a thrombotic occlusion rate similar to the usual suture techniques, but without providing a quantitative measurement of post-anastomoses flow.

However, some authors have seen a severe inflammatory response to BioGlue, even considering glutaraldehyde as a potentially toxic product [14]. Given the small amount needed to perform microvascular anastomoses (a 0.5 mm layer on the vessel, approximately 0.3–0.5 ml of product), which is much less than that applied in surgeries of larger vessels, we consider low the possibility of toxicity in the body.

In microsurgery, other adhesive agents have been used as an alternative to perform microanastomoses with products usually based on fibrin or cyanoacrylate, and with variable results [4, 15–17]. Fibrin polymers are often thrombogenic and must therefore be used with great care at the site of microanastomoses. On the other hand, they may not provide sufficient sealing force at the suture site. There are authors who use fibrin together with vein patches to ensure the success of the intervention [18].

Other authors promote the use of fibrin in microvascular anastomoses in combination with reinforcing stitches. Flap survival is not affected in their experience [19].

In a randomized study in 5 groups, conventional sutures, fibrin gel with accompanying micro-sutures (similar to our method), the Coupler system, micro-staples, and laser-assisted anastomoses were compared [20]. The authors concluded that the techniques without sutures could be even better than conventional ones for treating veins. Specifically, there are those who consider that pointless anastomoses systems present a level 2b of scientific

evidence [4], and that in addition to being faster and easier to perform, they present a shorter learning curve.

Another published method is the use of cyanoacrylate that can be associated with intravascular stents [21]. It has demonstrated safety and reliability in anastomoses, adding rigidity to collapsed veins to avoid suturing the posterior wall of the vessel [22]. However, some studies associate it with a severe long-term inflammatory reaction on histology.

Our work differs from the previous ones in the product used, composed of glutaraldehyde and BSA, with a different methodology. One finding that we want to highlight is the quantitative measurement of flows in the short and medium term, which guarantees the success of the technique.

We carried out measurements in two stages because we wanted to see if this system was effective at the end of the anastomoses and in the short term. As the compound was not designed for microsurgical anastomoses, we needed to check that it worked at 24h and that the stiffness that the adhesive produced in the vessels did not collapse the lumen by external compression.

In our study, 23 of 24 (96%) anastomoses were patent in the immediate postoperative period, observing, immediately after the anastomoses, blood flow volumes higher than the minimum recommended in the literature to predict their long-term patency. G. Shaughnessy et al. (2017), recommend a minimum flow of 0.3 ml/min for vessels 0.6 to 1.2 mm in diameter to predict adequate vascular patency in the long term [23].

We have observed how the adhesive influences the anastomoses 24 hours after the intervention, also demonstrating that in the aortas the result is persistent and long-lasting (100% patency at 24h), but nevertheless in femoral arteries the patency of the anastomoses to the 24h decreases to 77.7% (7/9).

Although only one of the anastomoses was not patent in the immediate postoperative period, in several cases it was necessary to give an additional stitch or add more adhesive to avoid leaks. In two cases, material that had entered the vascular lumen needed to be removed. It must be considered that while the study was being carried out, we were overcoming the small learning curve that the use of this biological glue entailed.

Being designed for use in large bore vessels, the BioGlue syringe and applicator are oversized that are not commensurate with the precision required in microsurgery. The doses were therefore excessive at first and this effect affected smaller vessels more than larger ones. When the compound set, which happened in a few seconds, the artery was submerged in a kind of amber magma. Although distal flows were present, we were concerned that

the block that surrounded the anastomoses might eventually obstruct the flow and therefore it was decided to study the animals 24 hours later. However, we found the opposite, and we believe that the rigidity produced once glutaraldehyde with BSA is applied, could protect the anastomoses from external compression by a nearby hematoma and prevent kinking or twisting of the pedicle.

This technique is simple, fast, and effective, and does not require any special equipment. In addition to completely sealing the anastomoses, if the technique is applied correctly, the foreign material inside the vessel lumen is reduced, since in principle only 2 stitches are needed for femoral arteries and 4 for aortas. Some cases, especially in aortas, required more sutures to obliterate the lumen and avoid the entry of intraluminal glue, hence the variability in the number of stitches.

This system could be very useful applied to lower limb microsurgery, where we frequently find receptor vessels with atheroma plaques or less frequently Mockenberg's sclerosis with calcified vessels that have a high risk of tearing with each point and make it difficult to perform manual vascular anastomoses [24]. By requiring fewer stitches than standard techniques and reducing trauma to the vessel wall, the likelihood of a tear is much lower. In addition, ischemia of the vessel wall produced by each point is avoided, achieving a better vascularization of both ends.

Surgeons of various disciplines have used glutaraldehyde and BSA safely over the past decades for their sealing and hemostatic power. However, its role in microsurgical techniques is not certified with endorsement publications.

Even in tests that we have carried out on veins, we have managed to keep the lumen open in small-caliber vessels thanks to the increased consistency of the venous wall.

The patency maneuver or the use of Doppler helps us to identify, but not to quantify, the presence or absence of flow through an anastomoses [24]. C. Krag and S. Holck (1981) observed that almost 50% of the anastomoses that appear patent with the patency test have minimal thrombosis or reduction of the vascular lumen [25]. For this reason, we have used transit-time ultrasound technology, which allows us to quantify blood flow through microsurgical anastomoses [26, 27].

The limitations of our study are the small sample of subjects, the absence of a control group with suture or Coupler anastomoses, the use of BioGlue in venous anastomoses, as well its use in anastomoses of vessels with caliber discrepancies and even end-to-side anastomoses. Another limitation of the present study is the absence of pathological study, which will form part of the second line of research.

CONCLUSIONS

The use of glutaraldehyde with BSA is a promising technique for the microsurgery of the future. If the application form can be standardized and enhanced, it could be an excellent alternative to perform microvascular anastomoses, considering that the results are successful in the aorta and femoral arteries.

Compared to the traditional methods, this is a fast and easy technique, which does not require a long learning curve. It is reliable in the short and long term, easy to perform and to teach, and avoids repeated trauma to the vessel wall which could be very useful in lower extremity microsurgery in patients with atherosclerosis.

All microsurgeons should be familiar with the application of glutaraldehyde with BSA and resort to this technique if the opportunity arises.

REFERENCES

- Schlechter B., Guyuron B. A comparison of different suture techniques for microvascular anastomosis. *Annals of Plastic Surgery*. 1994;33:28-31.
- Ostrup L., Berggren A. The UNILINK instrument system for fast and safe microvascular anastomosis. *Ann Plast Surg*. 1986;17:521-525.
- Jandali S., Wu L.C., Vega S.J., et al. 1000 Consecutive Venous Anastomoses Using the Microvascular Anastomotic Coupler in Breast Reconstruction. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2010;125:792-798.
- Pratt G.F., Rozen W.M., Westwood A., et al. Technology-assisted and sutureless microvascular anastomoses: evidence for current techniques. *Microsurgery*. 2012;32:68-76.
- Pafitanis G., Nicolaidis M., O'Connor E.F., et al. Microvascular anastomotic arterial coupling: A systematic review. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*. 2021;74:1286-1302.
- Gundry S.R., Black K., Izutani H. Sutureless coronary artery bypass with biologic glued anastomoses: Preliminary *in vivo* and *in vitro* results. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2000;120:473-477.
- Raanani E., Latter D.A., Errett L.E., et al. Use of "BioGlue" in aortic surgical repair. *Annals of Thoracic Surgery*. 2001;72:638-640.
- Rötter J., Trösch F., Grabosch D., et al. Vascular Anastomosing by Gluing - An Experimental Study. *Thoracic and Cardiovascular Surgeon* 2004;52:6-9.
- Schiller W., Rudolf H., Welzel C.B., et al. Sutureless anastomoses of rabbit carotid arteries with BioGlue. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2007;134:1513-1518.
- Kokozidou M., Katsargyris A., Verhoeven E.L.G., et al. Vascular access animal models used in research. *Annals of Anatomy*. 2019;225:65-75.
- Ballestín A., Casado J.G., Abellán E., et al. A pre-clinical rat model for the study of ischemia-reperfusion injury in reconstructive microsurgery. *Journal of Visualized Experiments*. 2019;153:1-5.
- Saunders M.M., Baxter Z.C., Abou-Ellella A., et al. BioGlue and Dermabond save time, leak less, and are not mechanically inferior to two-layer and modified one-layer vasovasostomy. *Fertility and Sterility*. 2009;91:560-565.
- Menon N.G., Downing S., Goldberg N.H., et al. Seroma prevention using an albumin-glutaraldehyde-based tissue adhesive in the rat mastectomy model. *Annals of Plastic Surgery*. 2003;50:639-643.
- Fürst W., Banerjee A. Release of glutaraldehyde from an albumin-glutaraldehyde tissue adhesive causes significant *in vitro* and *in vivo* toxicity. *Annals of Thoracic Surgery*. 2005;79:1522-1528.
- Han S.K., Kim S.W., Kim W.K. Microvascular anastomosis with minimal suture and fibrin glue: Experimental and clinical study. *Microsurgery*. 1998;18:306-311.
- Padubidri A.N., Browne E. A new method of applying fibrin glue at the microvascular anastomotic site: The "Paintbrush" technique. *Microsurgery*. 1996;17:428-430.
- Padubidri A.N., Browne E., Kononov A. Fibrin glue-assisted end-to-side anastomosis of rat femoral vessels: Comparison with conventional suture method. *Annals of Plastic Surgery*. 1996;37:41-47.
- Sacak B., Tosun U., Egemen O., et al. Microvascular anastomosis using fibrin glue and venous cuff in rat carotid artery. *Journal of Plastic Surgery and Hand Surgery*. 2015;49:72-76.
- Cho A.B., Wei T.H., Ruiz-Torres L., et al. Fibrin glue application in microvascular anastomosis: comparative study of two free flaps series. *Microsurgery*. 2009;29:24-28.
- Mudigonda S. kiran, Murugan S., Velavan K., et al. Non-suturing microvascular anastomosis in maxillofacial reconstruction- a comparative study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2020;48:599-606.
- Aizawa T., Kuwabara M., Kubo S., et al. Sutureless Microvascular Anastomosis using Intravascular Stenting and Cyanoacrylate Adhesive. *Journal of Reconstructive Microsurgery*. 2018; 34: 8-12.
- Green A.R., Milling M.A.P., Green A.R.T. Butylcyanoacrylate adhesives in microvascular surgery: An experimental pilot study. *Journal of Reconstructive Microsurgery*. 1986; 2: 103-105.
- Shaughnessy G., Blackburn C., Ballestín A., et al. Predicting Thrombosis Formation in 1-mm-Diameter Arterial Anastomoses with Transit-Time Ultrasound Technology. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2017; 139: 1400-1405.

24. Castling B., Bhatia S., Ahsan F. Mönckeberg's arteriosclerosis: Vascular calcification complicating microvascular surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2015; 44: 34–36.
25. Krag C., Holck S. The value of the patency test in microvascular anastomosis: Correlation between observed patency and size of intraluminal thrombus. An experimental study in rats. *British Journal of Plastic Surgery*. 1981; 34: 64–66.
26. Selber J.C., Garvey P.B., Clemens M.W., et al. A prospective study of transit-time flow volume measurement for intraoperative evaluation and optimization of free flaps. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2013; 131: 270–281.
27. Pafitanis G., Raveendran M., Myers S., et al. Flowmetry evolution in microvascular surgery: A systematic review. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*. 2017; 70: 1242–1251.

Information about the authors

Gorka Ibarra, MD, the Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Hospital Universitario Gregorio Marañón, Madrid, Spain; Spanish Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery (SECPRE), Spain.
e-mail: ibarra.gorka@gmail.com

Ignacio de la Cruz, MD, the Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Hospital Universitario Gregorio Marañón, Madrid, Spain.
e-mail: ncruzarnanz@gmail.com

Andres Rivera, MD, the Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Hospital Universitario Gregorio Marañón, Madrid, Spain.
e-mail: andreshay@msn.com

David Gurpegui, MD, the Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Hospital Universitario Gregorio Marañón, Madrid, Spain.
e-mail: davgurpegui@gmail.com

Jose M Lasso , MD, PhD, Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Hospital Universitario Gregorio Marañón, Madrid, Spain; Spanish Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery (SECPRE), Spain; President of the Spanish Association of Microsurgery (AEM), Spain.
e-mail: jmlasso@med.ucm.es

Информация об авторах

Горка Ибарра, MD, отделение пластической и реконструктивной хирургии госпиталя Университета Грегорио Мараньона, Мадрид, Испания; Испанская ассоциация пластической, реконструктивной и эстетической хирургии (SECPRE), Испания.
e-mail: ibarra.gorka@gmail.com

Игнасио де ла Круз, MD, отделение пластической и реконструктивной хирургии госпиталя Университета Грегорио Мараньона, Мадрид, Испания.
e-mail: ncruzarnanz@gmail.com

Андрес Ривера, MD, отделение пластической и реконструктивной хирургии госпиталя Университета Грегорио Мараньона, Мадрид, Испания.
e-mail: andreshay@msn.com

Дэвид Гурпеги, MD, отделение пластической и реконструктивной хирургии госпиталя Университета Грегорио Мараньона, Мадрид, Испания.
e-mail: davgurpegui@gmail.com

Хосе М. Лассо , MD, PhD, отделение пластической и реконструктивной хирургии госпиталя Университета Грегорио Мараньона, Мадрид, Испания; Испанская ассоциация пластической, реконструктивной и эстетической хирургии (SECPRE), Испания; президент Испанской ассоциации микрохирургии (АЕМ), Испания.
e-mail: jmlasso@med.ucm.es

Поступила в редакцию 18.12.2021; одобрена после рецензирования 16.01.2022; принята к публикации 22.01.2022
The paper was submitted 18.12.2021; approved after reviewing 16.01.2022; accepted for publication 22.01.2022

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<https://doi.org/10.52581/1814-1471/80/05>
УДК 591.498-005.9-021.6-06:591.87:591.4.068.1

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КОЖЕ И ПОДКОЖНОЙ КЛЕТЧАТКЕ ПРИ СОЗДАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ЛИМФЕДЕМЫ НА ЗАДНЕЙ КОНЕЧНОСТИ БЕЛОЙ КРЫСЫ

В.Ф. Байтингер^{1,2}, И.В. Суходоло³, О.С. Курочкина^{✉1,3}, М.Е. Павлова³,
Ю.В. Кистенёв⁴, Н.А. Кривова⁴, А.В. Талецкий⁵, В.В. Николаев⁴

¹ НИИ микрохирургии, Томск, Российская Федерация

² Красноярский государственный медицинский университет им. В.Ф. Войно-Ясенецкого
Минздрава России, Красноярск, Российская Федерация

³ Сибирский государственный медицинский университет Минздрава России,
Томск, Российская Федерация

⁴ Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, Российская Федерация

⁵ Томский областной онкологический диспансер, Томск, Российская Федерация

Аннотация

В статье описано воссоздание модели лимфедемы задней конечности крысы по методике V. Triassa и соавт. (2019), подробно представлены морфологические изменения в коже и подкожной клетчатке животных на разных сроках развития хронического лимфатического отека. Гистологические изменения в тканях дермы и гиподермы до 3 мес характерны для острого лимфатического отека, с 4-го по 6-й мес гистологическая картина соответствует стадии компенсации. Наиболее выраженные изменения, типичные для хронического лимфатического отека, развиваются к 6-му мес.

Ключевые слова: модель лимфедемы, гистология, морфометрия, хронический лимфатический отек.

Конфликт интересов: авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Байтингер В.Ф., Суходоло И.В., Курочкина О.С., Павлова М.Е., Кистенёв Ю.В., Кривова Н.А., Талецкий А.В., Николаев В.В. Морфологические изменения в коже и подкожной клетчатке при создании экспериментальной модели лимфедемы на задней конечности белой крысы // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2022. Т. 25, № 1. С. 40–52. doi 10.52581/1814-1471/80/05

NEW TECHNOLOGIES

MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE SKIN AND SUBCUTANEOUS TISSUE DURING THE CREATION OF AN EXPERIMENTAL MODEL OF LYMPHEDEMA ON THE HIND LIMB OF A WHITE RAT

V.F. Baytinger^{1,2}, I.V. Sukhodolo³, O.S. Kurochkina^{✉1,3}, M.E. Pavlova³, Yu.V. Kistenev⁴,
N.A. Krivova⁴, A.V. Taletskiy⁵, V.V. Nikolaev⁴

¹ Institute of Microsurgery, Tomsk, Russian Federation

² Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky,
Krasnoyarsk, Russian Federation

³ Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation⁴ National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation⁵ Tomsk Regional Oncological Center, Tomsk, Russian Federation**Abstract**

The paper describes the reconstruction of the rat hind limb lymphedema model according to the method of V. Triacca et al. (2019), presents in detail morphological changes in the skin and subcutaneous tissue of animals at different stages of the development of chronic lymphatic edema. Histological changes in the tissues of the dermis and hypodermis up to 3 months are characteristic of acute lymphatic edema, from the 4th to the 6th month the histological picture is characteristic of the compensation stage. The most pronounced changes characteristic of chronic lymphatic edema develop by the 6th month.

Keywords: lymphedema model, histology, morphometry, chronic lymphatic edema

Conflict of interest: the authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this paper.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Baytinger V.F., Sukhodolo I.V., Kurochkina O.S., Pavlova M.E., Kistenev Yu.V., Krivova N.A., Taletskiy A.V., Nikolaev V.V. Morphological changes in the skin and subcutaneous tissue during the creation of an experimental model of lymphedema on the hind limb of a white rat. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2022;25(1):40–52. doi 10.52581/1814-1471/80/05

ВВЕДЕНИЕ

Лимфедема конечности – это отек мягких тканей, возникающий в результате накопления богатой белком жидкости в интерстициальном пространстве и вызванный недостаточностью лимфодренажа в комбинации с недостаточной экстралимфотической утилизацией белков, приводящий к фиброзным изменениям кожи и подкожной клетчатки [1]. Лимфедема является хроническим прогрессирующим заболеванием, результаты лечения которого зависят от стадии морфологических изменений в тканях. В литературе описано большое количество моделей лимфатического отека, но добиться его клинического проявления весьма сложно, поэтому заключение о развитии отека в тканях животного чаще всего делается на основании данных гистологического исследования биоптатов либо других методов оценки функционального состояния лимфатической системы. К одному из таких методов относится лимфофлюорография, которая была применена при создании модели лимфедемы на задней конечности крысы V. Триасса и соавт. (2019) [2]. Благодаря лимфофлюорографии была доказана эффективность предложенной этими авторами модели нарушения оттока лимфы на ранних сроках после лимфоденэктомии в сочетании с лучевой терапией. Поскольку результат хирургических и консервативных методов лечения лимфедемы конечностей наиболее выражен на ранних стадиях патологического процесса, то изучение динамики морфологических изменений в коже и подкожной клетчатке при скрытом развитии патологического процесса является весьма актуальным.

Цель исследования: изучить динамику морфологических изменений в коже и подкожной клетчатке задней конечности крысы на ранних стадиях развития хронического лимфатического отека.

Задачи исследования:

1. Воссоздать модель хронического лимфатического отека конечности в эксперименте путем комбинации паховой и подколенной лимфодиссекции и лучевой терапии.

2. Провести динамическое гистологическое исследование кожи и подкожной клетчатки задней конечности крысы при создании модели лимфедемы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на 16 половозрелых крысах-самцах линии Wistar массой тела 200–250 г. Возраст животных составил 8–10 нед.

Животные были разделены на две группы: 1-я группа ($n = 10$) – животные с моделью лимфедемы задней конечности после проведения лимфодиссекции подколенных и паховых лимфатических узлов и лучевой терапии по методике V. Триасса и соавт. (2019) [2]; 2-я группа ($n = 6$) – контрольная.

Техника оперативного вмешательства и алгоритм лучевой терапии во 1-й группе

Под общей анестезией препаратом «Золетил» (Virbac, Франция) в дозе 2 мг/кг массы тела животного и «Рометар» (Boiveta, Чехия) 1,5–2,0 мг/кг массы животного выполняли депиляцию паховой области и задней конечности крысы.

В тыльную поверхность лапы для идентификации подколенных и паховых лимфатических узлов подкожно вводили 0,1 мл 0,01%-го раствора метиленового синего комнатной температуры. Поглаживающими движениями в области тыла стопы, голени и паха проводили лимфодренажный массаж задней конечности в течение 5–7 мин. В подколенной области через разрез длиной до 1 см выделяли подколенный лимфатический узел, окрашенный метиленовым синим. Узел иссекали с окружающей подкожно-жировой клетчаткой, пересекая идущий к нему глубокий лимфатический коллектор (рис. 1, а). На кожу накладывали узловые швы.

В паховой области выполняли разрез длиной до 2,5–3,0 см, проводили ревизию с выделением паховых лимфатических узлов. Следует отметить, что окрашивание паховых лимфатических узлов наблюдали только в одном случае, в остальных случаях контраст не доходил до паховой области. Для достоверности полного иссечения неокрашенных паховых лимфатических узлов проводили резекцию всей подкожно-жировой клетчатки паховой области площадью 4 × 2 см (рис. 1, б). Накладывали узловые швы на кожу (рис. 1, в).

Послеоперационное облучение мягких тканей задней конечности проводили через 1 мес после операции. Время лучевой терапии было выбрано исходя из расчета того, что в ближайшие 3 нед с момента операции в тканях обычно наблюдается послеоперационный отек.

Процедуру лучевого воздействия проводили под наркозом. Животное располагали на спине с фиксацией задней конечности, на область которой устанавливали рентгеновский коллиматор площадью 3 × 4 см (рис. 2). Глубина воздействия рентгеновских лучей – 1,5 см. Близкофокусная рентгенотерапия проводилась на аппарате X-Strahl 200 (Xstrahl, Великобритания). Поглощенная доза составляла 20 Гр за 20 мин (4 раза по 5 мин с интервалом между сеансами облучения – 2 мин). Расчет дозы проводили в соответствии с модифицированной и дополненной моделью ВДФ (время – доза – фракционирование) для коротко дистанционной рентгенотерапии в дозоэквивалентных режимах.

Наблюдение за животным вели из диспетчерской через видеокамеру в режиме реального времени (рис. 3).



Рис. 1. Этапы операции: а – окрашенный метиленовым синим подколенный лимфатический узел; б – вид послеоперационных ран паховой и подколенной области с иссеченными тканями. в – окончательный вид послеоперационных ран в подколенной и паховой областях

Fig. 1. Stages of the surgery: а – popliteal lymph node stained with methylene blue; б – view of postoperative wounds of the inguinal and popliteal region with excised tissues. в – final view of postoperative wounds in the popliteal and inguinal areas

Рис. 2. Внешний вид установки и размещение экспериментального животного во время облучения

Fig. 2. View of the device and placement of the experimental animal during irradiation



Рис. 3. Вид с экрана монитора за процессом работы установки во время облучения

Fig. 3. View from the monitor screen of the process of operation of the installation during irradiation



Через 1 мес после операции и через 2 нед с момента лучевой терапии (1,5 мес от начала эксперимента) проводили измерение и сравнение длин окружности прооперированной и здоровой задних конечностей животного. Измерение проводили в см по точкам (рис. 4, 5). Первая точка измерения размечалась на 1 см выше пяточной кости. Рассчитывали медиану, верхний и нижний квартили для каждого измерения. По формуле усеченного конуса рассчитывали объем голени (см^3) от первой до пятой точки (для достоверности вычисляли два объема – от первого до третьего измерения и от третьего до пятого измерения, а затем выполняли их сложение). Для объемов также рассчитывали медиану, верхний и нижний квартили. Так как объем выборок был небольшим, для дальнейшего сравнения использовали непараметрический критерий Манна-Уитни (Statistica 7.0).

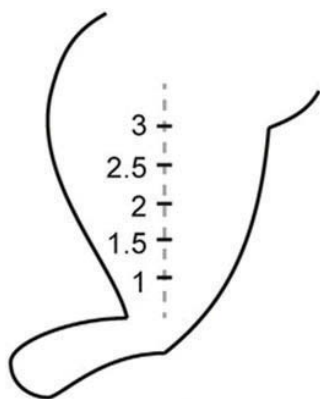


Рис. 4. Схематическое изображение точек для проведения измерения окружности задней конечности (точки расположены на 1; 1,5; 2; 2,5 и 3 см выше пяточной кости)

Fig. 4. Schematic representation of points for measuring the circumference of the hind limb (the points are located 1; 1.5; 2; 2.5 and 3 cm above the calcaneus)



Рис. 5. Измерение длины окружности задней конечности лентой Jobst

Fig. 5. Measuring the circumference of the hind limb with a Jobst tape

Биоптаты кожи (собственно дерма и гиподерма) внутренней поверхности задней конечности крыс подвергали стандартному гистологическому исследованию. Биоптаты забирали через 1, 2, 3, 4 и 6 мес под наркозом. В качестве контроля использовали фрагменты кожи аналогичных участков задней конечности животных контрольной группы ($n = 6$). Биоптаты фиксировали в 10–12%-м растворе нейтрального формалина (BioVitrum, Санкт-Петербург) в течение 24 ч, промывали и дегидратировали, затем заливали в парафин. Изготавливали парафиновые срезы толщиной 5–7 мкм при помощи ротационного микротомы Accu-Cut SRM™200 (Sakura, Япония) и окрашивали гистологические препараты гематоксилином и эозином [3].

С помощью цифровой фотокамеры Canon PowerShot G10 (Япония) выполняли съемку гистологических препаратов с 6 биоптатов для каждой контрольной точки, с которых снимали по 7–10 случайных полей зрения для каждого биоптата (ув. 100, ув. 200).

На гистологических препаратах проводили морфометрический анализ сосудистых и тканевых реакций в дерме и гиподерме задней конечности крысы при развитии лимфатического отека.

Цифровые фотографии подвергали морфометрическому исследованию с использованием компьютерной программы ImageJ 1.43 (режим доступа <http://www.rsb.info.nih.gov/ij/>). За единицу измерения принимали 1 мм^2 ткани биоптата. С помощью метода точечного счета Автандилова с использованием функции Plugin «Grid» в срезах, окрашенных гематоксилином и эозином, высчитывали объемную плотность сосудов микроциркуляторного русла (%) и диаметр просвета сосуда (мкм) [4, 5].

Для оценки тканевых реакций измеряли толщину (мкм) эпидермиса, сосочкового и сетчатого слоев дермы и гиподермы, коллагеновых волокон в 50 полях зрения. С помощью метода точечного счета Автандилова с использованием функции Plugin «Grid» в срезах, окрашенных гематоксилином и эозином, определяли объемную плотность соединительной ткани и тканевой жидкости (%).

Через 6 мес животных выводили из эксперимента внутримышечным введением препарата «Zoletil-100» в дозе 5 мг/кг массы тела с последующей декапитацией.

Статистическую обработку полученных результатов выполняли с помощью пакета программ Statistica 7.0. При статистической обработке количественных данных проверяли гипотезу о нормальном законе распределения полученных данных. Для этого применяли критерий Шапиро–Вилка. Полученные результаты не подчинялись закону нормального распределения, поэтому для описания этих данных ис-

пользовали медиану Me , нижний и верхний квартили (Q_{25} ; Q_{75}). Для определения статистической значимости различий количественных признаков применяли непараметрические критерии: U -критерий Манна-Уитни для независимых выборок и критерий Вилкоксона – для зависимых выборок. Различия двух сравниваемых величин (исследуемых и контрольных значений) считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Протокол экспериментального исследования был одобрен комитетом по биоэтике НИ ТГУ (выписка из протокола заседания № 1 от 02.04.2019).

Работу выполняли в лаборатории экспериментальной физиологии НИИББ НИ ТГУ, на кафедре морфологии и общей патологии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России, на базе АНО «НИИ микрохирургии».

РЕЗУЛЬТАТЫ

При внешнем осмотре задних конечностей крыс через 1,5 мес с момента начала эксперимента (1 мес после операции и 2 нед с момента

облучения) не было отмечено видимой разницы в объеме прооперированной и облученной конечности в сравнении со здоровой. При расчете медиан, верхнего и нижнего квартилей для окружностей в разных точках области голени задней конечности и для объемов голени в этой области не было выявлено статистически значимых различий между здоровой конечностью и конечностью с моделью хронического лимфатического отека (табл. 1).

При гистологическом исследовании кожи внутренней поверхности задней конечности крыс через 1 мес после оперативного вмешательства до начала лучевой терапии гиподерма по сравнению с таковой в группе контроля характеризовалась выраженным фиброзом и присутствием лишь единичных адипоцитов (рис. 6, 7). В сетчатом слое дерма обильно васкуляризована, что является признаком усиленного ангиогенеза, сосуды полнокровны.

В сосочковом слое дермы выявлено избыточное скопление жидкости, в сетчатом слое – нерегулярные межфибрилярные пространства (рис. 7, б).

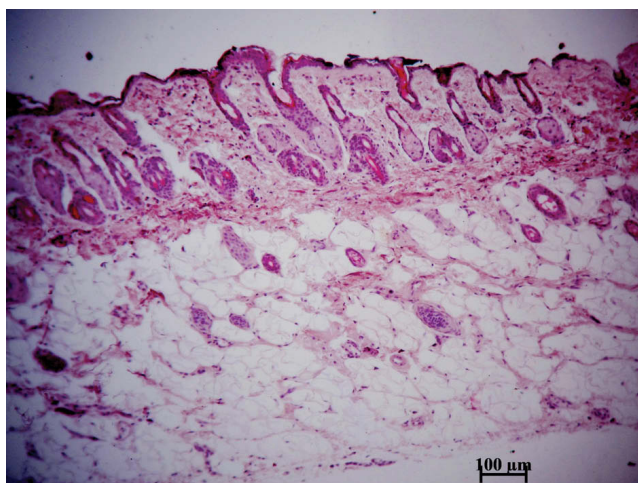
Таблица 1. Длины окружностей (см) и объемы (см³) задней конечности крысы в области голени при создании модели лимфедемы, Me (Q_{25} ; Q_{75})

Table 1. Circumference (cm) and volume (cm³) of the hind limb of a rat in the shin area when creating a model of lymphedema, Me (Q_{25} ; Q_{75})

Группа	Длина окружности конечности, см					Объем, см ³
	P1	P2	P3	P4	P5	
Голень, контроль (1 мес)	3,85 (3,20; 3,90)	4,65 (4,00; 4,90)	6,10 (5,10; 7,10)	7,55 (7,00; 7,80)	7,65 (7,50; 8,00)	5,83 (4,32; 6,72)
Голень, операция (1 мес)	3,45 (3,20; 3,60)	4,55 (4,20; 5,00)	6,10 (6,00; 6,50)	7,30 (6,70; 7,80)	7,90 (7,00; 8,10)	5,79 (5,66; 5,93)
Голень, контроль (1,5 мес)	3,00 (2,90; 3,20)	4,00 (3,50; 5,30)	6,50 (5,60; 7,60)	7,00 (6,90; 7,50)	8,20 (7,80; 8,20)	6,03 (5,35; 7,31)
Голень, операция + лучевая терапия (1,5 мес)	3,10 (3,00; 3,20)	4,40 (4,00; 5,20)	5,50 (5,00; 6,00)	6,90 (6,00; 7,60)	8,20 (7,50; 8,20)	5,71 (4,87; 7,73)

Рис. 6. Кожа внутренней поверхности задней конечности животного контрольной группы

Fig. 6. Skin of the inner surface of the hind limb of the rat of the control group



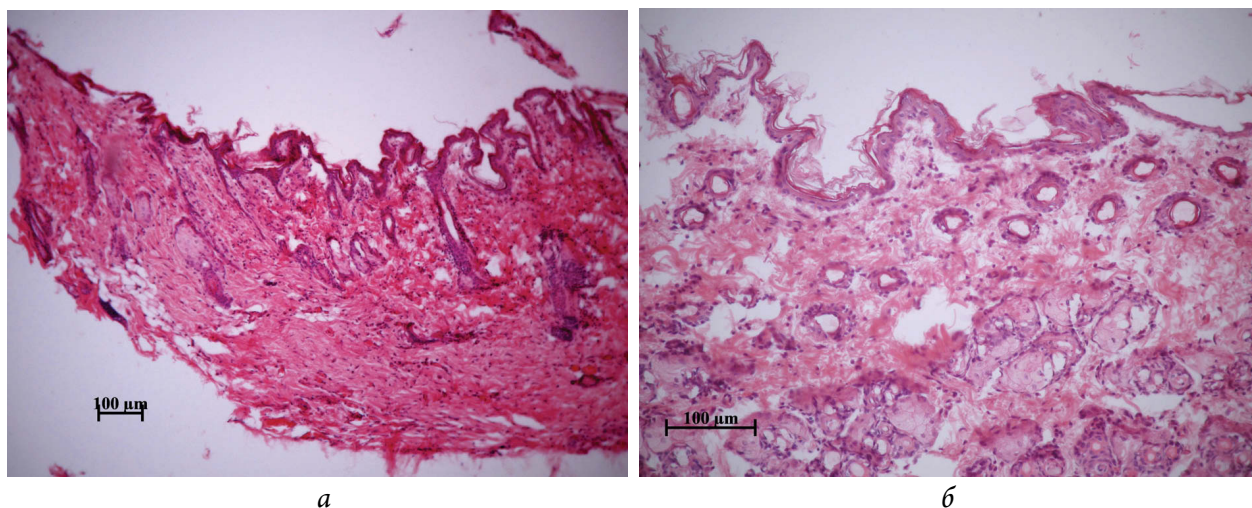


Рис. 7. Кожа внутренней поверхности задней конечности крыс через 1 мес после операции (лимфодиссекция подколенных и паховых лимфатических узлов): а – ув. $\times 100$; б – ув. $\times 200$. Окраска гематоксилином и эозином

Fig. 7. Skin of the inner surface of the hind limb of rats 1 month after the operation (lymph node dissection of the popliteal and inguinal lymph nodes): а – magn. $\times 100$; б – magn. $\times 200$. Stained with hematoxylin and eosin

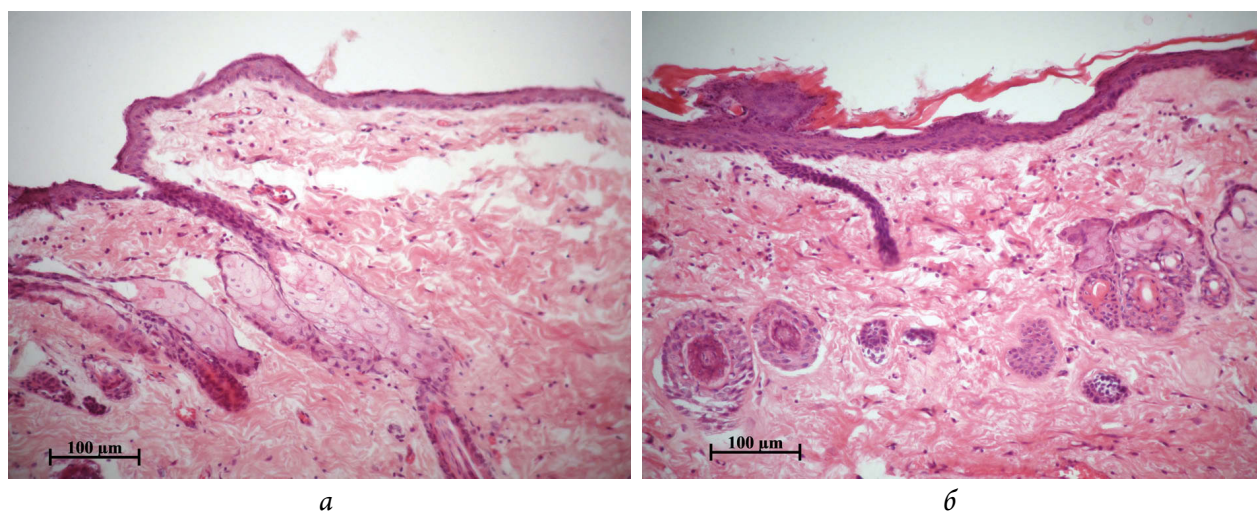


Рис. 8. Кожа внутренней поверхности задней конечности крыс через 2 (а) и 3 мес (б) после операции (лимфодиссекция подколенных и паховых лимфатических узлов в комбинации с лучевой терапией). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. $\times 200$

Fig. 8. Skin of the inner surface of the hind limb of rats 2 (а) and 3 (б) months after the surgery (lymph node dissection of popliteal and inguinal lymph nodes in combination with radiation therapy). Stained with hematoxylin and eosin. Magn. $\times 200$

Через 2 мес в эпидермисе животных первой группы выявлялся гиперкератоз, подэпидермально – участки скопления тканевой жидкости, полнокровные сосуды, участки фиброза сетчатого слоя дермы (рис. 8, а).

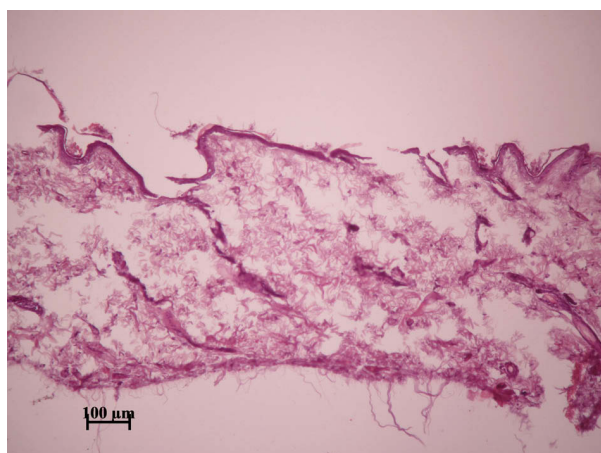
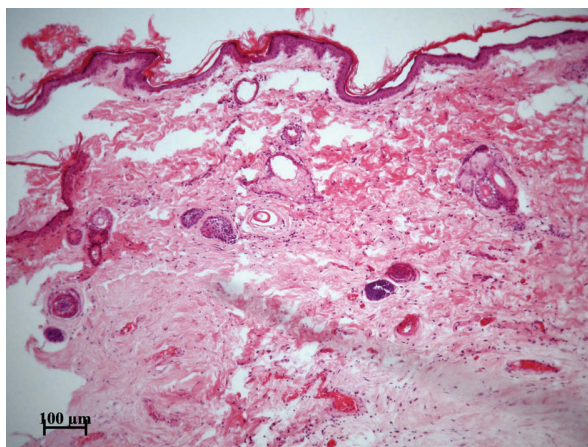
Через 3 мес в эпидермисе животных с моделью хронического лимфатического отека при комбинации паховой и подколенной лимфодиссекции и лучевой терапии определялись гиперкератоз, увеличение толщины мальпигиевого (росткового) слоя (акантоз), в дерме – фиброламеллярная гиперплазия, периаднексальный фиброз, атрофия потовых желез; гиподерма была замещена пучками утолщенных коллагеновых волокон (рис. 8, б).

Через 4 мес в 1-й группе отмечались сглаженность контура сосочкового слоя, гиперкератоз, акантоз, в сетчатом слое дермы – участки скопления тканевой жидкости, атрофия сальных и потовых желез, участки гиперконденсации коллагеновых волокон, фиброламеллярная гиперплазия, вокруг единично сохранных потовых и сальных желез периаднексальный фиброз, гиподерма замещена грубыми коллагеновыми волокнами (рис. 9).

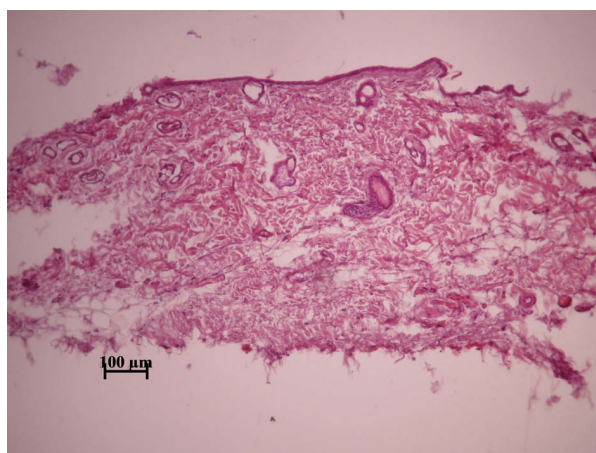
Через 6 мес после операции в коже крыс наблюдались истончение эпидермиса, атрофия сальных и потовых желез, деструкция, хаотичное расположение, местами – разволокнение пучков коллагеновых волокон, скопление между ними тканевой жидкости (рис. 10).

Рис. 9. Кожа внутренней поверхности задней конечности крысы через 4 мес после операции (лимфодиссекция подколенных и паховых лимфатических узлов в комбинации с лучевой терапией). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. $\times 100$

Fig. 9. Skin of the inner surface of the hind limb of rat 4 month after the surgery (lymph node dissection of popliteal and inguinal lymph nodes in combination with radiation therapy). Stained with hematoxylin and eosin. Magn. $\times 100$



а



б

Рис. 10. Кожа внутренней поверхности задней конечности крыс через 6 мес после операции (лимфодиссекция подколенных и паховых лимфатических узлов в комбинации с лучевой терапией): а – хаотичное расположение коллагеновых волокон; б – скопление тканевой жидкости между коллагеновыми волокнами. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. $\times 100$

Fig. 10. The skin of the inner surface of the hind limb of rats 6 months after surgery (lymph node dissection of the popliteal and inguinal lymph nodes in combination with radiation therapy): а – chaotic arrangement of collagen fibers; б – accumulation of tissue fluid between collagen fibers. Stained with hematoxylin and eosin. Magn. $\times 100$

При развитии хронического лимфатического отека в коже и подкожной клетчатке задних конечностей отмечалась лимфатическая гемангиопатия, которая характеризуется увеличением плотности сосудистого компонента, представленного капиллярами. Морфометрическое исследование сосудистого компонента показало статистически значимое увеличение объемной плотности сосудов (V_c) при создании модели

лимфедемы в сравнении с группой контроля (табл. 2).

Следует отметить, что максимальная объемная плотность сосудов регистрировалась через 1 мес, что обусловлено неоангиогенезом и послеоперационным отеком. Ко 2-му мес отмечалось минимальное значение объемной плотности сосудов в коже прооперированной задней конечности крысы.

Таблица 2. Объемная плотность сосудов кожи задней конечности крысы в области голени при создании модели лимфедемы, $M \pm m$

Table 2. Volumetric density of skin vessels of the rat hind limb in the leg area when creating a model of lymphedema, $M \pm m$

Показатель	Контроль	1 мес	2 мес	3 мес	4 мес	6 мес
Объемная плотность сосудов, %	$1,14 \pm 1,03$	$5,00 \pm 1,22^{*,\#}$	$2,12 \pm 1,54^{*,\diamond,\vee}$	$2,80 \pm 1,23^*$	$3,56 \pm 1,81^*$	$3,90 \pm 1,66^{*,\#}$

Примечание. * – $p < 0,05$ – при сравнении со значениями показателя в группе контроля; $\diamond$ – $p < 0,05$ – при сравнении со значениями показателя 1-го мес; $\#$ – $p < 0,05$ – при сравнении со значениями показателя 2-го мес; $\vee$ – $p < 0,05$ – при сравнении со значениями показателя 6-го мес.

Таблица 3. Диаметры сосудов (мкм) кожи задней конечности крысы в области голени при создании модели лимфедемы, Me (Q_{25} ; Q_{75})**Table 3.** Vessel diameters (μm) of the skin of the rat hind limb in the shin area when creating a model of lymphedema, Me (Q_{25} ; Q_{75})

Показатель	Контроль	1 мес	2 мес	3 мес	4 мес	6 мес
Me (Q_{25} ; Q_{75}), мкм	25,79 (17,88; 32,73)	16,72 (12,64; 21,93)*, Δ , $\square$, $\vee$	16,48 (12,96; 24,81)*, Δ , $\square$, $\vee$	21,37 (18,33; 30,42) $\diamond$, #, $\square$, $\vee$	13,37 (9,84; 18,62)*, $\diamond$, #, Δ	13,37 (10,37; 19,15)*, $\diamond$, #, Δ

Примечание. Здесь и в табл. 4, 5: * – $p < 0,05$ – при сравнении со значениями показателя в группе контроля; $\diamond$ – $p < 0,05$ – при сравнении со значениями показателя 1-го мес; # – $p < 0,05$ – при сравнении со значениями показателя 2-го мес; Δ – $p < 0,05$ – при сравнении со значениями показателя 3-го мес; $\square$ – $p < 0,05$ – при сравнении со значениями показателя 4-го мес; $\vee$ – $p < 0,05$ – при сравнении со значениями показателя 6-го мес.

В дальнейшем объемная плотность сосудов постепенно нарастала, хотя к 3-му и 4-му мес не отмечалось статистически значимых различий по сравнению со значениями 2-го мес. Лишь к 6-му мес имело место статистически значимое увеличение объемной плотности сосудов в сравнении со 2-м мес.

Большинство сосудов через 4 и 6 мес с момента создания модели лимфедемы были представлены капиллярами диаметром от 3 до 15 мкм (табл. 3).

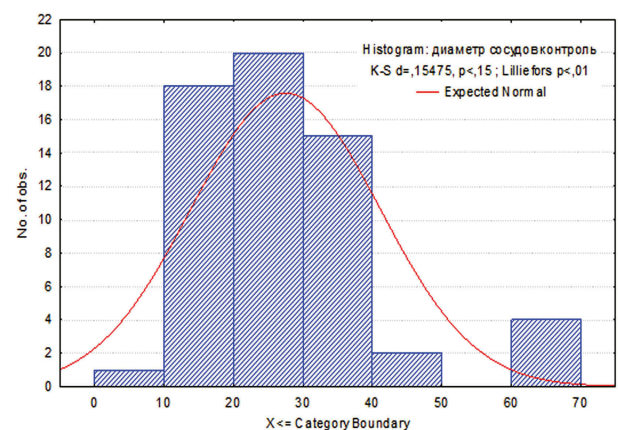
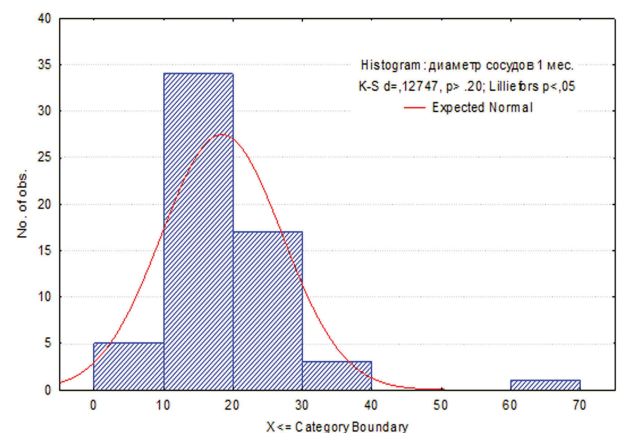
Распределение сосудов по их диаметру в зависимости от сроков развития заболевания представлено на гистограммах (рис. 11–13). Так, в коже задней конечности у животных контрольной группы максимальное количество сосудов имели диаметр от 10 до 40 мкм, т.е. встречались капилляры, артериолы и венулы, единично – сосуды диаметром от 60 до 70 мкм (рис. 11).

Через 1 и 2 мес с момента операции максимальное количество сосудов имеет диаметр от 10 до 20 мкм, единичные сосуды имеют диаметр от 60 до 70 мкм (рис. 11). Через 3 мес состояние сосудистого компонента схоже с таковым в контрольной группе. Через 4 и 6 мес диаметр сосудов составлял, главным образом, 4–20 мкм (табл. 3). Отмечались лишь единичные сосуды диаметром более 20 мкм (рис. 13, в, г).

Толщина эпидермиса в сравнении с группой контроля статистически значимо была увеличена к 4-му мес. К этому же сроку проявлялась тенденция к увеличению толщины гиподермы, однако статистически значимое увеличение толщины всех слоев кожи регистрировалось лишь к 6-му мес (табл. 4).

Статистически значимое увеличение объемной плотности тканевой жидкости по сравнению с контрольными значениями отмечалось на 2–3-м мес эксперимента, объемная плотность коллагеновых волокон при создании модели лимфедемы в сравнении с группой контроля повышалась к 4–6-му мес (рис. 14).

Измерение толщины коллагеновых волокон выявило развитие гиперконденсации коллагена при создании модели лимфедемы (табл. 5). Уменьшение толщины коллагеновых волокон к 6-му мес свидетельствовало о дезорганизации коллагена.

**Рис. 11.** Гистограмма распределения сосудов по диаметру в контрольной группе, мкм**Fig. 11.** Histogram of the distribution of vessels by diameter in the control group, μm **Рис. 12.** Гистограмма распределения сосудов по диаметру через 1 мес после операции, мкм**Fig. 12.** Histogram of the distribution of vessels by diameter 1 month after surgery, μm

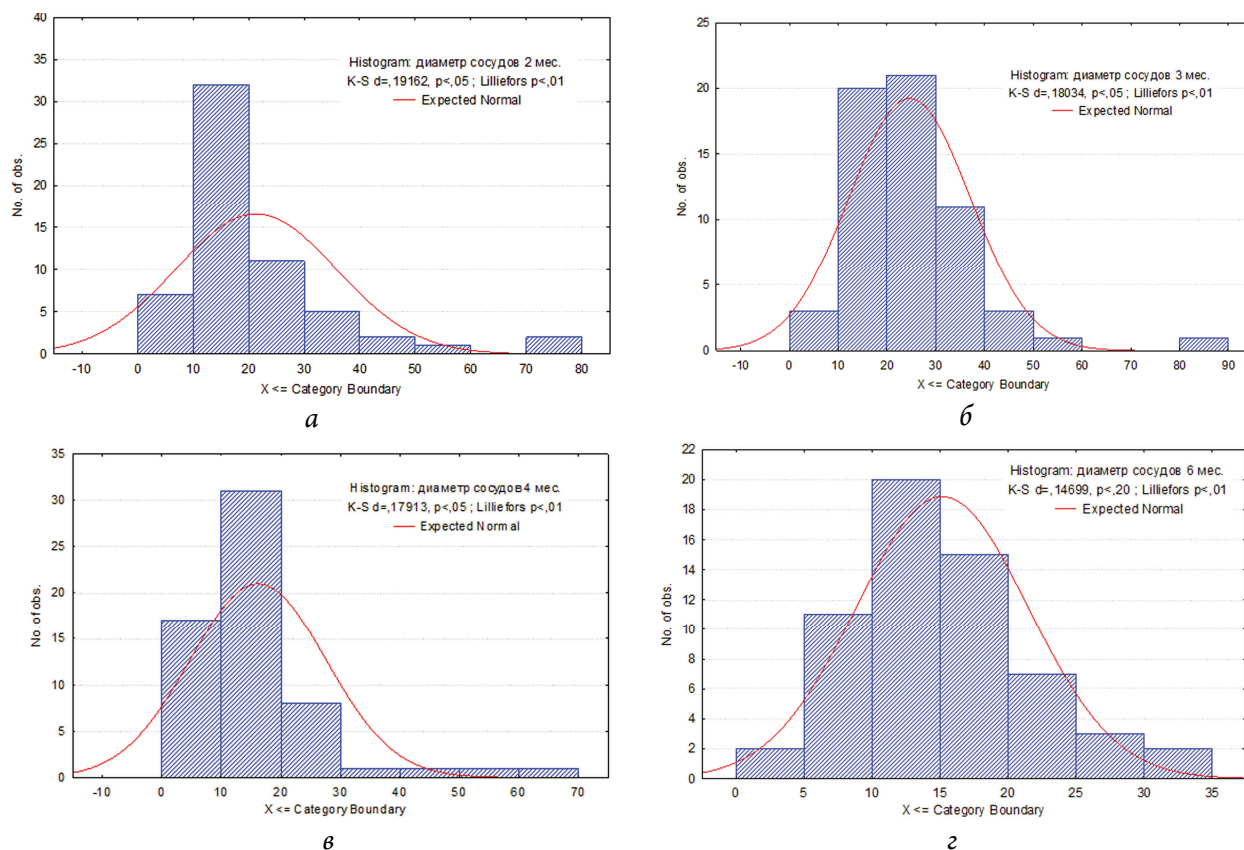


Рис. 13. Гистограмма распределения сосудов по диаметру через 2 (а), 3 (б), 4 (в) и 6 мес (г) после создания модели лимфедемы, мкм

Fig. 13. Histogram of the distribution of vessels by diameter 2 (a), 3 (б), 4 (в) and 6 months (г) after the creation of the lymphedema model, μm

Таблица 4. Толщина эпидермиса и кожи задней конечности крысы в области голени при создании модели лимфедемы, $Me (Q_{25}; Q_{75})$

Table 4. Thickness of the epidermis and skin of the rat hind limb in the shin area when creating a model of lymphedema, $Me (Q_{25}; Q_{75})$

Показатель	Контроль	1 мес	2 мес	3 мес	4 мес	6 мес
Толщина эпидермиса, мкм	13,37 (11,59; 16,39)	14,38 (12,80; 15,55) ^{□v}	14,98 (12,80; 17,66) [□]	15,11 (13,12; 18,03) [□]	21,37 (17,43; 27,28) ^{*, ◊#Δv}	17,88 (14,66; 19,74) ^{*, ◊□}
Толщина кожи, мкм	936,51 (892,31; 961,90)	731,24 (673,80; 757,44) ^{*, #, Δ, □, v}	848,45 (796,59; 867,30) ^{*, ◊, Δ, □, v}	791,78 (761,09; 848,17) ^{*, ◊, #, Δ, v}	944,48 (880,99; 995,98) ^{◊, #, Δ, v}	1034,78 (1013,81; 1059,42) ^{*, ◊, #, Δ, □}

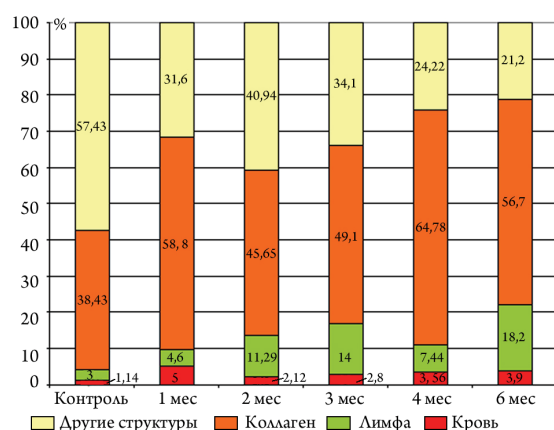


Рис. 14. Объемная плотность сосудов, тканевой жидкости, коллагена и других структур (адипоциты, сальные и потовые железы, волосные фолликулы)

Fig. 14. Volume density of vessels, tissue fluid, collagen and other structures (adipocytes, sebaceous and sweat glands, hair follicles)

Таблица 5. Толщина коллагеновых волокон кожи задней конечности крысы в области голени при создании модели лимфедемы, Me (Q_{25} ; Q_{75})**Table 5.** Thickness of collagen fibers in the skin of the hind limb of a rat in the shin area when creating a model of lymphedema, Me (Q_{25} ; Q_{75})

Показатель	Контроль	1 мес	2 мес	3 мес	4 мес	6 мес
Толщина коллагеновых волокон, мкм	1,76 (1,19; 2,52)	2,97 (2,10; 3,60)*	2,90 (2,26; 3,68)*,v	3,03 (2,14; 3,88)*,v	3,00 (2,14; 3,97)*,v	2,38 (1,73; 3,03)*, #, Δ□

ОБСУЖДЕНИЕ

По данным литературы, в клинической практике развитие хронического лимфатического отека проходит три стадии [6–8]:

1) острая – характеризуется видимым отеком, который достигает пика к 7–10-му дню и сохраняется до 3–6 нед;

2) латентная – наступает в результате формирования лимфо-лимфатических мостиков из вновь образованных лимфатических сосудов и длится от 3 до 12 мес;

3) клиническая – возникает при нарастании лимфостаза, постепенном фиброзном перерождении лимфатических сосудов и снижении проницаемости их стенки, нарушении контрактильной способности и клапанного аппарата, расширении вттуриэндотелиальных связей в лимфатических капиллярах. Впервые проявляется через 6–12 мес после лимфодиссекции, травмы лимфатических сосудов или обширной резекции тканей. Может вообще не наступить при включении в процесс достаточно мощных компенсаторно-приспособительных механизмов, обеспечивающих поддержание лимфоотока.

По результатам нашего гистологического исследования, через 1 мес после лимфодиссекции подколенных и паховых лимфатических узлов в коже прооперированной задней конечности крысы развивался отек тканей, наступала полимеризация коллагеновых микрофибрилл, развивалось полнокровие в дерме, происходило замещение адипоцитов коллагеновыми массами. Однако данные изменения в дерме и гиподерме (в большей степени) носят обратимый характер.

Через 2 мес после оперативного вмешательства и через 1 мес после воздействия лучевой терапии в коже экспериментальных животных отмечается развитие гиперкератоза, гиперконденсации коллагеновых волокон с развитием фиброза сетчатого слоя. Через 3 мес процесс прогрессирует с развитием акантоза, периаднексального фиброза, атрофии потовых желез. Изменения в эту стадию затрагивают сосочковый слой дермы.

К 4-му мес изменения более выражены: наблюдается атрофия сальных и потовых желез, вокруг единично сохранных потовых и сальных желез отмечается периаднексальный фиб-

роз. В этот же период статистически значимо изменяется толщина эпидермиса. Изменения в коже при развитии лимфедемы со 2-го по 4-й мес характеризуются развитием фиброза на всех уровнях (гиподерма, сетчатый слой дермы, сосочковый слой дермы и эпидермис). Следует отметить, что процесс в кожных покровах начинает развиваться по направлению от фасции к коже и доходит до эпидермиса, что согласуется с данными литературы [9].

К 6-му мес в тканях отмечаются накопление межклеточной жидкости, деструкция коллагена, гиалиноз сосудов и прогрессирование фиброза. Процесс носит необратимый характер и сопровождается стойкими изменениями объемной плотности сосудов, тканевой жидкости, коллагеновых волокон и других структур (адипоцитов, сальных и потовых желез, волосяных фолликулов).

Таким образом, несмотря на клиническое отсутствие отека в тканях прооперированной и облученной задней конечности были зафиксированы гистологические изменения, характерные для развития лимфедемы в клинических условиях [9]. В течение первых 2 мес они проявлялись развитием острого отека, со 2-го по 4-й мес – замещением фиброзной тканью кожных покровов в направлении от фасции к эпидермису, а к 6-му мес в тканях наблюдались максимально выраженная гиперконденсация коллагена и его дезорганизация.

ВЫВОДЫ

1. Результаты проведенного морфологического исследования показали, что первые 1–2 мес после лимфодиссекции и лучевой терапии характеризуются развитием острого отека, со 2-го по 4-й мес наступает латентная стадия, которая может быть обратима. В период 4-го по 6-й мес происходят более грубые изменения в структуре коллагена, приводящие к его дезорганизации, что влечет за собой развитие и наступление клинической стадии отека.

2. Полученные в динамике морфологические изменения в коже и подкожной клетчатке в эксперименте соответствуют стадийности развития хронического лимфатического отека в клинических условиях.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Casley-Smith J., Casley-Smith J.R. Modern treatment for lymphoedema. Lymphoedema Association of Australia, 1997. 335 p.
2. Triacca V., Pisano M., Lessert C. et al. Experimental drainage device to reduce lymphoedema in a rat model // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2019. Vol. 57, № 6. P. 859–867.
3. Микроскопическая техника: руководство / под ред. Д.С. Саркисова и Ю.Л. Перова. М.: Медицина, 1996. 544 с.
4. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия: руководство. М.: Медицина, 1990. 384 с.
5. Голаев А.А. Морфофункциональная характеристика стенки и внутриорганных кровеносных сосудов тонкой кишки при моделировании условий ее аутотрансплантации и электромагнитном воздействии (экспериментальное исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2004. 20 с.
6. Абалмасов К.Г. Хирургическое лечение хронических лимфатических отеков конечностей и половых органов (клинико-экспериментальное исследование): дис. ... д-ра мед. наук. М., 1992. 469 с.
7. Rutkowski J.M. Moya M., Johannes J. Secondary lymphedema in the mouse tail: Lymphatic hyperplasia, VEGF-C upregulation, and the protective role of MMP-9 // *Microvascular research*. 2006. Vol. 72, № 3. P. 161–171.
8. Куприянов В.В., Бородин Ю.И., Караганов Я.Л., Выренков Ю.Е. Микролимфология. М.: Медицина, 1983. 288 с.
9. Горшков С.З., Мусалатов Х.А. Слоновость конечностей и наружных половых органов. М.: Медицина, 2002. 208 с.

REFERENCES

1. Casley-Smith J., Casley-Smith J.R. Modern treatment for lymphoedema. Lymphoedema Association of Australia, 1997. 335 p.
2. Triacca V., Pisano M., Lessert C. et al. Experimental drainage device to reduce lymphoedema in a rat model. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2019;57(6):859-867.
3. *Mikroskopicheskaya tekhnika: rukovodstvo; pod red. D.S. Sarkisova, Yu.L. Perova* [Microscopic technique: Manual; D.S. Sarkisov, Yu.L. Perov (eds.)]. Moscow, Medicine Publ., 1996. 544 p. (In Russ.).
4. Avtandilov G.G. *Meditinskaya morfometriya: rukovodstvo* [Medical morphometry. Guide]. Moscow, Medicine Publ., 1990. 384 p. (In Russ.).
5. Golayev A.A. *Morfofunktsional'naya harakteristika stenki i vnutriorgannykh krovenosnykh sosudov tonkoy kishki pri modelirovanii usloviy yeye autotransplantatsii i elektromagnitnom vozleystvii (eksperimental'noye issledovaniye): avtoref. dis. kand. med. nauk* [Morphofunctional characteristics of the wall and intraorganic blood vessels of the small intestine in modeling the conditions of its autotransplantation and electromagnetic influence (experimental study): Author. Diss. ... Cand. Med. sci.]. Moscow, 2004. 20 p. (In Russ.).
6. Abalmasov K.G. *Hirurgicheskoye lecheniye hronicheskikh limfaticeskikh otekov konechnostey i polovykh organov (Kliniko-eksperimental'noye issledovaniye): Dis. ... dokt. med. nauk* [Surgical treatment of chronic lymphatic edema of the extremities and genital organs (Clinical and experimental study): Diss. ... Dr. Med. sci.]. Moscow, 1992. 469 p. (In Russ.).
7. Rutkowski J.M. Moya M., Johannes J. Secondary lymphedema in the mouse tail: Lymphatic hyperplasia, VEGF-C upregulation, and the protective role of MMP-9. *Microvascular Research*. 2006;72(3):161-171.
8. Kupriyanov V.V., Borodin Yu.I., Karaganov Ya.L., Vyrenkov Yu.Ye. *Mikrolimfologiya* [Microlymphology]. Moscow, Medicine Publ., 1983. 288 p. (In Russ.).
9. Gorshkov S.Z., Musalato Kh.A. *Slonovost' konechnostey i naruzhnykh polovykh organov* [Elephantiasis of limbs and external genital organs]. Moscow, Medicine Publ., 2002. 208 p. (In Russ.).

Информация об авторах

Байтингер Владимир Фёдорович – д-р мед. наук, профессор, президент АНО «НИИ микрохирургии» (Россия, 634063, г. Томск, ул. Ивана Черных, д. 96); профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии ФГБОУ ВО КрасГМУ им. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России (Россия, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1).

<https://orcid.org/0000-0002-5845-588X>

e-mail: baitinger@mail.tomsknet.ru

Суходоло Ирина Владимировна – д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой морфологии и общей патологии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).

<https://orcid.org/0000-0001-9848-2068>

e-mail: staranie@mail.ru

Курочкина Оксана Сергеевна✉, канд. мед. наук, врач-хирург АНО «НИИ микрохирургии» (Россия, 634063, г. Томск, ул. Ивана Черных, д. 96), доцент кафедры анатомии человека с курсом топографической анатомии и оперативной хирургии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).
<https://orcid.org/0000-0001-8615-7663>
 e-mail: kurochkinaos@yandex.ru

Павлова Марина Евгеньевна, студентка 6-го курса медико-биологического факультета ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России» (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).
 e-mail: pavlinische@yandex.ru

Кистенёв Юрий Владимирович, д-р физ.-мат. наук, профессор, зам. проректора по научной и инновационной деятельности ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 36).
<https://orcid.org/0000-0001-5760-1462>
 e-mail: yv.kistenev@gmail.ru

Кривова Наталья Андреевна, д-р биол. наук, профессор, зав. лабораторией экспериментальной физиологии, Институт биологии и биофизики, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 36).
<https://orcid.org/0000-0002-3965-8665>
 e-mail: nakri@res.tsu.ru

Талецкий Александр Владимирович, врач-онколог радиотерапевтического отделения ОГАУЗ «Томский областной онкологический диспансер» (Россия, 634009, г. Томск, пр. Ленина, д. 36).
 e-mail: talezkii@yandex.ru

Николаев Виктор Владимирович, мл. научн. сотрудник лаборатории лазерного молекулярного имиджинга и машинного обучения ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 36).
<https://orcid.org/0000-0001-8189-0188>
 e-mail: vik-nikol@bk.ru

Information about the authors

Vladimir F. Baytinger, Dr. Med. sci., Professor, President, Institute of Microsurgery (96, Ivan Chernykh st., Tomsk, 634063, Russia); Professor of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky (1, Partizan Zheleznyak st., Krasnoyarsk, 660022, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-5845-588X>
 e-mail: baitinger@mail.tomsknet.ru

Irina V. Sukhodolo, Dr. Med. sci., Professor, head of the Department of Morphology and General Pathology, Siberian State Medical University (2, Moskovsky trakt st., Tomsk, 634050, Russia).
<https://orcid.org/0000-0001-9848-2068>
 e-mail: staranie@mail.ru

Oksana S. Kurochkina✉, Cand. Med. sci., surgeon, Institute of Microsurgery, Associate Professor of the Department of Human Anatomy with the course of Topographic Anatomy and Operative Surgery, Siberian State Medical University (2, Moskovsky trakt st., Tomsk, 634050, Russia).
<https://orcid.org/0000-0001-8615-7663>
 e-mail: kurochkinaos@yandex.ru

Marina E. Pavlova, 6th year student, the Faculty of Medicine and Biology, Siberian State Medical University (2, Moskovsky trakt st., Tomsk, 634050, Russia).
 e-mail: pavlinische@yandex.ru

Yury V. Kistenev, Dr. Phys.-Math. sci., Professor, Deputy Vice-Rector for Research and Innovation, National Research Tomsk State University (36, Lenin Ave., Tomsk, 634050, Russia).
<https://orcid.org/0000-0001-5760-1462>
 e-mail: yv.kistenev@gmail.ru

Natalya A. Krivova, Dr. Biol. sci., Professor, head of the Laboratory of Experimental Physiology, Institute of Biology and Biophysics, National Research Tomsk State University (36, Lenin Ave., Tomsk, 634050, Russia).

<https://orcid.org/0000-0002-3965-8665>

e-mail: nakri@res.tsu.ru

Alexander V. Taletsky, oncologist of the Radiotherapy Department, Tomsk Regional Oncological Center (36, Lenin Ave., Tomsk, 634009, Russia).

e-mail: talezkii@yandex.ru

Victor V. Nikolaev, Junior Researcher, the Laboratory of Laser Molecular Imaging and Machine Learning, National Research Tomsk State University (36, Lenin Ave., Tomsk, 634050, Russia).

<https://orcid.org/0000-0001-8189-0188>

e-mail: vik-nikol@bk.ru

Поступила в редакцию 12.12.2021; одобрена после рецензирования 12.01.2022; принята к публикации 18.01.2022
The paper was submitted 12.12.2021; approved after reviewing 12.01.2022; accepted for publication 18.01.2022

SPECIALIZED MICROSURGERY SIMULATION TRAINING MODELS FOR THE NEUROSURGERY RESIDENTS

D.A. Devia¹, Ye. Akelina²

¹ Hospital Universitario San Ignacio, Pontificia Universidad Javeriana,
Bogotá, Colombia

² Columbia University,
New York, USA

Abstract

Introduction. Microvascular training constitutes a foundational element of many highly specialized surgical fields. This manuscript describes my experience (D.A. Devia) as a neurosurgical resident during the advanced microsurgical course guided by the senior author (Ye. Akelina) at the Microsurgery Training and Research laboratory, Dept of Orthopedic Surgery, Columbia University Irving Medical Center.

Methods. The technical aspects of advanced vascular exercises performed in the microsurgery laboratory are reviewed and presented, accompanied by figures of each exercise accomplished.

Conclusions. Microsurgery vascular training is an important tool in every cerebrovascular surgeon, or any other specialty interested microvascular procedures. The experience and exercises demonstrated in this paper are extremely useful for microvascular practice and should be included in any advanced course around the world for every surgeon interested in this field.

Keywords: *microsurgery, training, skills, neurosurgery, training programs on the basics of microsurgery.*

Conflict of interest: the authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this paper.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Devia D.A., Akelina Ye. Specialized microsurgery simulation training models for the neurosurgery residents. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2022;25(1):53–58. doi 10.52581/1814-1471/80/06

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ МИКРОХИРУРГИЧЕСКИЕ СИМУЛЯЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ОРДИНАТОРОВ ПО НЕЙРОХИРУРГИИ

Д.А. Девия¹, Е. Акелина²

¹ Университетский госпиталь Сан-Игнасио, Папский университет Хавериана,
Богота, Колумбия

² Колумбийский университет,
Нью-Йорк, США

Аннотация

Введение. Обучение работе с микрососудами является основополагающим элементом многих узкоспециализированных областей хирургии. В статье описывается опыт обучения резидента из нейрохирургического департамента на продвинутом курсе по микрохирургии в учебно-исследовательской лаборатории микрохирургии Департамента ортопедии Медицинского центра Ирвинга Колумбийского университета (Нью-Йорк, США).

Методы. Рассмотрены и представлены технические аспекты каждой манипуляции на сосудах, выполняемой в лаборатории микрохирургии.

Заключение. Обучение микрохирургическим навыкам является важным инструментом каждого хирурга, занимающегося лечением cerebrovasкулярных заболеваний. Опыт и упражнения, продемонстрированные в этой статье, чрезвычайно полезны для микрососудистой практики и должны быть включены в любой продвинутый курс по всему миру для каждого хирурга, специализирующегося в нейрохирургии.

- Ключевые слова:** микрохирургия, обучение, навыки, нейрохирургия, обучающие программы по основам микрохирургии.
- Конфликт интересов:** авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.
- Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.
- Для цитирования:** Devia D.A., Akelina Ye. Specialized microsurgery simulation training models for the neurosurgery residents // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2022. Т. 25, № 1. С. 53–58. doi 10.52581/1814-1471/80/06

INTRODUCTION

Microvascular training constitutes a foundational element of many highly specialized surgical fields, including neurosurgery, plastic surgery, orthopedic surgery, cardiac surgery, and others. There are many different models to improve microsurgery skills: non-living and living ones [1]. The golden standards living models for practicing are rat models.

Different groups have described practicing models in rat common carotid arteries (CCA), common iliac arteries (CIA), or femoral artery and vein for end-to-end (ETE), side-to-side (STS), or end-to-side (ETS) anastomosis [2–4]. This manuscript describes my experience (D.A. Devia) as a neurosurgical resident during the advanced microsurgical course guided by the senior author (Ye. Akelina) at the Microsurgery Training and Research laboratory, Dept of Orthopedic Surgery, Columbia University Irving Medical Center.

Five rat models were used during the advanced microsurgery course, October 2021. All training protocols were approved by the Institutional Animal Care and Use Committee (IACUC). The rats were anesthetized intraperitoneally using a ketamine (75–95 mg/kg) and xylazine (5–8 mg/kg) cocktail and constantly monitored for the depth of anesthesia. All the procedures were performed with the research and training laboratory microscopes (Model OPMI MD; Carl Zeiss, Inc., Oberkochen, Germany).

SURGICAL APPROACH-TECHNICAL NOTE

End-to-End Common Carotid Artery Anastomosis

A standard anterior midline cervical approach was used on the subjects. Proper hair removal of the rat in the anterior cervical area was followed by a midline incision. Blunt dissection using cotton tip applicators allowed separation of the neck muscles, which provided a wider surgical exposure and an easier way to find the carotid sheath.

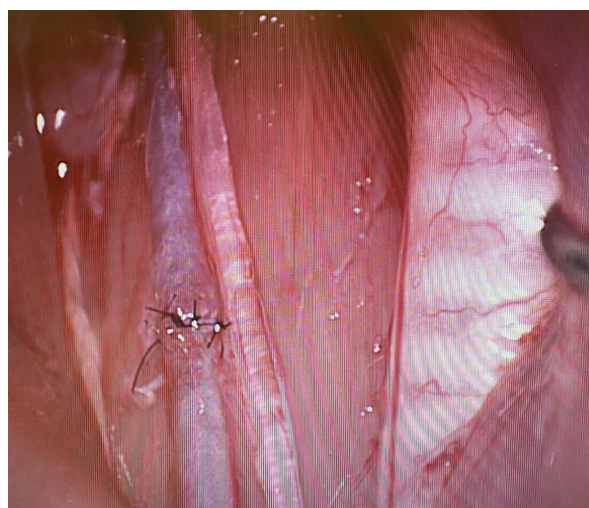


Fig. 1. End-to-end common carotid artery anastomosis

Рис. 1. Анастомоз общей сонной артерии по типу «конец-в-конец»

The carotid sheath was incised, and the internal jugular vein, the vagus nerve, and sympathetic trunk were displaced from the CCA. As a general measure, we applied lidocaine solution directly on the common carotid artery to reduce vasospasm. A little piece of blue rubber background was positioned behind the artery, serving 3 different purposes: generating an adequate contrast, preventing near structures damage, and having a blood-free field (i.e., a clean surgical field). After positioning the background, a double approximator clamp was placed, making sure there was a slack in the vessel between the clamps, so it was not too tightened. Then the carotid artery was transected and flushed with a heparinized saline solution using an ophthalmic cannula. The next step was preparing the edges of the lumen with adventitia trimming, following three basic principles: highest magnification, vessel submerging in saline solution, and keeping scissors parallel. Completion of carotid preparation was done by dilating the vessel edges.

Approximation of the vessel ends was performed by bringing the clamps together and then suturing began. A twelve o'clock stitch with rotation technique was executed first, and the one-way up technique was used for microvascular anastomosis. This technique consists of completing the

posterior wall before completing the anterior wall, precluding the need for approximator clamp flipping, minimizing blood vessels compromise, and simulating a more real-life scenario.

During the course we chose the CCA as the preferred vessel to perform this type of anastomosis for two reasons: deeper location than the femoral artery, creating a more difficult set-up, improving the skills of the student, and a relatively more similar diameter to the middle cerebral artery (MCA), one of the most used intracranial vessels when doing cerebrovascular procedures, which is slightly bigger than the femoral artery.

In the neurosurgical area this type of anastomosis is known with different names: end-to-end anastomosis or bypass, re-anastomosis, or reconstructive bypass [7], and has been utilized during the last four decades to treat complex aneurysms and skull base tumors [8]. Practicing this technique allows neurosurgery residents and junior neurosurgeons to experience a simulation of aneurysmal pathology excision or tumor resection, with the respective re-joining of the transected ends of the artery to restore blood flow, without needing a graft [7]. Generally, ETE anastomosis could be achieved in any cerebral artery, although the ideal location is one with a long arterial loop (e.g., MCA or PICA (postero-inferior cerebellar artery)) and fusiform aneurysm morphology.

Side-to-Side Common Carotid Arteries Anastomosis

The anterior cervico-thoracic approach was performed on the subjects via a midline incision after proper hair removal, the sternoclavicular joint was dissected, and the first two ribs were exposed on their medial half. An induced costochondral separation of the first two ribs was added bilaterally as part of the surgery to gain more space and dissect both CCAs more proximally to their origin

(Fig. 2), which served as a maneuver for an easier CCAs approximation.

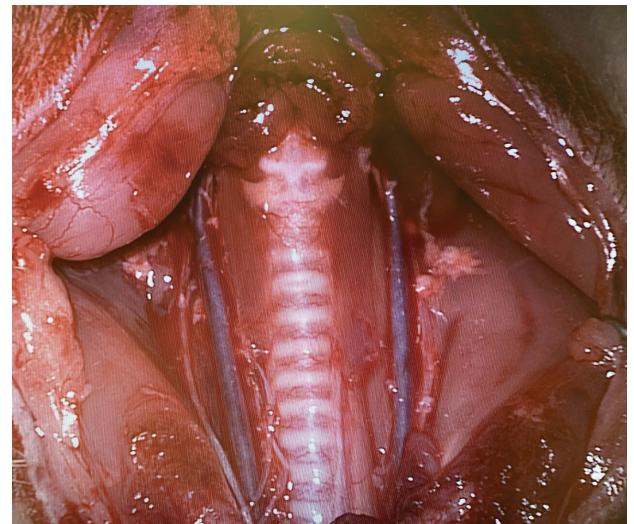
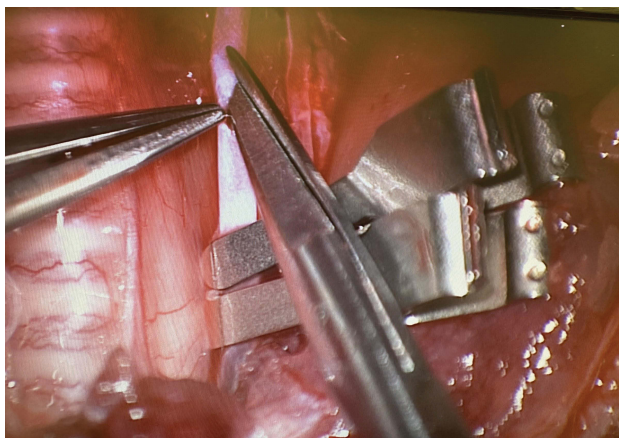


Fig. 2. Common carotid artery exposure after cervico-thoracic approach with costochondral separation of the first two ribs

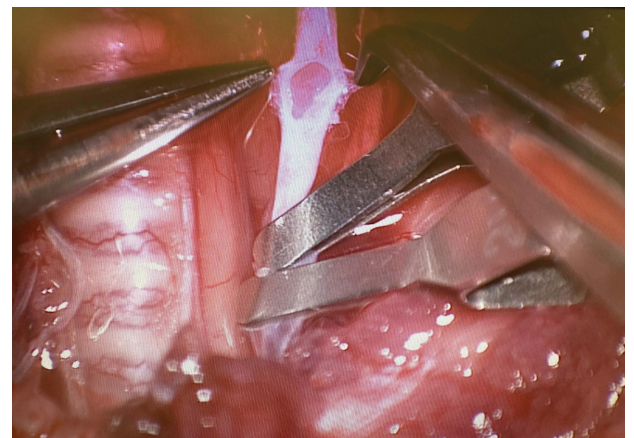
Рис. 2. Выделение общей сонной артерии после шейно-грудного доступа с реберно-хрящевой сепарацией первых двух ребер

The carotid sheath was incised, and the internal jugular vein, the vagus nerve, and sympathetic trunk were displaced from the CCA. The single clamps (4) are positioned as far as possible, 2 proximal and 2 distal on both CCAs.

The CCAs preparation began with adventitia removal, followed by arteriotomies in front of each other (Fig. 3 a, b). We perform these arteriotomies elevating the artery using an adventitia remnant that was left intact on purpose, by elevating the artery a little cut with the microscissors can be done, then the microscissors are inserted in the vessel and a longer cut is accomplished (approximately 2 or 3 times the vessel's diameter, i.e., 2 or 3 mm long).



a



b

Fig. 3. Carotid arteriotomies

Рис. 3. Каротидные артериотомии

Both CCAs were approximated with the apical sutures (Fig. 4), obviating the use of aneurysm clips to bring them together, as they were loose enough by performing the extended cervico-thoracic approach. Both apical sutures keep the appropriate length of the thread (not too long to avoid tangling), as this will be used for the back and front running sutures. In my case (right-handed) I performed the back wall first starting from the right, which was sutured continuously with approximately 8 loops (Fig. 5), then it is secured to the shorter tail of the front wall suture thread. Finally, the anastomosis was completed suturing the front wall starting from the left and using the long tail of the front wall suture thread (Fig. 6), securing it by knotting it with the shorter tail of the back wall suture thread which was left intact.

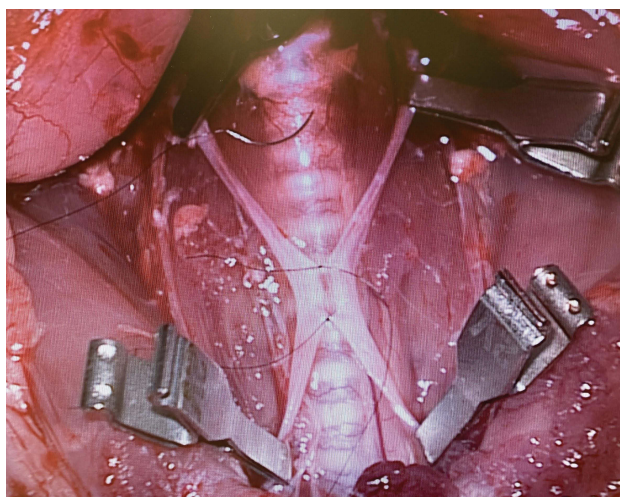


Fig. 4. Common carotid artery approximation with apical sutures

Рис. 4. Сближение общей сонной артерии верхушечными швами

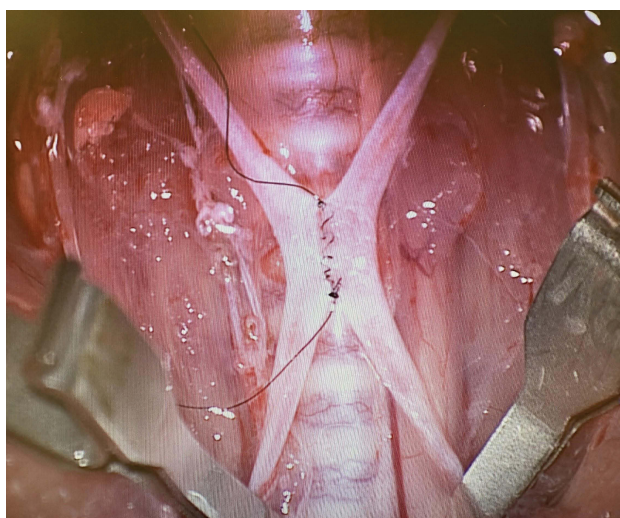


Fig. 5. Back wall was sutured

Рис. 5. Задняя стенка ушита



Fig. 6. Front wall was sutured

Рис. 6. Передняя стенка ушита

The STS anastomosis is a communicating bypass between two arteries that mimics the brain's anterior and posterior communicating arteries [9]. During the microsurgical course, we learn to perform these procedures at the femoral vessels before starting to work at the carotid level. Arteriovenous anastomosis, although providing a good example for STS practice, is not an approximate equivalent for arterial anastomosis as those performed in cerebrovascular practice. This is the reason why we prefer using both carotid arteries for an adequate learning curve during advanced courses. I find the STS anastomosis is very useful in cerebrovascular practice, it used in many types of bypasses, for example, an "R p3 PICA-L p3 PICA *in-situ* bypass" [9] for a fusiform aneurysm on the left lateral medullary segment of PICA, during this procedure you preserve distal postero-inferior cerebellar artery (PICA) flow by joining both PICA's distal segments, in cases in which a proximal aneurysm isn't amenable for surgical clipping.

Ent-to-Side Common Carotid and Femoral Arteries Anastomosis

During the training, an interpositional arterial bypass between both carotid arteries was performed. CCAs and one femoral artery were dissected and prepared as described before. The femoral artery graft was prepared first, the Murphy branch was ligated and coagulated, then it was cut to free the femoral artery, which was dissected as long as possible and then was excised and left on saline solution. The CCAs preparation began with adventitia removal, followed by arteriotomies in front of each other (1.0–1.5 mm of diameter), and the femoral artery was positioned between both CCAs through bilateral ETS anastomosis (Fig. 7).

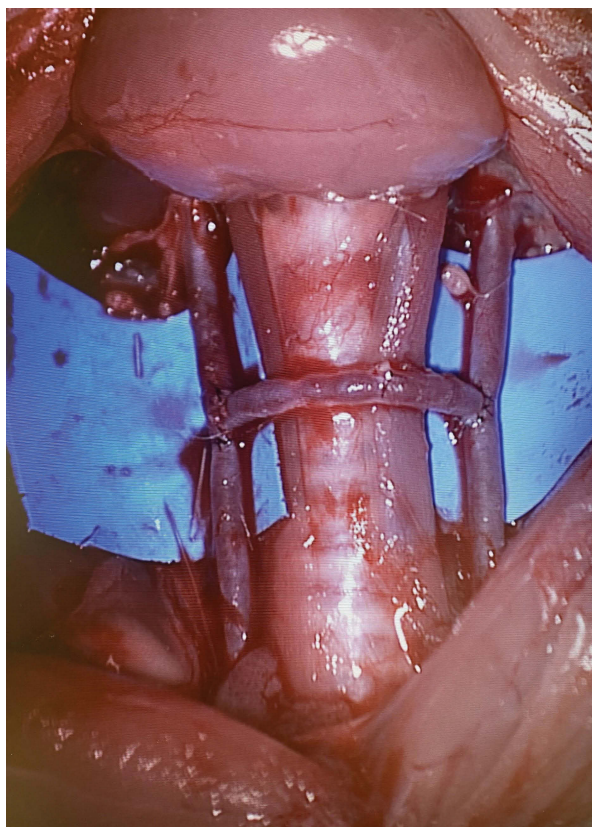


Fig. 7. Bilateral End-to-Side (ETS) – Simulating Interpositional bypass

Рис. 7. Билатеральный шов «конец-в-бок» – имитация межпозиционного обхода

This exercise also simulates real-life vascular surgical procedures, for example, an “OA-RAG-a3 AICA interpositional bypass” for bilateral VA occlusions and vertebrobasilar ischemia [10]. This bypass locates the radial artery (RA) as an interpositional graft between the occipital artery (OA) and the third segment of the anterior-inferior cerebellar artery (AICA), to preserve cerebellar blood flow from the external carotid artery (through the OA) in cases of posterior circulation vascular damage.

REFERENCES

1. Belykh Evgenii & Martirosyan Nikolay & Byvaltsev Vadim & Kalani Yashar & Nakaji Peter. (2020). Microsurgical Basics and Bypass Techniques.
2. Matsumura N., Endo S., Hamada H., Kurimoto M., Hirashima Y., Takaku A. An experimental model for side-to-side microvascular anastomosis. *J Reconstr Microsurg.* 1999;15(08):581-583.
3. Matsumura N., Hamada H., Yamatani K., Hayashi N., Hirashima Y., Endo S. Side-to-side arterial anastomosis model in the rat internal and external carotid arteries. *J Reconstr Microsurg.* 2001;17(04):263-266.
4. Tayebi Meybodi A., Aklinski J., Gandhi S., Preul M.C., Lawton M.T. Side-to-Side Anastomosis Training Model Using Rat Common Carotid Arteries. *Oper Neurosurg (Hagerstown).* 2019 Mar 1;16(3):345-350. doi: 10.1093/ons/opy157. PMID: 30099563.
5. Shurey S., Akelina Y., Legagneux J., Malzone G., Jiga L., Ghanem A.M. The rat model in microsurgery education: classical exercises and new horizons. *Arch Plast Surg.* 2014 May;41(3):201-208.
6. Akelina Y. Applying the “3 Rs”: Training Course in Surgical Techniques. *Lab Anim.* 2003;32: 41-44.
7. Wang L., Cai L., Qian H., Tanikawa R., Lawton M., Shi X. The re-anastomosis end-to-end bypass technique: a comprehensive review of the technical characteristics and surgical experience. *Neurosurg Rev.* 2019;42(3):619-629.

CONCLUSION

Microsurgery vascular training is an important part of every attending or training surgeon interested in vascular surgery. Animal models are the most accurate when trying to simulate real-life scenarios, but as the learning curve progresses more challenging exercises are demanded. Previously exposed exercises are extremely useful for microvascular practice and should be included in any advanced course around the world for every surgeon interested in microsurgery.

Human performance studies have shown that learning a specific skill – microvascular surgical skills in this case – requires approximately 10.000 hours of practice time [11]. Without a doubt, not only the length of training is important, but the quality of the experience is an important factor in this formula. During my training at the Microsurgery Training and Research laboratory, I was guided by the senior author (Ye. Akelina), on a one-to-one focused teaching, improving my performance not only daily, but on an hourly basis, in which I could see the advances and the progress with every new stitch and anastomosis accomplished. This reflects the importance of starting the training with an expert, giving as (i.e., residents, fellows, or junior attendings) that quality education needed to develop new skills, and is our job to achieve the necessary timing for what we are seeking: evolving our capacities to the maximum for the best of our future patients.

I truly recommend microsurgery vascular training to every single neurosurgical resident, and those residents, fellows, or attendings interested in performing microvascular procedures during their clinical practice. It is important not only because of what was stated before but also because as the skills are obtained and perfected at the beginning, no human patient should be treated surgically by an inexperienced surgeon.

8. Smith R.R., & Parent A.D. End-to-end anastomosis of the anterior cerebral artery after excision of a giant aneurysm. *Journal of Neurosurgery*. 1982;56(4):577-580.
9. Lawton M.T. Seven Bypasses: Tenets and Techniques for Revascularization. New York: Thieme, 2018.
10. Lawton M.T., & Lang M.J. The future of open vascular neurosurgery: perspectives on cavernous malformations, AVMs, and bypasses for complex aneurysms, *Journal of Neurosurgery JNS*. 2019;130(5):1409-1425.
11. Omahen D.A. The 10,000-hour rule and residency training. *Canadian Medical Association Journal – Journal de l'Association Médicale Canadienne*. 2009;180(12):1272.

Information about the authors

Diego A. Devia, MD, Neurosurgery Department, Hospital Universitario San Ignacio, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Yelena Akelina ✉, DVM, MS, Research Scientist, Director/Instructor of the Microsurgery Research and Training Laboratory, Department of Orthopedic Surgery, Columbia University, New York, USA.
e-mail: ya67@cumc.columbia.edu

Информация об авторах

Диего А. Девиа, MD, отделение нейрохирургии, Университетская больница Сан-Игнасио, Папский университет Хавериана (г. Богота, Колумбия).

Елена Акелина ✉, DVM, MS, научный сотрудник, директор/инструктор учебно-научной лаборатории микрохирургии, отделение ортопедической хирургии, Колумбийский университет (г. Нью-Йорк, США).
e-mail: ya67@cumc.columbia.edu

Поступила в редакцию 15.12.2021; одобрена после рецензирования 16.01.2022; принята к публикации 22.01.2022
The paper was submitted 15.12.2021; approved after reviewing 16.01.2022; accepted for publication 22.01.2022

<https://doi.org/10.52581/1814-1471/80/07>

УДК 616.8-089:378:004.946:[616.98:578.834.1-036.21]

NOVEL VIRTUAL MICROSURGICAL TRAINING PROGRAM DURING THE COVID-19 PANDEMIC

G. Romero, J. Daou, Ye. Akelina

Columbia University Irving Medical Center,
New York, USA

Abstract

The COVID-19 pandemic has challenged the way microsurgery is taught. In response, a live online program was created for surgeons to improve their microsurgical skill set as well as for non-experienced students to be introduced to the field. The curriculum included recorded video modules and live online sessions with the instructor. Three different student workstation setups were analyzed for its microsurgery training efficacy. In this paper, we illustrate Columbia University's development of a virtual microsurgery course and why the "scope to scope" workstation set-up is the preferred method for microsurgical training.

Keywords: *microsurgery, microsurgical education, remote learning, virtual training, curriculum, micro-vascular surgery, anastomosis.*

Conflict of interest: the authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this paper.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Romero G., Daou J., Akelina Ye. Novel virtual microsurgical training program during the COVID-19 pandemic. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2022;25(1):59–64. doi 10.52581/1814-1471/80/07

НОВАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ МИКРОХИРУРГИИ ВО ВРЕМЯ ПАНДЕМИИ COVID-19

Г. Ромеро, Дж. Дау, Е. Акелина

Медицинский центр Ирвинга, Колумбийский университет,
Нью-Йорк, США

Аннотация

Пандемия COVID-19 бросила вызов многим сферам жизни, в том числе она повлияла на методики преподавания микрохирургии. В ответ на это была создана онлайн-программа для хирургов с целью улучшения их микрохирургических навыков, а также для ознакомления студентов с этой областью медицины. Учебная программа включала в себя записанные видео-модули и онлайн-занятия с инструктором. Были проанализированы три различные конфигурации рабочих станций студентов на предмет эффективности обучения микрохирургии. В этой статье мы представляем разработанный в Колумбийском университете виртуальный курс по микрохирургии и объясняем, почему установка рабочей станции «от масштаба к объему» является предпочтительным методом для обучения микрохирургии.

Ключевые слова: *микрохирургия, микрохирургическое образование, дистанционное обучение, виртуальное обучение, учебная программа, микрососудистая хирургия, анастомоз.*

Конфликт интересов: авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Romero G., Daou J., Akelina Ye. Novel virtual microsurgical training program during the COVID-19 pandemic // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2022. Т. 25, № 1. С. 59–64. doi 10.52581/1814-1471/80/07

INTRODUCTION

Microsurgical training has traditionally taken place within the confines of a simulation lab with in-person teaching being the gold standard. Since the 1980s, Columbia University has trained more than 4,000 physicians from 60 U.S. institutions and over 70 countries through its' microsurgery laboratory. In early 2020, the COVID-19 pandemic created a limitation. Microsurgical training could no longer be conducted in-person. Social distancing became a fact of life for many fields as society shifted to remote work and remote learning environments. This unanticipated development forced a new set of ideas to emerge in order for microsurgical education to continue.

With the aid of micro surgically trained medical students, Dr. Yelena Akelina, DVM (Director of the Columbia Orthopedics Microsurgery Research and Training laboratory) started an initiative to address the unforeseen circumstances that arose secondary to the COVID-19 pandemic. This initiative was to create a microsurgery curriculum that would allow students to effectively learn and enhance their microsurgical skillset outside of the laboratory environment.

This new curriculum needed to simulate the job of an operating microscope while also benefiting from the availability of an instructor regardless of the student's location. Upon further planning, it was decided that an online curriculum would be designed using three different types of student set-ups; each dependent upon the individual student's access to certain resources. We compared all three setups in order to determine their overall effectiveness. We wanted to know which of the three was most ideal for teaching microsurgery in a virtual setting.

The different workstation set-ups included the following:

1. *Scope to Scope Set-up* – Both the student and instructor had access to a microscope

2. *Pluggable Digital Microscope and Surgical Loupes Set-up* – The student utilized a USB digital microscope and surgical loupes while the instructor used an operating microscope

3. *Smartphone with Surgical Loupes Set-up* – the student utilized surgical loupes to visualize their work and a smartphone to transmit images of their work to the instructor; the instructor used an operating microscope.

The virtual curriculum consisted of instructional video modules and a three-day live online course.

Instructional video modules were produced and uploaded on InvivoX, as an introduction into the microsurgery course. These briefing videos

served to not only prepare the student for the live online course but also to serve as an opportunity for the student to go back and view these videos as many times as they felt comfortable. Included within these videos were the instructions showing how to set up the student's workstation as well as lessons involving the different surgical techniques used within the curriculum.

The live online course took place over the span of three days, each session lasting three hours in length. Hand positions and posture, microsurgical suturing techniques, and steps for performing end-to-end arterial and venous anastomosis were taught. The student and instructor connected with each other using the Zoom video conference software. This allowed the instructor to view the student's progress and provide adequate feedback.

METHODS AND DESIGN

Producing the modules

Five briefing modules were filmed for the course. The topics covered included:

1. Introduction to Virtual Microsurgical Training (VMT).
2. Introduction and setup of the surgical microscope.
3. Hand positions and posture.
4. Equipment needed before the start of the live online course.
5. Basic microsurgical suturing techniques.
6. Basic aspects of end-to-end arterial and venous anastomosis.

Equipment used for Video Module Production

- Camera connected microscope.
- Smartphone.
- Video Editing Software.

A camera was connected to the operating microscope to record high resolution footage of microsurgery being performed by the instructor. A smartphone was used to record audio and to film the instructor introducing the microsurgery course. Video editing software was used to help finalize the modules.

Instructor Workstation Set-up

- Operating Microscope.
- Computer with webcam and internet connection.
- Zoom Software.
- Nylon 8-0 and 9-0 sutures.
- Plastic Suturing board.
- Gloves.

- Cutting board.
- Colored Plastic background.
- Chicken thigh.

An operating microscope with an attached camera was connected to a computer and used by the instructor. This would allow the student to see microsurgery being done in real time as well as for the instructor to be able to adequately demonstrate the microsurgical techniques. Internet connection was required to log on to the Zoom software and start the course. The computer webcam was used for face-to-face instruction and to help the student learn proper body posture and hand position.

Student Workstation set-up

Scope to Scope

- Microscope.
- Computer with webcam and internet connection.
- Zoom software.
- Microsurgical instruments.
- Nylon 8-0 or 9-0 sutures.
- Plastic suturing board.
- Gloves.
- Cutting board.
- Colored plastic or latex background.
- Chicken thigh.

A microscope with an attached camera connected to a computer was used for the “scope to scope” setup (Fig. 1A). Internet connection was required to log onto the Zoom software and start the course. The computer webcam was used for face-to-face instruction and to monitor the student’s body posture and hand position. This simulated an in-person experience and allowed for constructive feedback to be given by the instructor.

Pluggable digital microscope with surgical loupes

- Pluggable digital microscope.
- Surgical loupes 2.5x or 3.5x.
- Computer with webcam and internet connection.
- Zoom software.
- Microsurgical instruments.
- Nylon 8-0 or 9-0 sutures.
- Plastic suturing board.
- Gloves.
- Cutting board.
- Colored plastic or latex background.
- Chicken thigh.

A pluggable digital microscope was connected via a USB cable to a computer for the “Pluggable digital microscope with surgical loupes” set-up (Fig. 1B). Internet connection was required to log

onto the Zoom software and start the course. The computer webcam was used for face-to-face instruction and to monitor the student’s body posture and hand position. Surgical loupes were used by the student to perform the microsurgical exercises properly and comfortably.

Smartphone with surgical loupes

- Smart phone.
- Surgical loupes 2.5x or 3.5x.
- Computer with webcam and internet connection.
- Zoom software.
- An object to be used as a platform (e.g. a small box).
- Headlight or lamp.
- Microsurgical instruments.
- Nylon 8-0 or 9-0 sutures.
- Plastic suturing board.
- Gloves.
- Cutting board.
- Colored plastic or latex background.
- Chicken thigh.

A computer with internet connection was required to be able to log onto Zoom and start the course. This was used for face-to-face instruction and to monitor the student’s body posture and hand position. In addition to the computer, a smartphone was needed by the student to log on to the same Zoom session. The student was asked to position the smartphone face-up on a small box or object of choice with the rear camera facing the work area (Fig. 2).

The smartphone’s camera was used to help the instructor observe the microsurgical techniques being performed by the student. This simulated an in-person experience and allowed for constructive feedback to be given by the instructor. Surgical loupes were used by the student to be able to see their work more clearly and at a higher magnification. A desk lamp or headlight was also required to illuminate the area.

Required Equipment for all three set-ups include:

- Microsurgical instruments.
- Needle Holder.
- Jeweler Forceps.
- Scissors.
- Plastic Vascular Clamps.
- Sutures 8-0 or 9-0 nylon.
- Plastic suturing board.
- Gloves.
- Cutting board.
- Colored plastic or latex background.
- Chicken thigh.

Plastic Suturing Board

Before starting on the femoral chicken thigh, a plastic suturing board was used to practice suturing techniques. This was accomplished by cutting a piece of latex glove and adhering it to a plastic board with the use of masking tape. A slit was created in the middle of the latex material. The slit was then used to practice suturing skills by approximating the edges of the slit via the use of microsurgical suturing techniques (Fig. 1B).

Chicken Thigh Model

A chicken thigh was used in place of a live animal model (Fig. 1A). This was both cost-efficient and easily attainable by the students. The chicken thigh was placed on a cutting board and dissected.

Once the chicken thigh was dissected and the femoral vessels identified, a colored plastic or latex background was positioned to better visualize arterial and venous structures (Fig. 1C).

Curriculum

The curriculum consisted of three days of instruction, each session lasting three hours in length. A 30-minute practice session was scheduled before the official start of the course to ensure that technical difficulties were addressed if needed.

Day 1: The first session included the instructor introducing and setting up the operational microscope, teaching proper body posture and hand positioning, and practicing suturing techniques on the plastic suturing board.

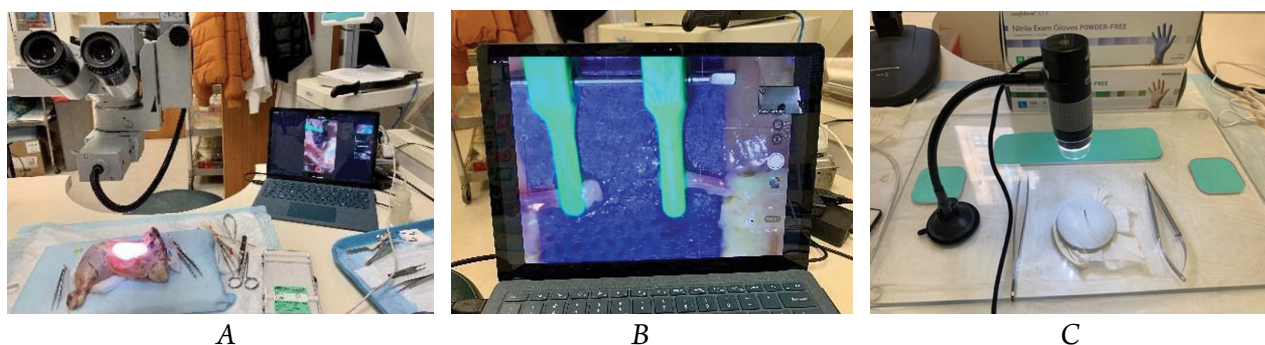


Fig. 1. Chicken thigh model using scope to scope set-up (A). Plastic suturing board set-up using the pluggable digital microscope (B). Colored plastic or latex background (C)

Рис. 1. Модель куриного бедра с настройкой области воздействия (А). Установка пластиковой доски для выполнения швов с использованием цифрового микроскопа (В). Цветной пластиковый или латексный фон (С)

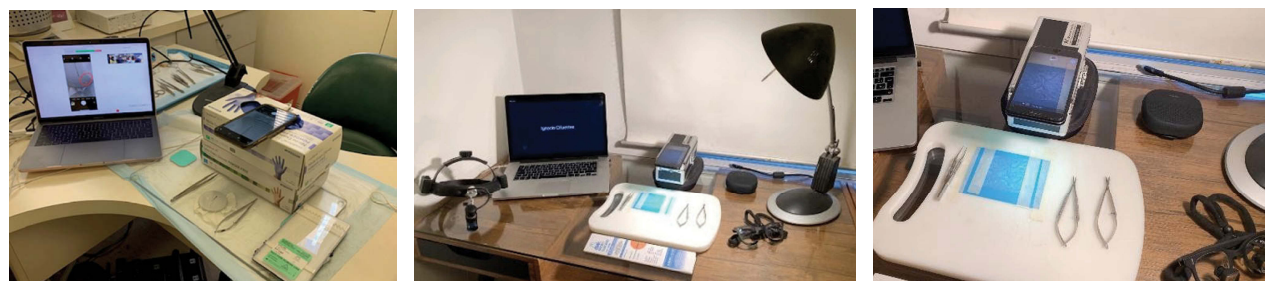


Fig. 2. Phone with surgical loupes set-up

Рис. 2. Телефон с хирургическими лупами



Fig. 3. Utilizing ALI scoring system

Рис. 3. Использование системы оценки ALI

Day 2: The second session comprised of dissecting the chicken thigh model, learning how to perform end-to-end arterial anastomosis using two different microsurgical techniques (two-stays conventional technique, one-way up technique), assessing the patency, and assessing the quality of the student's work with the use of the ALI scoring system.

Day 3: The third session consisted of the dissection of the chicken thigh model, learning how to perform end-to-end venous anastomosis, assessing the patency, and assessing the quality of the student's work with the use of the ALI scoring system (Fig. 3).

DISCUSSION

Student Workstation Set-up Comparison

Amongst the three different types of student workstation set-ups, we found that the “scope to scope” set-up was the most effective system for teaching the virtual microsurgery course (Fig. 4). The “scope to scope” set-up superiorly delivered in a wide range of aspects. Advantages to using the “scope to scope” set-up include the fact that it mirrors the laboratory setting more closely than both the “pluggable digital microscope with surgical loupes” and “smartphone with surgical loupes” setup. In addition, it also provided a wider field of view, better illumination, the ability to adjust magnification with ease and a higher level of accuracy as demonstrated by stronger ALI scores among students who used this method. Students reported superior visual comfort and clearer visualization.



Fig. 4. Instructor providing feedback using the scope to scope set-up.

Рис. 4. Инструктор обеспечивает обратную связь, используя устройство для настройки области воздействия

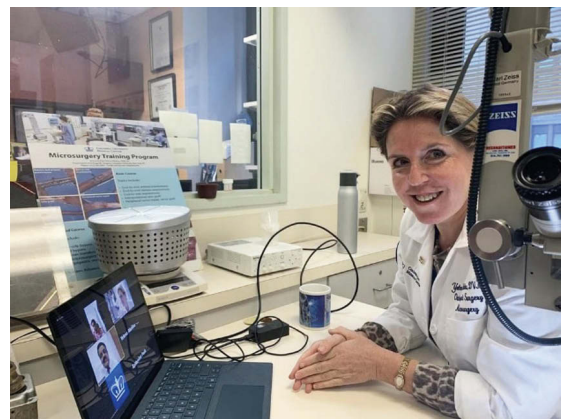
In comparison, the “pluggable digital microscope with surgical loupes” setup was much more cost-efficient than the “scope to scope” setup. However, we found that there was significant lag regarding transmitting video and images to the instructor. Students found that the shallow depth of field and suction cup attachment at the base were difficult to work with. There was also difficulty with focus and magnification. On the instructor’s end, we found that the digital microscope did not provide enough lighting and created a lot of unwanted glares, which made the student’s work difficult to visualize upon inspection. We also noticed that due to its flexible arm and suction cup base, the digital microscope was sensitive to vibration making it difficult to keep steady. Although not ideal, this setup remains to be a great model to practice microsurgical techniques.

The “smartphone with surgical loupes” setup offered some of its own advantages as it was the most cost-effective and easily attainable setup in comparison to the “scope to scope” and the “pluggable digital microscope with surgical loupes” setup. The primary benefit of this setup is that most of the student population already have smartphones and surgical loupes in their possession. However, we found that the smartphone setup did not provide adequate magnification or illumination for the instructor to view the images as clearly. Students found the smartphone difficult to maneuver as it had to sit in a fixed position on an elevation. Similarly, to the “pluggable digital microscope with surgical loupes” setup, the “smartphone with surgical loupes” setup is still nonetheless an excellent model to practice microsurgical techniques.

Overall, the “scope to scope” method is preferable for microsurgical education.

Limitations

Under ordinary circumstances, a live rat femoral artery and venous model is utilized. However, due to its easy attainability and cost-efficiency, the chicken thigh model was used as a substitute in this curriculum. This in itself places some limitations due to the fact that it is easier to visualize patency in a live animal model versus a raw chicken thigh model. Other limitations included the disparity between each individual student’s socioeconomic class (surgeons from all over the world participated in the virtual microsurgery program), and thus the quality of the equipment each student was able to obtain somewhat varied.



MOVING FORWARD

The COVID-19 pandemic has significantly changed the way in which we approach education, although it should not serve as a replacement to in-person learning, distance education can truly serve as an asset to microsurgery training. This program has allowed students to develop and increase their surgical skill-set and become more comfortable with their microsurgical abilities. In fact, qualitative

feedback from students indicated a successful program. Students reported an improvement with their fine motor movements, dexterity, and hand-eye coordination.

Information about the authors

Gessel Romero, Columbia University Irving Medical Center, New York, USA.

Jonathan Daou, Columbia University Irving Medical Center, New York, USA.

Yelena Akelina , DVM, MS, Research Scientist, Director of the Columbia Orthopedics Microsurgery Research and Training laboratory, Columbia University Irving Medical Center, New York, USA.

E-mail: ya67@cumc.columbia.edu

Информация об авторах

Гессел Ромеро, Медицинский центр Ирвинга, Колумбийский университет (г. Нью-Йорк, США).

Джонатан Дау, Медицинский центр Ирвинга, Колумбийский университет (г. Нью-Йорк, США).

Елена Акелина , DVM, MS, научный сотрудник, директор/инструктор учебно-научной лаборатории микрохирургии, отделение ортопедической хирургии, Колумбийский университет (г. Нью-Йорк, США).

E-mail: ya67@cumc.columbia.edu

Поступила в редакцию 25.12.2021; одобрена после рецензирования 16.01.2022; принята к публикации 22.01.2022
The paper was submitted 25.12.2021; approved after reviewing 16.01.2022; accepted for publication 22.01.2022

В ПОМОЩЬ ПРАКТИЧЕСКОМУ ВРАЧУ

<https://doi.org/10.52581/1814-1471/80/08>
УДК 616.313-089.844

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БИНЕВРАЛЬНОГО ALT-ЛОСКУТА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЯЗЫКА

И.В. Решетов^{1,2}, А.А. Закирова^{✉1,2}, С.И. Самойлова¹

¹ Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова
Минздрава России (Сеченовский университет),
Москва, Российская Федерация

² Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр
специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России»,
Москва, Российская Федерация

Аннотация

Цель исследования: оценить преимущества применения новой методики реконструкции языка после гемиглосэктомии и тотальной глоссэктомии биневральным кожно-мышечным лоскутом переднелатеральной поверхности бедра (ЛПАЛБ).

Материал и методы. В период с 2020 по 2021 г. 4 пациенткам, у которых был диагностирован рак языка, выполнено радикальное хирургическое лечение с шейной лимфодиссекцией и одномоментной реконструкцией языка биневральным ЛПАЛБ, с выполнением невральных анастомозов: чувствительной ветви к большому ушному нерву, двигательной ветви к добавочной ветви подъязычного нерва.

Результаты. Все пациентки находились в возрасте от 36 до 64 лет. Во всех случаях был диагностирован плоскоклеточный рак, стадии заболевания по TNM от II до IVa. Трахеостомия выполнялась в 3 из 4 случаев. Длительность пребывания в стационаре варьировала от 14 до 27 дней. Развитие послеоперационных осложнений не наблюдалось. Пероральный прием пищи был начат в среднем через 3 нед после операции. Деканюляция выполнялась на сроках 3–4 нед после операции. Разборчивость речи оценивалась по 5-балльной шкале, у трех пациенток она была оценена как хорошая (4 балла), у 1 пациентки – как плохая (2 балла). Оценка глотания по 8-балльной шкале: 7 баллов у двух пациенток, 6 баллов – у одной пациентки, 4 балла – также у одной пациентки. Все сенсорные тесты были удовлетворительными по оцениваемым параметрам. Рецидива не наблюдалось.

Заключение. Лоскут переднелатеральной поверхности бедра является перспективным для реконструкции языка благодаря возможности варьировать забор необходимого объема тканей для замещения различных дефектов, как при гемиглосэктомии, так и при тотальной глоссэктомии. При этом лоскут имеет длинную сосудистую ножку и обладает преимуществами двойной реиннервации, что обеспечивает его функциональность.

Ключевые слова: глоссэктомия, реконструкция языка, лоскут переднелатеральной поверхности бедра, биневральный лоскут, иннервированный лоскут.

Конфликт интересов: авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Решетов И.В., Закирова А.А., Самойлова С.И. Опыт применения биневрального ALT-лоскута при реконструкции языка // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2022. Т. 25, № 1. С. 65–76. doi 10.52581/1814-1471/80/08

AID TO THE PHYSICIAN

EXPERIENCE OF APPLICATION OF BINEURAL ALT-FLAP FOR TONGUE RECONSTRUCTION

I.V. Reshetov^{1,2}, A.A. Zakirova^{✉1,2}, S.I. Samoilova¹¹ First Moscow State Medical University named after I.I. Sechenov (Sechenov University), Moscow, Russian Federation² Academy of Postgraduate Education, Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies, Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow, Russian Federation**Abstract**

The purpose of this study was to share our clinical experience of using a new technique for tongue reconstruction after hemi-, subtotal and total resection with a bineural musculocutaneous anterolateral thigh flap (ALT).

Material and Methods. During the period from 2020 to 2021 four patients were diagnosed with oral cavity cancer and underwent radical surgical treatment with cervical lymphadenectomy and simultaneous tongue reconstruction using binerval ALT flap, with the performance of neural anastomoses of the sensitive branch to the great auricular nerve, and the motor branch to the accessory branch of the hypoglossal nerve.

Results. All patients were aged 36 to 64 years.. Squamous cell carcinoma was diagnosed in all cases. Disease stages according to TNM were from II to IVa. Tracheostomy was performed in 3 out of 4 cases. The duration of hospital stay varied from 14 to 27 days. The development of postoperative complications was not observed. Oral meals were started on average 3 weeks after surgery. Decanulation in 3-4 weeks after surgery. Speech intelligibility was assessed on a scale, in 3 patients it was rated as good (4), in 1 patient it was poor (2). Swallowing score on a scale, 7 points in 2 patients, 6 points in 1 patient, 4 points in 1 patient. All sensory tests were satisfactory in all cases. No recurrence was observed.

Conclusion. The ALT flap gained its popularity in tongue reconstruction due to a long and reliable vascular pedicle, the ability to vary the amount of tissue required to replace various defects, both in hemiglossectomy and in total glossectomy and low donor site morbidity. Also the flap has the advantages of double reinnervation, which ensures its functionality.

Keywords: glossectomy, tongue reconstruction, anterolateral thigh flap, bineural flap, innervated flap.

Conflict of interest: the authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this paper.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Reshetov I.V., Zakirova A.A., Samoilova S.I. Experience of application of bineural alt-flap for tongue reconstruction. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2022;25(1):65–76. doi 10.52581/1814-1471/80/08

ВВЕДЕНИЕ

При реконструкции языка большое значение имеет объем восполняемого дефекта и, следовательно, выбор типа лоскута. При половинной резекции предпочтение отдается тонким кожно-фасциальным лоскутам, которые не утяжеляют реконструируемый орган и позволяют обеспечить движения за счет сохранной контрлатеральной стороны [1]. При субтотальных и тотальных дефектах преследуются иные цели, такие как восполнение объема тканей, обеспечение соприкосновения неоязыка с небом, отведение во время глотания слюны и пищи в боковые желоба, чтобы предотвратить аспирацию [2]. Для достижения функциональных результатов в этом случае важными факторами являются

объем и форма языка. Поэтому методом реконструкции служит применение более массивных кожно-жировых и кожно-мышечных лоскутов.

Рассматриваемый в данной статье лоскут переднелатеральной поверхности бедра (ЛПЛАПБ) (anterolateral thigh flap, принятое сокращение «ALT») обладает необходимыми характеристиками, как для замещения дефектов при гемиглоссектомии, так и при субтотальных и тотальных дефектах [3]. Лоскут переднелатеральной поверхности бедра был впервые описан Song Y.G. и соавт. в 1984 г. [4], однако стал популярным в применении только в последние десятилетия. Возможны модификации забора лоскута – от тонкого перфорантного кожно-жирового до массивного с включением широкой мышцы бедра. Размеры кожной площадки лоскута, по данным

некоторых авторов, варьируют от 7 × 5 см до 25 × 15 см (в среднем 18 × 11 см) [5]. Основным же преимуществом этого лоскута является диссекция тканей с включением чувствительных нервов, таких как латеральный подкожный бедренный нерв, верхний и медиальный перфораторные нервы. Описано применение чувствительного ЛПАПБ для реконструкции кисти [6], дефектов полости рта [7] и нижних конечностей [8]. Более того, включение моторного нерва бедра и иннервируемой им широкой мышцы бедра может быть использовано для реконструкции с восстановлением динамической функции, как и в нашем клиническом исследовании.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В период с января 2020 г. по март 2021 г. в онкологическом отделении хирургических методов лечения Университетской клинической больницы № 1 Первого МГМУ им. И.М. Сече-

нова (Сеченовский университет, г. Москва) были прооперированы 4 пациентки с диагностированным плоскоклеточным раком боковой поверхности языка низкой и высокой степени дифференцировки. Стадия заболевания по TNM – от II до IVa.

На диагностическом этапе у всех пациенток не выявлено регионарных метастазов (N0), однако, по результатам послеоперационного гистологического исследования, одна пациентка имела статус N2b. Возраст участниц исследования варьировал от 36 до 64 лет.

Лечение было комбинированным, учитывалась пред- и послеоперационная химиолучевая терапия пациенток (таблица). Неодъювантная полихимиотерапия по схеме TPF (Доцетаксел, Цисплатин, 5-фторурацил) проводилась в двух случаях. В остальных двух случаях выполнено 3 курса фотохимиотерапии (ФХТ), также в неоадъювантном режиме. У одной пациентки наблюдалась выраженная регрессия опухоли на фоне ФХТ (рис. 1).

Таблица 1. Сведения о пациентах, включенных в исследование, и результаты оценки восстановления функций речи и глотания, чувствительности и качества жизни в сроки 6–12 месяцев после операции

Table 1. Information about the patients included in the study and the results of assessing the restoration of speech and swallowing functions, sensitivity and quality of life in the period of 6–12 months after surgery

Параметр	Возраст, лет			
	64	59	61	36
Этиология	Плоскоклеточный, G3	Плоскоклеточный, G1	Плоскоклеточный, G1	Плоскоклеточный, G1
TNM	pT2N2bM0, IVa	pT4aN0M0, IVa	pT4aN0M0, IVa	pT2N0M0, II
Лечение до операции	3 курса TPF	3 курса ФХТ	3 курса ФХТ	2 курса TPF
Объем резекции	Субтотальный	Субтотальный	Тотальный	Гемиглоссэктомия
Трахеостомия	+	+	+	–
Лечение после операции	ДЛТ, СОД 66гр	ДЛТ, СОД 66гр	2 курса TPF	2 курса TPF
Декануляция, дни	21	14	144	–
Начало приема пищи <i>per os</i> , дни	21	21	92	14
Оценка речи, баллы	4	4	2	4
Оценка функции глотания, баллы	6	7	4	7
Тест Semmes-Weinstein, мг	4,5/6,6	3,5/5,6	4,5/6,8	3,6/4,31
Боль, холод/горячее	+	+	+	+
Дискриминационная чувствительность, мм	5–10	5–10	5–10	<5
Гистология, невральные структуры	+	+	+	+

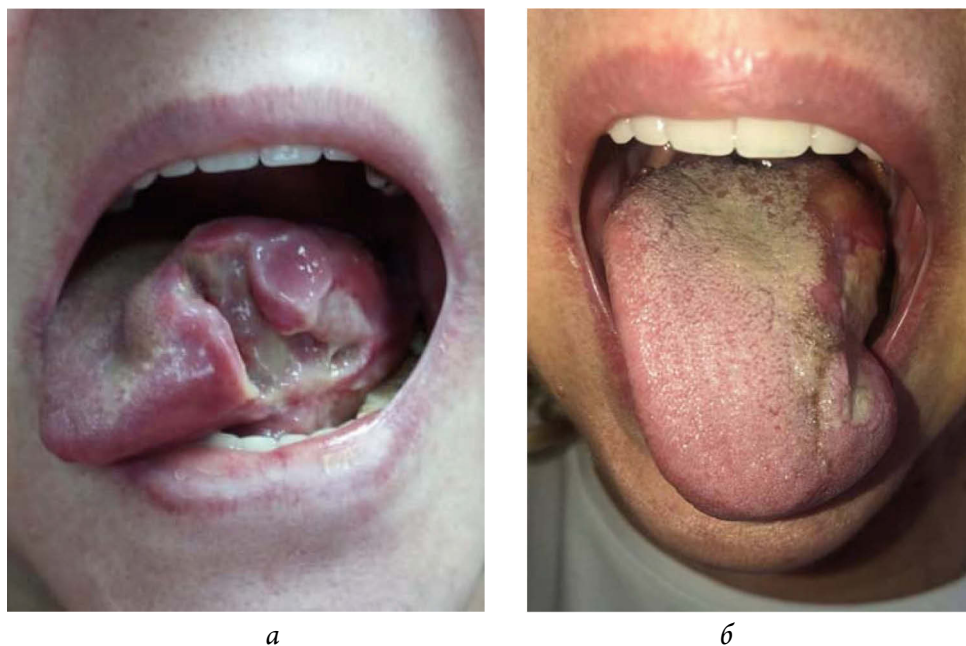


Рис. 1. Выраженная регрессия опухоли на фоне фотохимиотерапии у пациентки М., 59 лет. Диагноз: рак боковой поверхности языка слева pT4aN0M0, IVa ст., G1 (P16-, P53-, PDL-): а – до начала фотохимиотерапии; б – после 3 курсов фотохимиотерапии

Fig. 1. Pronounced regression of the tumor against the background of photochemotherapy in patient M., 59 years old. Diagnosis: cancer of the lateral surface of the tongue on the left pT4aN0M0, IVa stage, G1 (P16-, P53-, PDL-): а – before the start of photochemotherapy; б – after 3 courses of photochemotherapy

Двум пациенткам была проведена субтотальная глоссэктомия с сохранением кончика языка, одной – тотальная глоссэктомия, еще одной – гемиглоссэктомия. Всем участницам исследования выполнялась одномоментная реконструкция биневральных ЛПАПБ с невральными анастомозами чувствительного латерального кожного нерва бедра ветви к большому ушному нерву, моторной ветви бедренного нерва к добавочной ветви подъязычного нерва. Шейная лимфаденэктомия со стороны расположения опухоли была осуществлена во всех случаях. Трахеостомия выполнена в трех из четырех случаев. В случае гемиглоссэктомии выбор ЛПАПБ был обусловлен клиническим противопоказанием к забору лучевого лоскута в связи с незамкнутой ладонной артериальной дугой на обеих верхних конечностях.

Хирургическая техника

Всем пациенткам по клиническим показаниям проводилась шейная лимфаденэктомия. В одном случае верхнезональная, в остальных – классическая из Т-образного доступа в поднижнечелюстной области и в проекции грудинно-ключично-сосцевидной мышцы. Во всех случаях были сохранены и выделены большой ушной нерв и нисходящая ветвь подъязычного нерва для последующего анастомозирования. В качестве реципиентных сосудов выделялись верхняя щитовидная артерия и вена.

Следующим этапом в зависимости от распространенности опухолевого процесса, наличия либо отсутствия перехода за срединную линию языка, из ротового доступа пациентам выполнялась гемиглоссэктомия, субтотальная либо тотальная глоссэктомия (рис. 2), при необходимости в резецируемый блок были включены ткани дна полости рта.

Сложностью забора ЛПАПБ является вариабельность хода перфорантных сосудов. Поэтому на этапе предоперационного планирования всем пациенткам проводилась доплерография с определением хода нисходящей ветви латеральной артерии, огибающей бедро, и проекции хода ее кожно-мышечных ветвей. Для этого очерчивалась линия между передней верхней остью подвздошной кости и латеральной частью надколенника. Стандартная кожная площадка лоскута обычно расположена в нижней трети бедра вдоль этой линии.

Интероперационно выполнялась разметка в проекции сосудов, определенных при доплерографии, в соответствии с размером замещаемого дефекта с учетом гиперкоррекции примерно на 30% [9]. Разрез по линии разметки вдоль хода сосудистой ножки. По ходу разреза осуществлялся поиск чувствительного латерального кожного нерва бедра, отвечающего за чувствительность латеральной и проксимальной частей бедра. Кожно-жировые лоскуты отведены в стороны, визуализирована борозда

между прямой мышцей бедра и напрягателем его широкой фасции. Мышцы разведены тупым путем, прямая мышца бедра отведена медиально, после чего становится виден сосудистый пучок, состоящий из нисходящей ветви латеральной артерии, огибающей бедро, и двух комитантных вен. Вместе с сосудистой ножкой проходит моторная ветвь бедренного нерва, который входит в латеральную широкую мышцу бедра по медиальному краю в верхней и средней трети. Для последующей двигательной реиннервации выделяется моторный нерв бедра вместе с лоскутом. Выполняются диссекция тканей лоскута вдоль сосудисто-нервного пучка и поиск кожно-мышечных перфорантов. Чаще всего они прободают латеральную широкую мышцу бедра вдоль ее переднего края. После идентификации перфорантных сосудов полностью выкраивается кожная площадка с включением в состав лоскута глубокой фасции и порции латеральной широкой мышцы бедра. Сосудистую ножку выделить до уровня ее впадения в огибающую бедро латеральную артерию, длина сосудистой ножки составляет 7–12 см. В зависимости от места пересечения диаметр артерии варьируется от 1 до 3 мм. Сосудистая ножка пересекается проксимально с прошиванием и легированием (рис. 3). Аноксия лоскута. Донорская рана ушивается послойно без натяжения с оставлением двух активных дренажей – межмышечного и подкожного.

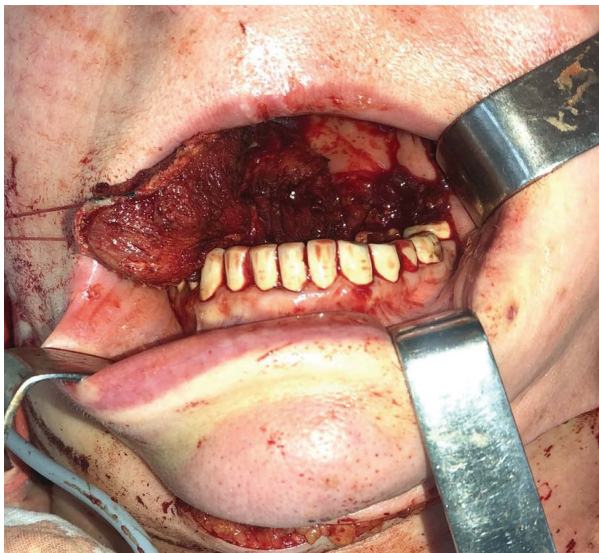


Рис. 2. Вид раны после выполнения субтотальной глоссэктомии у пациентки М., 59 лет. Диагноз: Рак боковой поверхности языка слева T4aN0M0, IVa ст., G1 (P16-, P53-, PDL-). Состояние после 3 курсов фотохимиотерапии

Fig. 2. Wound view after subtotal glossectomy in patient M., 59 years old. Diagnosis: Cancer of the lateral surface of the tongue on the left T4aN0M0, IVa stage, G1 (P16-, P53-, PDL-). Condition after 3 courses of photochemotherapy



a



б

в

Рис. 3. Этапы оперативного лечения пациентки Х., 36 лет. Диагноз: рак боковой поверхности языка справа pT2N0M0, II ст., G1. Состояние после 2 курсов неoadъювантной полихимиотерапии по схеме TPF. Разметка лоскута в области перфорантных сосудов нисходящей латеральной артерии, огибающей бедро (a); выделенный лоскут с включением чувствительного подкожного латерального нерва бедра и моторной ветви бедренного нерва (б – внутренняя поверхность, в – внешняя поверхность)

Fig. 3. Stages of surgical treatment of patient Kh., 36 years old. Diagnosis: cancer of the lateral surface of the tongue on the right pT2N0M0, II stage, G1. Condition after 2 courses of neoadjuvant polychemotherapy according to the TPF scheme. Marking of the flap in the area of perforating vessels of the descending lateral artery enveloping the thigh (a); selected flap with the inclusion of the sensory saphenous lateral nerve of the thigh and the motor branch of the femoral nerve (б – inner surface, в – external surface)

Переход к микрохирургическому этапу операции

Лоскут проведен сквозь туннель, сформированный в поднижнечелюстной области, к реципиентному ложу, фиксирован наводящим швом. Сосудистая ножка позиционирована на области шеи. Проведена подготовка к выполнению сосудистых и невралных анастомозов. По классическому варианту, чаще всего выполняется 1 артериальный и 2 венозных анастомоза для обеспечения адекватного дренирования лоскута. В качестве реципиентной артерии применялась верхняя щитовидная артерия, выполнен анастомоз «конец-в-конец» нитью пролен 8/0. Альтернативным вариантом является анастомозирование непосредственно к внутренней сонной артерии по типу «конец-в-бок». Венозные анастомозы были выполнены в двух случаях к щитовидным венам «конец-в-конец», в двух других – к внутренней яремной вене по типу «конец-в-бок», так же нитью пролен 8/0. Два невралных анастомоза – чувствительного латерального кожного нерва бедра к ранее выделенному большому ушному нерву, моторной ветви бедренного нерва к ранее выделенной нисходящей ветви подъязычного нерва. Шов накладывался эпиперинеурально нитью пролен 9/0.

После завершения микрохирургического этапа лоскут фиксировали к культи языка редкими узловыми швами. На области раны шеи ушивали только кожу, также редкими узловыми швами с оставлением перчаточных дренажей. Фиксировались рыхлые асептические повязки.

Операция выполняется параллельно двумя бригадами хирургов. Средняя длительность вмешательства составляет 4–5 ч.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Методы оценки функциональных результатов

Оценка функциональных результатов проводилась на сроках 6–12 мес после операции (см. таблицу). Результаты исследований заносились в электронные индивидуальные карты пациенток. Оценивались такие показатели, как восстановление речи (по 5-балльной шкале) и функция глотания (по 8-балльной шкале), дискриминационная чувствительность (мм), значение теста Semmes-Weinstein, восприятие тупой и острой боли, горячего и холодного. Дополнительно выполнялись контактная эндоскопия для описания изменения сосудистого рисунка поверхности лоскута [10], гистологическое и иммуногистохимическое исследования биоптатов лоскутов для определения наличия нервных стволиков.

В проведенном исследовании некрозов и тромбозов сосудистой ножки лоскутов, а также

ранних послеоперационных осложнений не регистрировалось. В течение первых 3 нед после операции наблюдалось сокращение объема лоскута примерно на 10–15%. После проведения лучевой терапии у двух женщин наблюдалось дальнейшее уменьшение объема лоскута, при этом их функциональность сохранялась. Донорская рана во всех случаях была ушита первичным натяжением. Осложнений, неудовлетворенности пациенток эстетическим результатом не было отмечено. Швы снимали на сроках 14–18 дней после операции.

Длительность пребывания пациенток в стационаре варьировала от 14 до 27 дней. В одном случае трахеостомия не выполнялась, в двух случаях пациентки были деканулированы на 14–21-е сут, однако в одном случае, при тотальной глоссэктомии, трахеостома была закрыта после завершения химиотерапии и симптоматического лечения на сроке 5 мес после операции.

Пероральный прием пищи был начат в среднем через 3 нед после операции. Не одной из пациенток не потребовалось выполнение гастростомии. В адъювантом режиме двум женщинам была продолжена химиотерапия по схеме ТРФ, двум другим назначена лучевая терапия СОД 66 Гр на фоне введения препарата «Цисплатин».

Длительность наблюдения пациенток составила от 9 мес до 2 лет 7 мес. Все пациентки завершили полный курс лечения. При контрольном обследовании в январе 2022 г. рецидивов и отдаленных метастазов не было выявлено. Проводится дальнейшее динамическое наблюдение. Одна участница исследования была трудоустроена до начала лечения и вернулась к профессиональной деятельности спустя 1,5 года после операции. Остальные три пациентки не были трудоустроены.

При оценке результатов восстановления речи на сроках 6 мес – 2 года после операции у трех пациенток речь была оценена на 4 балла (незначительные ошибки, приемлемая речь), у одной (после тотальной глоссэктомии) – как плохая (2 балла, множественные ошибки, понятная речь, если тема разговора известна врачу). У всех участниц исследования присутствовали болевые и температурные (как горячие, так и холодные) ощущения в переднем и заднем отделах неоязыка. Чувствительность кончика неоязыка при тестировании монофиламентной нитью Semmes-Weinstein имела диапазон 3,5–4,5 мг, чувствительность во второй точке (боковая либо задняя поверхность языка) составляла 4,3–6,6 мг.

Дискриминационная чувствительность определялась у всех пациенток, у одной женщины зарегистрировано расстояние менее 5 мм, у трех остальных – в диапазоне 5–10 мм.

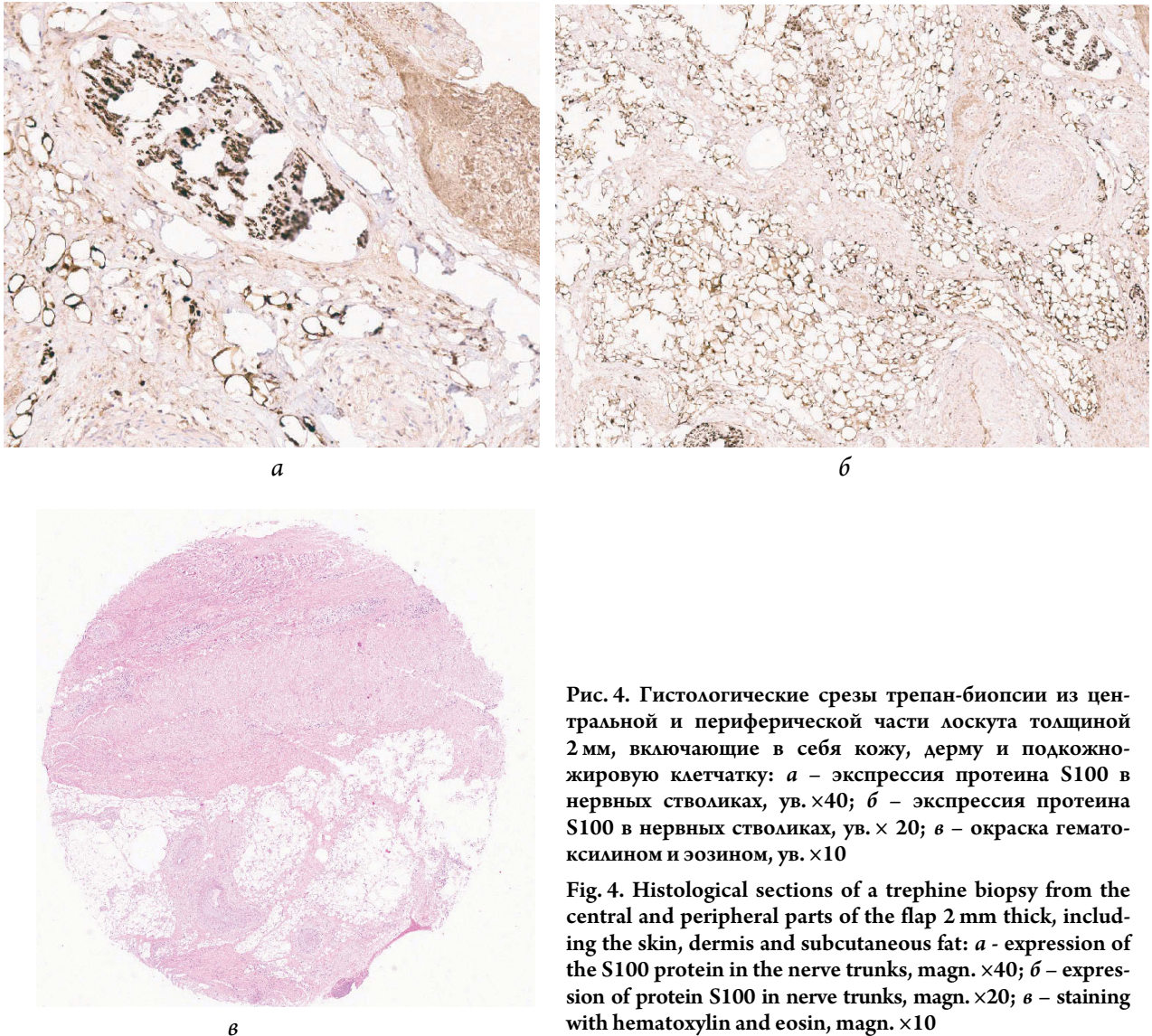


Рис. 4. Гистологические срезы трепан-биопсии из центральной и периферической части лоскута толщиной 2 мм, включающие в себя кожу, дерму и подкожно-жировую клетчатку: а – экспрессия протеина S100 в нервных стволиках, ув. $\times 40$; б – экспрессия протеина S100 в нервных стволиках, ув. $\times 20$; в – окраска гематоксилином и эозином, ув. $\times 10$

Fig. 4. Histological sections of a trephine biopsy from the central and peripheral parts of the flap 2 mm thick, including the skin, dermis and subcutaneous fat: а - expression of the S100 protein in the nerve trunks, magn. $\times 40$; б - expression of protein S100 in nerve trunks, magn. $\times 20$; в - staining with hematoxylin and eosin, magn. $\times 10$

При оценке по 8-балльной шкале глотания две пациентки имели 7 баллов (все виды пищи, кроме жестких, волокнистых мясных продуктов), одна пациентка – 6 баллов (жидкая и мягкая пища, механически измельченные продукты), одна пациентка – 4 балла (только жидкая и мягкая пища, необходимо запивать пищу водой).

У всех пациенток при исследовании окрашенных гистологических срезов было выявлено от 5 до 7 нервных стволиков (рис. 4), тогда как при клиническом наблюдении и выполнении биопсии с последующим иммуногистохимическим исследованием у пациентов с лоскутами без реиннервации нервные структуры в составе лоскута не определялись.

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время применение свободных микрохирургических трансплантатов является предпочтительным методом реконструкции по-

сле радикального хирургического лечения рака органов полости рта [11]. Свойствами оптимального свободного лоскута для реконструкции головы и шеи являются: длинная сосудистая ножка, возможность реиннервации, постоянная анатомия для легкого и безопасного забора лоскута, достаточные площадь и объем тканей, вариабельность толщины и состава тканей, возможность моделирования формы лоскута, отсутствие волосяного покрова и минимальное повреждение донорской зоны, возможность выполнения операции одновременно двумя бригадами хирургов [12]. Всеми этими характеристиками обладает ЛПАЛБ.

Для получения функциональных результатов при реконструкции языка мы считаем важным и необходимым использование лоскутов с возможностью реиннервации. Поэтому нами был выбран ЛПАЛБ, как уникальный лоскут, позволяющий применять одновременно и чувстви-

тельный, и двигательный нервы. Применение ЛПАПБ, как чувствительного лоскута, достаточно хорошо известно. В исследовании Р. Yu и соавт. (2004) иннервированные ЛПАПБ показали лучшее восстановление чувствительности при всех методах тестирования по сравнению с не иннервированными, Функция глотания также была лучше в группе с выполнением иннервирования. Кроме того, «чувствующий» неоязык обеспечивает более высокую степень удовлетворенности пациентов, при восстановлении чувствительности все пациенты отмечали улучшение ощущений после периода жизни с «онемевшим, холодным инородным телом во рту» [13].

Для обеспечения чувствительной иннервации лоскута применяется латеральный кожный нерв бедра, отвечающий за чувствительность латеральной и проксимальной частей бедра. Нерв берет начало от передней ветви второго поясничного нерва, проходит через поясничную мышцу, в борозде между передней верхней и передней нижней подвздошными осями, где он выходит из глубокой фасции и делится на две три ветви в средней трети бедра. Согласно данным D. Ribuffo и соавт. (2005), для чувствительной иннервации ЛПАПБ можно выделять не только латеральный кожный нерв бедра, но и верхний перфораторный и срединный перфораторный нервы. Этими авторами было проведено исследование на трупах, в котором вместе с забором лоскута выделялись вышеуказанные нервы, при этом латеральный подкожный нерв бедра был выделен в 29 из 29 случаев, верхний перфораторный – в 24 (89,7%) из 29 случаев, срединный перфораторный нерв – в 25 (82,8%) из 29 случаев. Данное исследование имеет клиническую значимость, так для небольших лоскутов возможно сохранение латерального кожного бедренного нерва и использование верхнего и срединного перфорантных нервов, что позволит предотвратить потерю чувствительности в широкой области бедра. Либо использовать лоскут с тремя чувствительными нервами для восстановления комбинированных дефектов, ЛПАПБ с двумя разделенными кожными площадками [5].

Спонтанное восстановление чувствительности в лоскутах может происходить и без реиннервации, как показано в исследованиях В. Boyd и соавт. (1994) и Е. Santamaria и соавт. (1999) [14, 15]. В этом случае механизмом реиннервации является прорастание аксонов от реципиентного ложа к поверхности лоскута [16]. При использовании же массивного лоскута, такого как ЛПАПБ, при тотальной реконструкции языка, указанный механизм восстановления чувствительности крайне затруднен. Это может объ-

яснить, почему в исследовании Р. Yu (2004) не иннервированные ЛПАПБ имели минимальные показатели восстановления чувствительности [13].

В исследованиях некоторых авторов для восстановления языка применяются иннервированные мышечные трансплантаты [17]. Однако функциональная пересадка мышц может воссоздать только один вектор движения вместо разнонаправленного движения языка, характерного для нормальной речи [9]. Тем не менее L. Calabrese и соавт. (2011) сообщили о 10 пациентах, перенесших замещение иннервированными мышечными лоскутами тотальных и субтотальных дефектов языка. Все лоскуты показали признаки реиннервации, пациенты имели хорошие функцию глотания и разборчивую речь [18].

Даже если моторная реиннервация не позволяет восстановить движения языка, она остается важной для уменьшения атрофии лоскута. Так, O.J. Manrique и соавт. (2017) отмечают, что невротизированные мышечные лоскуты сохраняют свой мышечный тонус и большую часть первоначального объема, что делает их оптимальными для восстановления обширных дефектов ротовой полости [2]. По данным, полученным L. Krakowczyk и соавт. (2015), невротизация лоскута может уменьшить степень валлеровской дегенерации и предотвратить атрофию пересаженных тканей [3]. E.I. Chang и соавт. (2015) в исследовании относительно использования реиннервированных лоскутов сделали вывод о том, что выполнение нейрорафии является простой процедурой, которая не приводит к значительному увеличению ишемии или времени операции, но может существенно улучшить функциональный результат и качество жизни пациентов [19].

Относительно же морбидности донорского участка, ЛПАПБ также имеет преимущества перед другими лоскутами, применяемыми для реконструкции полости рта. Однако ЛПАПБ не желательно использовать у мужчин, так как рост волос в полости рта приносит им выраженный дискомфорт [20]. У лиц женского пола, как в нашем исследовании, такого недостатка не наблюдалось.

Из потенциальных функциональных нарушений можно выделить дисфункцию четырехглавой мышцы бедра, парестезию и боль. В нашем исследовании нарушений чувствительности и функции, неудовлетворенности пациенток касательно послеоперационной раны бедра выявлено не было. Эстетический результат лечения одной из пациенток представлен на рис. 5.



Рис. 5. Результаты лечения пациентки М., 59 лет. Диагноз: рак боковой поверхности языка слева pT4aN0M0, IVa ст., G1. Состояние после комплексного лечения: 3 курсов ФХТ, субтотальной глосэктомии слева с одномоментной реконструкцией бивентральным АЛТ-лоскутом, шейной лимфаденэктомии (март 2020 г.); 2 курсов ХЛТ на фоне цисплатина СОД 66 Гр (апрель-май 2020 г.). Вид лоскута на сроке 2 года 7 мес после операции (а); внешний вид пациентки (б), вид донорской раны в прямой (в) и полубоковой (г) проекции

Fig. 5. The results of treatment of patient M., 59 years old. Diagnosis: cancer of the lateral surface of the tongue on the left pT4aN0M0, IVa stage, G1. Condition after complex treatment: 3 courses of PCT, left subtotal glossectomy with simultaneous reconstruction with a bivenular ALT flap, cervical lymphadenectomy (March 2020); 2 courses of CRT against the background of cisplatin SOD 66 Gy (April-May 2020). Type of flap at 2 years 7 months after surgery (a); appearance of the patient (б), view of the donor wound in direct (в) and semi-lateral (г) projection

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лоскут переднелатеральной поверхности бедра является перспективным для реконструкции языка благодаря длинной сосудистой ножке, возможности варьировать забор необходимого объема тканей для замещения различных дефектов, как при гемиглосэктомии, так и при то-

тальной глоссэктомии. При этом лоскут обладает преимуществами двойной реиннервации, что обеспечивает его функциональность. Также необходимо отметить минимальное повреждение донорского участка и преимущественное использование данной методики у женщин за счет минимального волосяного покрова на коже их бедер.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Mannelli G., Arcuri F., Agostini T. et al. Classification of tongue cancer resection and treatment algorithm // Journal of Surgical Oncology. 2018. Vol. 117(5). P. 1092–1099.
2. Manrique O.J., Leland H.A., Langevin C.J. et al. Optimizing Outcomes following Total and Subtotal Tongue Reconstruction: A Systematic Review of the Contemporary Literature // Journal of Reconstructive Microsurgery. 2017. Vol. 33(2). P. 103–111.

3. Krakowczyk L., Maciejewski A., Szymczyk C. et al. The use of anterolateral thigh flap (ALTF) for functional tongue reconstruction with postoperative quality of live evaluation // *Polish Journal of Surgery*. 2015. Vol. 87(8). P. 384–388.
4. Song Y.G., Chen G.Z., Song Y.L. The free thigh flap: a new free flap concept based on the septocutaneous artery // *British Journal of Plastic Surgery*. 1984. Vol. 37(2). P. 149–159.
5. Ribuffo D., Cigna E., Gargano F. et al. The innervated anterolateral thigh flap: Anatomical study and clinical implications // *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2005. Vol. 115(2). P. 464–470.
6. Luo S., Raffoul W., Luo J. et al. Anterolateral thigh flap: A review of 168 cases. 1999. Vol. 19(5). P. 232–238.
7. Demirkan E., Chen H.C., Wei F.C. et al. The versatile anterolateral thigh flap: a musculocutaneous flap in disguise in head and neck reconstruction // *British Journal of Plastic Surgery*. Vol. 53(1). P. 30–36.
8. Kuo Y.R., Jeng S.F., Kuo M.H. Free anterolateral thigh flap for extremity reconstruction: Clinical experience and functional assessment of donorsite // *Plast. Reconstr. Surg*. 2001. Vol. 107(7). P. 1766–1771.
9. Jeong W.H., Lee W.J., Roh T.S. et al. Long-term functional outcomes after total tongue reconstruction: Consideration of flap types, volume, and functional results // *Microsurgery*. 2017. Vol. 37(3). P. 190–196.
10. Чучуева Н.Д., Решетов И.В., Свистушкин В.М. Современные методы эндоскопической визуализации в диагностике патологии гортани, полости рта и ротоглотки: систематический обзор литературы // *Голова и шея*. 2017. №4. С. 43–52.
11. Yuan Y., Zhang P., He W., Li W. Comparison of Oral Function: Free Anterolateral Thigh Perforator Flaps Versus Vascularized Free Forearm Flap for Reconstruction in Patients Undergoing Glossectomy // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2016. Vol. 74(7). P. 1500.e1-1500.e6.
12. de Vicente J.C., de Villalain L., Torre A., Peña I. Microvascular Free Tissue Transfer for Tongue Reconstruction After Hemiglossectomy: A Functional Assessment of Radial Forearm Versus Anterolateral Thigh Flap // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2008. Vol. 66(11). P. 2270–2275.
13. Yu P. Reinnervated anterolateral thigh flap for tongue reconstruction // *Head and Neck*. 2004. Vol. 26(12). P. 1038–1044.
14. Boyd B., Mulholland S., Gullane P. et al. Reinnervated lateral antebrachial cutaneous neurosome flaps in oral reconstruction: are we making sense? // *Plastic and Reconstructive Surgery*. 1994. Vol. 93(7). P. 1350–1362.
15. Santamaria E., Wei F.C., Chen I.H., Chuang D.C. Sensation recovery on innervated radial forearm flap for hemiglossectomy reconstruction by using different recipient nerves // *Plast Reconstr Surg*. 1999. Vol. 103(2). P. 450–457.
16. Ayhan Oral M., Zeynep S.K., Görgü M., Yücel Ö.H. Sensory Recovery with Innervated and Noninnervated Flaps after Total Lower Lip Reconstruction: A Comparative Study // *Plastic Surgery International*. 2013. Vol. 2013. P. 1–7.
17. Yousif N.J., Dzwierzynski W.W., Sanger J.R. et al. The innervated gracilis musculocutaneous flap for total tongue reconstruction // *Plast Reconstr Surg*. 1999. Vol. 104(4). P. 916–921.
18. Calabrese L., Saito A., Navach V. et al. Tongue reconstruction with the gracilis myocutaneous free flap // *Microsurgery*. 2011. Vol. 31(5). P. 355–359.
19. Chang E.I., Yu P., Skoracki R.J. et al. Comprehensive Analysis of Functional Outcomes and Survival After Microvascular Reconstruction of Glossectomy Defects // *Annals of Surgical Oncology*. 2015. Vol. 22(9). P. 3061–3069.
20. Farace F., Fois V.E., Manconi A. et al. Free anterolateral thigh flap versus free forearm flap: Functional results in oral reconstruction // *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*. 2007. Vol. 60(6). P. 583–587.

REFERENCES

1. Mannelli G., Arcuri F., Agostini T. et al. Classification of tongue cancer resection and treatment algorithm. *Journal of Surgical Oncology*. 2018;117(5):1092-1099.
2. Manrique O.J., Leland H.A., Langevin C.J. et al. Optimizing Outcomes following Total and Subtotal Tongue Reconstruction: A Systematic Review of the Contemporary Literature. *Journal of Reconstructive Microsurgery*. 2017;33(2):103-111.
3. Krakowczyk L., Maciejewski A., Szymczyk C. et al. The use of anterolateral thigh flap (ALTF) for functional tongue reconstruction with postoperative quality of live evaluation. *Polish Journal of Surgery*. 2015;87(8):384-388.
4. Song Y.G., Chen G.Z., Song Y.L. The free thigh flap: a new free flap concept based on the septocutaneous artery. *British Journal of Plastic Surgery*. 1984;37(2):149-159.
5. Ribuffo D., Cigna E., Gargano F. et al. The innervated anterolateral thigh flap: Anatomical study and clinical implications. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2005;115(2):464-470.
6. Luo S., Raffoul W., Luo J. et al. Anterolateral thigh flap: A review of 168 cases. 1999;19(5):232-238.
7. Demirkan E., Chen H.C., Wei F.C. et al. The versatile anterolateral thigh flap: a musculocutaneous flap in disguise in head and neck reconstruction. *British Journal of Plastic Surgery*. 53(1):30-36.

8. Kuo Y.R., Jeng S.F., Kuo M.H. Free anterolateral thigh flap for extremity reconstruction: Clinical experience and functional assessment of donorsite. *Plast. Reconstr. Surg.* 2001;107(7):1766-1771.
9. Jeong W.H., Lee W.J., Roh T.S. et al. Long-term functional outcomes after total tongue reconstruction: Consideration of flap types, volume, and functional results. *Microsurgery.* 2017;37(3):190-196.
10. Chuchuyeva N.D., Reshetov I.V., Svistushkin V.M. Sovremennyye metody endoskopicheskoy vizualizatsii v diagnostike patologii gortani, polosti rta i rotoglotki: sistematicheskiy obzor literatury [Modern methods of endoscopic visualization in the diagnostics of larynx, oral cavity and hypopharynx diseases: a systematic literature review]. *Golova i sheya – Head and Neck.* 2017;4:43-52 (In Russ.).
11. Yuan Y., Zhang P., He W., Li W. Comparison of Oral Function: Free Anterolateral Thigh Perforator Flaps Versus Vascularized Free Forearm Flap for Reconstruction in Patients Undergoing Glossectomy. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2016;74(7):1500.e1-1500.e6.
12. de Vicente J.C., de Villalaín L., Torre A., Peña I. Microvascular Free Tissue Transfer for Tongue Reconstruction After Hemiglossectomy: A Functional Assessment of Radial Forearm Versus Anterolateral Thigh Flap. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2008;66(11):2270-2275.
13. Yu P. Reinnervated anterolateral thigh flap for tongue reconstruction. *Head and Neck.* 2004;26(12):1038-1044.
14. Boyd B., Mulholland S., Gullane P. et al. Reinnervated lateral antebrachial cutaneous neurosome flaps in oral reconstruction: are we making sense? *Plastic and Reconstructive Surgery.* 1994;93(7):1350-1362.
15. Santamaria E., Wei F.C., Chen I.H., Chuang D.C. Sensation recovery on innervated radial forearm flap for hemiglossectomy reconstruction by using different recipient nerves. *Plast Reconstr Surg.* 1999;103(2):450-457.
16. Ayhan Oral M., Zeynep S.K., Görgü M., Yücel Ö.H. Sensory Recovery with Innervated and Noninnervated Flaps after Total Lower Lip Reconstruction: A Comparative Study. *Plastic Surgery International.* 2013;2013:1-7.
17. Yousif N.J., Dzwierzynski W.W., Sanger J.R. et al. The innervated gracilis musculocutaneous flap for total tongue reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* 1999;104(4): 916–921.
18. Calabrese L., Saito A., Navach V. et al. Tongue reconstruction with the gracilis myocutaneous free flap. *Microsurgery.* 2011;31(5):355-359.
19. Chang E.I., Yu P., Skoracki R.J. et al. Comprehensive Analysis of Functional Outcomes and Survival After Microvascular Reconstruction of Glossectomy Defects. *Annals of Surgical Oncology.* 2015;22(9):3061-3069.
20. Farace F., Fois V.E., Manconi A. et al. Free anterolateral thigh flap versus free forearm flap: Functional results in oral reconstruction. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery.* 2007;60(6): 583-587.

Информация об авторах

Решетов Игорь Владимирович – д-р мед. наук, профессор, академик РАН, директор Института кластерной онкологии им. профессора Л.Л. Левшина, зав. кафедрой онкологии, радиотерапии и пластической хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) (Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2); зав. кафедрой онкологии и пластической хирургии Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России (Россия, 125371, г. Москва, Волоколамское ш., 91).
<https://orcid.org/0000-0002-0909-6278>
 e-mail: reshetoviv@mail.ru

Закирова Альбина Азатовна ✉ – аспирант кафедры онкологии, радиотерапии и пластической хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) (Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2); ст. преподаватель кафедры онкологии и пластической хирургии Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России (Российская Федерация, 125371, г. Москва, Волоколамское ш., 91).
<https://orcid.org/0000-0002-1117-9427>
 e-mail: dr.zakirovasurg@gmail.com

Самойлова Светлана Ивановна – канд. мед. наук, доцент кафедры онкологии, радиотерапии и пластической хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) (Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2).
<https://orcid.org/0000-0003-4598-8625>
 e-mail: sv_samoilova75@mail.ru

Information about the authors

Igor V. Reshetov, Dr. Med. sci., Professor, Academician of the RAS, Director of the Institute of Cluster Oncology named after Professor L.L. Levshin, head of the Department of Oncology, Radiotherapy and Plastic Surgery, Institute of Clinical Medicine named after N.V. Sklifosovsky, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) (Bl. 2, 8, Trubet-

skaya st., Moscow, 119991, Russia); head of the Department of Oncology and Plastic Surgery, the Academy of Postgraduate Education, Federal Scientific and Practical Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia (91, Volokolamskoe sh., Moscow, 125371, Russia).

<https://orcid.org/0000-0002-0909-6278>

e-mail: reshetoviv@mail.ru

Albina A. Zakirova , Postgraduate Student, the Department of Oncology, Radiotherapy and Plastic Surgery, Institute of Clinical Medicine named after N.V. Sklifosovsky, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) (Bl. 2, 8, Trubetskaya st., Moscow, 119991, Russia); Senior Lecturer, the Department of Oncology and Plastic Surgery, the Academy of Postgraduate Education, Federal Scientific and Practical Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia (91, Volokolamskoe sh., Moscow, 125371, Russia).

<https://orcid.org/0000-0002-1117-9427>

e-mail: dr.zakirovasurg@gmail.com

Svetlana I. Samoilova, Cand. Med. sci., Associate Professor, the Department of Oncology, Radiotherapy and Plastic Surgery, Institute of Clinical Medicine named after N.V. Sklifosovsky, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) (Bl. 2, 8, Trubetskaya st., Moscow, 119991, Russia).

<https://orcid.org/0000-0003-4598-8625>

e-mail: sv_samoilova75@mail.ru

Поступила в редакцию 23.12.2021; одобрена после рецензирования 20.01.2022; принята к публикации 22.01.2022

The paper was submitted 23.12.2021; approved after reviewing 20.01.2022; accepted for publication 22.01.2022

HISTORY OF MEDICINE

<https://doi.org/10.52581/1814-1471/80/09>
УДК 616-089.819:620.3](091)(520)

THE HONOURABLE PROFESSOR ISAO KOSHIMA: HISTORICAL CONTRIBUTION FROM MICROSURGERY TO NANOMICROSURGERY

M.Ye. Sinelnikov^{✉1}, I.V. Reshetov¹, Maria Chernosvitova¹,
Arina Khlytina¹, Maria Kartashova¹, Yelena Akelina^{✉2}

¹ I.I. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University),
Moscow, Russian Federation

² Columbia University,
New York, USA

Abstract

In honour of Professor Isao Koshima's 70th birthday, a short manuscript regarding his main contributions to microsurgery, as well as impact on the surgical specialty in Russian Federation is discussed. The numerous achievements of Professor Koshima are built upon years of experience. Currently, Isao Koshima is the Chief of the International Center for Lymphedema, at Hiroshima University Hospital (Japan). He is known to all as an enthusiastic and extremely talented microsurgeon and a world-known scientist. In 1989, I. Koshima first introduced the epigastric artery perforator flap, and the discovery of the DIEP flap is widely accredited to him. He introduced this flap at the 1st International Course on Perforator Flaps held in Ghent in 1997. Professor Koshima's numerous contributions to the field of microsurgery are truly invaluable. His life and career are respected by all and his guidance is requested daily around the World. I. Koshima's contribution to lymphatic supermicrosurgery is especially prominent, as this field is completely built upon his pronounced expertise. To this day, Isao Koshima offers lectures, training programs and is an active participant of many congresses worldwide, making him one of the most sought teachers in the history of microsurgery.

Keywords: Isao Koshima, short biography, history of microsurgery, history of medicine.

Conflict of interest: the authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this paper.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Sinelnikov M.Ye., Reshetov I.V., Chernosvitova M.D., Khlytina A.A., Kartashova M.K., Akelina Ye. The honourable Isao Koshima: historical contribution from microsurgery to nanomicrosurgery. Issues of Reconstructive and Plastic Surgery. 2022;25(1):77–82. doi 10.52581/1814-1471/80/09

ИСТОРИЯ МЕДИЦИНЫ

ИСТОРИЧЕСКИЙ ВКЛАД ИСАО КОШИМЫ В РАЗВИТИЕ МИКРОХИРУРГИИ: ОТ МИКРОХИРУРГИИ ДО НАНОХИРУРГИИ

М.Е. Синельников^{✉1}, И.В. Решетов¹, М.Д. Черновитова¹,
А.А. Хлытина¹, М.К. Карташова¹, Е. Акелина^{✉2}

¹ Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова
Минздрава России (Сеченовский университет),
Москва, Российская Федерация

² Колумбийский университет, Нью-Йорк, США

Аннотация

В честь 70-летия профессора Исао Кошима и с целью осветить его вклад в развитие мировой и отечественной микрохирургии, в данной статье рассматриваются наиболее значимые его достижения и обсуждается их роль в развитии современной микрохирургии. В настоящее время И. Кошима является руководителем Международного центра лимфедемы при университетской больнице г. Хиросимы (Япония). В 1989 г. И. Кошима впервые описал лоскут на основе перфорантного сосуда нижней эпигастральной артерии (DIEP-лоскут), который на сегодняшний день является одним из наиболее часто применяемых лоскутов в реконструктивной микрохирургии. Профессор Кошима участвовал в организации Международного симпозиума по перфораторным лоскутам, впервые проходившего в Генте в 1997 г. Активное развитие микрохирургии на мировом уровне делают И. Кошиму одним из наиболее уважаемых на сегодняшний день хирургов. Вклад профессора Кошима в лимфатическую супермикрохирургию заслуживает отдельного внимания, так как эта область микрохирургии полностью построена на его экспериментальной и клинической деятельности. По сей день Исао Кошима читает лекции, проводит обучающие программы и является активным участником многих конгрессов по всему миру, что делает его одним из самых востребованных преподавателей в истории микрохирургии.

- Ключевые слова:** Исао Кошима, краткая биография, история микрохирургии, история медицины
- Конфликт интересов:** авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.
- Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.
- Для цитирования:** Синельников М.Е., Решетов И.В., Черносвитова М.Д., Хлытина А.А., Карташова М.К., Акелина Е. Исторический вклад профессора Исао Кошима в развитие микрохирургии: от микрохирургии до микрохирургии // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2022. Т. 25, № 1. С. 77–82. doi 10.52581/1814-1471/80/09

INTRODUCTION

Isao Koshima was born on January 13, 1952 in Okayama, Japan [1]. In 1976 he graduated from Tottori University School of Medicine, after which he worked as a Junior Resident at the Department of General Surgery of Tokyo Women's Medical School until 1977. From 1977 to 1983 he worked as a Senior and Chief Resident at the Department of Plastic and Reconstructive Surgery of Tokyo University. In 1983 he became an Assistant Professor and worked at Tokyo University until 1989. From 1989 to 2000 he worked as an Associate Professor at the Department of Plastic and Reconstructive Surgery of Kawasaki Medical School. At the same time, from 1996 to 1997, he worked as a lecturer at Harvard Medical School. Starting in 2000, he worked as a Professor and Chief of the Plastic and Reconstructive Surgery Department of Okayama University Medical School. From 2004 and currently, Isao Koshima is a Professor and Chief of the Plastic and Reconstructive Surgery Department at the Tokyo Medical University Graduate School of Medicine. From 2009 to 2010 he worked as a Senior consultant at the National University of Singapore. From 2011 to 2013 he worked as a Vice Director of Tokyo University Hospital. From 2012 he is a Visiting Professor at the University of Barcelona. Since 2017 and presently he occupies the prestigious title of Chief of the International Cen-

tre for Lymphedema (ICL) at Hiroshima Medical University Hospital. In 2017 he became a Professor Emeritus of The University Tokyo and President of the World Society Reconstructive Microsurgery (WSRM) [1]. This short introduction in the life of a brilliant microsurgeon, great scientist and highly respected teacher is but a glimpse of the lengthy and prestigious history of I. Koshima's contribution to medicine.

Isao Koshima has been honoured numerous times by many different organizations, including the American Society for Reconstructive Microsurgery, American Society of Aesthetic and Plastic Surgeons (ASAPS), WSRM and other [1–4]. Professor Koshima has published many textbooks, which quickly became standards for training in the fields of lymphedema, microsurgery and reconstructive surgery. Professor Koshima is an active member of many prestigious societies, including World Society for Reconstructive Microsurgery (president from 2017–2019), International Course of Perforator Flaps (founding member), The Japanese Society of Lymphology (executive director), International Society of Lymphology (honorary president), Japanese Society of Reconstructive Microsurgery, Japanese Society of Plastic and Reconstructive Surgery and others. Professor Koshima's reviewer activity and publication activity put him at the very top of his field, unmatched by most.

CONTRIBUTION TO THE FIELD OF MICROSURGERY

Very difficult to measure the exact extent of Isao Koshima's input into the development of microsurgery, but one thing is certain: without his contribution, the field of microsurgery profession would be decades behind where it stands this day. Isao Koshima is not only an outstanding surgeon, who personally made over 3000 free tissue transfers, but he

is also a moving force in the field of scientific research. With over 200 original papers published in English alone, his scientific contribution can already be considered historically valuable. All of these achievements were accompanied by active teaching by Professor Koshima, who continues to participate in numerous live surgery demonstrations in over 20 countries since 1997 [5–10]. The extent of his contributions is shortly summarized in Table.

Isao Koshima's main contributions to medicine

Основной вклад Исао Кошимы в медицину

Year contribution began	Area of focus	Short explanation	References
1983	Nerve graft	I. Koshima introduced the cross-facial nerve graft for muscle protection prior to facial palsy	[10]
1989	Deep inferior epigastric artery perforator (DIEP) flap	The DIEP flap was first described and clinically used by Isao Koshima. Today, the DIEP flap is the golden standard in breast reconstruction	[11–15]
1989	Perforator flaps	Koshima and Soeda were the first surgeons who came up with the term “perforator flap” and introduced several gold standard flaps now commonly used in clinical practice	[13–19]
1990	Supermicrosurgery	Introduction of the supermicrosurgery technique and prime results of applying this technique	[19–24]
1990	Lymphedema pathogenesis discovery: vessel fibrosis	I. Koshima found that lymphedema comes from degeneration of smooth muscle cells within the lymphatic channel. He shows that damaged vessels and surrounding tissues become fibrotic – thicker and stiffer. To prevent degeneration of smooth muscle cell, early stage lymphovenous bypass is necessary	[3, 4]
1990	Lymphovenous anastomosis	I. Koshima was the first to describe and apply the prophylactic lymphaticovenular anastomosis as lymphedema treatment. He developed the so called “one-hand suture technique” and made supermicrosurgery possible. This technique is essential for anastomosing vessels that are less than 0.5 mm in diameter	[6, 17, 18, 25, 26]
1993	Gluteal artery perforator flap (GAP) flap	Isao Koshima first used the GAP flap for sacral decubitus. This surgical procedure involves the reconstruction of sacral sores with the local superior gluteal artery perforator flap	[1, 2]
1993	Anterolateral thigh flap (ALT) flap and chimera flaps	Professor Isao Koshima was the first to describe the versatile application of ALT flaps in head and neck area. Since 2002, the use of this flap has become the method of choice for the reconstruction of head and neck defects in Taiwan and USA, thanks to his description of the anatomical characteristics of perforating vessels, such as intramuscular and intermuscular septum perforating vessels	[11, 12, 22–24]
2006	Penile and urethral reconstruction	Isao Koshima performs free radial forearm osteocutaneous flap with vascular pedicle transfer and chimeric SCIP flap for urethroplasty reconstruction	[4]

As can be seen, Professor Isao Koshima made several revolutionary achievements in the field of plastic and reconstructive surgery. In 1983 he proposed the concept of a nerve graft, in 1989 he introduced the first perforator flap by inventing the DIEP flap, in 1990 he introduced the lymphovenous anastomosis and coined the term “supermicrosurgery”. In 1993, he performed the first ALT flap and chimera combined flaps for head and neck recon-

struction. In 1997 he participated in the establishment of the well-known “International Course on Perforator Flaps” and in 2017 the “International Course on Supermicrosurgery”. Professor Koshima established supermicrosurgery technical standards and helped develop tools for performing vascular anastomosis of vessels under 0.5 mm. Recently, he performed the first nanomicrosurgery procedure: anastomosis of less than 0.3 mm with a 30 micron

needle and introduced the nanomicro-video system [10].

ISAO KOSHIMA'S ROLE INFLUENCE ON RUSSIAN MICROSURGERY: A PERSONAL "THANK YOU"

In Russia, his name is well known in the medical circle. Twice, in 2009 and 2019 he came to Tomsk, to participate in meetings and offer microsurgery training and lectures to students. In 2014 he visited Russia to perform surgery and teach his techniques, which have been used in Russia since then. Professor Koshima is considered a mentor for Russian microsurgery, and his invaluable contribution has provided patients with a new improved standard of care. The techniques he invented and advanced have had a significant impact on patient rehabilitation, improving outcome and quality of life in thousands of patients personally, and tens of thousands through his teachings worldwide.

His contribution to Russian medicine is valued by many prominent specialists, including Professor Igor Reshetov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the Institute of Cluster Oncology at Sechenov University, renown oncologist, reconstructive surgeon and microsurgeon. Professor Reshetov states that "...Isao Koshima is a respected and forthgoing microsurgeon, who brought us many new technologies, including neurotization techniques and supermicrosurgery, which we actively translate into our clinical work. His input is dearly valued and highly respected."

Russian-born director of the world-famous Columbia University Microsurgery Research and Training Lab, Dr. Yelena Akelina, honors Professor Koshima's personal contribution to microsurgery, by stating: "I have known Dr. Isao Koshima for more than 17 years and always looked up to him as a visionary with unlimited positive energy. Most of his 'crazy' ideas and visions have become reality... I always admired Dr. Koshima for his amazing abi-

lity to ignite and inspire others while remaining humble about his amazing success in the world of microsurgery. I had the pleasure of seeing different sides of Dr. Koshima: as an elegant traditional samurai, a fun storyteller and amusing dancer... Wishing Professor Koshima all the best wishes in his 70 year young birthday!"

The Director of the Institute of Microsurgery (Tomsk), Professor Vladimir Baytinger states that their "... mutual work began in 2007 and have been meeting in person since 2009." More recently, Professor Baytinger notes that "on October 27, 2019, within the framework of the First Microsurgical Summit in Siberia, held under the patronage of WSRM and EFSM, two demonstration operations were performed at the Institute of Microsurgery by Isao Koshima. One of them was a unique lymphovenous shunt under 3D visualization on a 8 month old child... with special design supermicrosurgery instruments and suture material 13/0 (needle length 1.5 mm, thread thickness 30 microns). For the first time I saw such instruments and suture material... for microvasculature surgery... Professor Isao Koshima is determined to design and apply the 14/0 suture, which I anticipate this to be another revolutionary achievement in medicine!"

Dr. Koshima's contribution to medical sciences and surgical technique is truly valued by all those familiar with microsurgery. Many surgeons utilize his techniques daily, improving patient care and clinical outcome in their practice.

CONCLUSION

A long history of overachievement, scientific discovery and surgical leadership accompany Professor Isao Koshima in his lengthy professional career. His name has cemented itself in the history of microsurgery, reconstructive and plastic surgery. On behalf of the medical community, a heartfelt "thank you" is given to Professor Koshima's continued input, guidance, and leadership.

REFERENCES

1. Web resource <http://www.lymphedema-surgery.org/>
2. Chen W., Jiang B., Zhao J., & Wang P. The superior gluteal artery perforator flap for reconstruction of sacral sores. *Saudi Medical Journal*. 2016;37(10):1140-1143. <https://doi.org/10.15537/smj.2016.10.15682>
3. Seki Y., Kajikawa A. Fundamental and essential techniques for supermicrosurgical lymphaticovenular anastomosis: the art of Isao Koshima's supermicrosurgery. *Plast Aesthet Res*. 2021;8:44. <http://dx.doi.org/10.20517/2347-9264.2021.74>
4. Matsumoto T., Tsumura T., Kishimoto K., Sano H., Doi K., Matsushita M., & Murakami H. Sequential chimeric free deep circumflex iliac artery bone flap and superficial circumflex iliac artery perforator flap from the same site for one-stage reconstructions of severe hand injury: A report of two cases. *JPRAS open*. 2020;26:49-53. <https://doi.org/10.1016/j.jpra.2020.09.005>
5. Koshima I., & Soeda S. Inferior epigastric artery skin flaps without rectus abdominis muscle. *British Journal of Plastic Surgery*. 1989;42(6):645-648. [https://doi.org/10.1016/0007-1226\(89\)90075-1](https://doi.org/10.1016/0007-1226(89)90075-1)
6. Koshima I., Kawada S., Moriguchi T., & Kajiwar Y. Ultrastructural observations of lymphatic vessels in lymphedema in human extremities. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 1996;97(2):397-407. <https://doi.org/10.1097/00006534-199602000-00018>
7. Drobot A., Bez M., Shakra I.A., Merei F., Khatib K., Bickel A., ... & Kakiashvili E. Microsurgery for management

- of primary and secondary lymphedema. *Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders*. 2021;9(1):226-233.
8. Wang M., Li B. Prof. Isao Koshima: start lymphovenous bypass surgery as soon as possible to benefit more patients! *Asvide*. 2018;5:878. Available online: <http://www.asvide.com/article/view/28641>
 9. Hyakusoku H., & Ono S. The History of Propeller Flaps. *Seminars in Plastic Surgery*. 2020;34(3):133-138. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1715157>
 10. Koshima I., Narushima M., Mihara M., Yamamoto Y., Iida T., & Uchida G. Prophylactic cross-face nerve flap for muscle protection prior to facial palsy. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*. 2011;64(2):185-188. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2010.04.014>
 11. Koshima I., Fukuda H., & Soeda S. Free combined anterolateral thigh flap and vascularized iliac bone graft with double vascular pedicle. *Journal of Reconstructive Microsurgery*. 1989;5(1):55-61. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1006851>
 12. Koshima I., Saisho H., Kawada S., Hamanaka T., Umeda N., & Moriguchi T. Flow-through thin latissimus dorsi perforator flap for repair of soft-tissue defects in the legs. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 1999;103(5):1483-1490. <https://doi.org/10.1097/00006534-199904050-00021>
 13. Koshima I., Nanba Y., Tsutsui T., Takahashi Y., Urushibara K., Inagawa K., Hamasaki T., & Moriguchi T. Superficial circumflex iliac artery perforator flap for reconstruction of limb defects. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2004;113(1):233-240. <https://doi.org/10.1097/01.PRS.0000095948.03605.20>
 14. Itano H., Andou A., Date H., Koshima I., & Shimizu N. Chest wall reconstruction with perforator flaps after wide full-thickness resection. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2006;132(1):e13-e14. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2006.03.024>
 15. Narushima M., Yamamoto T., Yamamoto Y., Hirai R., Mihara M., & Koshima I. Lateral intercostal artery perforator-based reversed thoracodorsal artery flap for reconstruction of a chronic radiation ulcer of the lower back wall. *Annals of Plastic Surgery*. 2011;67(4):352-356. <https://doi.org/10.1097/SAP.0b013e3182115126>
 16. Narushima M., Yamamoto T., Yamamoto Y., Hirai R., Mihara M., & Koshima I. Lateral intercostal artery perforator-based reversed thoracodorsal artery flap for reconstruction of a chronic radiation ulcer of the lower back wall. *Annals of Plastic Surgery*. 2011;67(4):352-356. <https://doi.org/10.1097/SAP.0b013e3182115126>
 17. Yoshimatsu H., Yamamoto T., Narushima M., Iida T., & Koshima I. Perforator-bridged lymphaticovenular anastomosis. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*. 2012;65(10):1438-1439. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2012.04.051>
 18. Mihara M., Hara H., Hayashi Y., Iida T., Araki J., Yamamoto T., Todokoro T., Narushima M., Murai N., & Koshima I. Upper-limb lymphedema treated aesthetically with lymphaticovenous anastomosis using indocyanine green lymphography and noncontact vein visualization. *Journal of Reconstructive Microsurgery*. 2012;28(5):327-332. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1311691>
 19. Koshima I., Nanba Y., Tsutsui T., & Takahashi Y. Medial plantar perforator flaps with supermicrosurgery. *Clinics in Plastic Surgery*. 2003;30(3):447-vii. [https://doi.org/10.1016/s0094-1298\(03\)00044-0](https://doi.org/10.1016/s0094-1298(03)00044-0)
 20. Narushima M., Koshima I., Mihara M., Uchida G., & Gonda K. Intravascular stenting (IVaS) for safe and precise supermicrosurgery. *Annals of Plastic Surgery*. 2008;60(1):41-44. <https://doi.org/10.1097/SAP.0b013e3181804bdb38>
 21. Mihara M., Hayashi Y., Iida T., Narushima M., & Koshima I. Instruments for supermicrosurgery in Japan. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2012;129(2):404e-406e. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e31823af16b>
 22. Koshima I., Hosoda M., Moriguchi T., Hamanaka T., Kawata S., & Hata T. A combined anterolateral thigh flap, anteromedial thigh flap, and vascularized iliac bone graft for a full-thickness defect of the mental region. *Annals of Plastic Surgery*. 1993;31(2):175-180. <https://doi.org/10.1097/00006637-199308000-00018>
 23. Koshima I., Fukuda H., & Soeda S. Free combined anterolateral thigh flap and vascularized iliac bone graft with double vascular pedicle. *Journal of Reconstructive Microsurgery*. 1989;5(1):55-61. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1006851>
 24. Koshima I., Soeda S., Yamasaki M., & Kyou J. The free or pedicled anteromedial thigh flap. *Annals of Plastic Surgery*. 1988;21(5):480-485. <https://doi.org/10.1097/00006637-198811000-00015>
 25. Chang D.W., Suami H., & Skoracki R. A prospective analysis of 100 consecutive lymphovenous bypass cases for treatment of extremity lymphedema. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2013;132(5):1305-1314. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3182a4d626>
 26. Visconti G., Hayashi A., Salgarello M., Narushima M., Koshima I., & Yamamoto T. Supermicrosurgical T-shaped lymphaticovenular anastomosis for the treatment of peripheral lymphedema: Bypassing lymph fluid maximizing lymphatic collector continuity. *Microsurgery*. 2016;36(8):714-715. <https://doi.org/10.1002/micr.30019>

Information about the authors

Mikhail Ye. Sinelnikov, Cand. Med. sci., Assistant of the Department of Oncology, Radiotherapy and Plastic Surgery, Institute of Clinical Medicine named after N.V. Sklifosovsky, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Bl. 2, 8, Trubetskaya st., Moscow, 119991, Russia).

<https://orcid.org/0000-0002-0862-6011>
e-mail: sinelnikov_m_e@staff.sechenov.ru

Igor V. Reshetov, Dr. Med. sci., Professor, Academician of the RAS, Director of the Institute of Cluster Oncology named after Professor L.L. Levshin, head of the Department of Oncology, Radiotherapy and Plastic Surgery, Institute of Clinical Medicine named after N.V. Sklifosovsky, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) (Bl. 2, 8, Trubetskaya st., Moscow, 119991, Russia).

<https://orcid.org/0000-0002-0909-6278>
e-mail: reshetoviv@mail.ru

Maria D. Chernosvitova, 5th year student of Medical Faculty, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Bl. 2, 8, Trubetskaya st., Moscow, 119991, Russia).

Arina A. Khlytina, 6th year student of Medical Faculty, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Bl. 2, 8, Trubetskaya st., Moscow, 119991, Russia).

Maria K. Kartashova, 6th year student of Medical Faculty, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Bl. 2, 8, Trubetskaya st., Moscow, 119991, Russia).

<https://orcid.org/0000-0003-2135-1662>
e-mail: kartashova_m_k@student.sechenov.ru

Yelena Akelina , DVM, MS, Research Scientist, Director/Instructor of the Microsurgery Research and Training Laboratory, Department of Orthopedic Surgery, Columbia University, New York, USA.

<https://orcid.org/0000-0002-0415-4176>
e-mail: ya67@cumc.columbia.edu

Информация об авторах

Синельников Михаил Егорович – канд. мед. наук, доцент кафедры онкологии, радиотерапии и пластической хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) (Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2).

<https://orcid.org/0000-0002-0862-6011>
e-mail: sinelnikov_m_e@staff.sechenov.ru

Решетов Игорь Владимирович – д-р мед. наук, профессор, академик РАН, директор Института кластерной онкологии им. профессора Л.Л. Левшина, зав. кафедрой онкологии, радиотерапии и пластической хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) (Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2).

<https://orcid.org/0000-0002-0909-6278>
e-mail: reshetoviv@mail.ru

Черносвитова Мария Дмитриевна – студентка 5-го курса лечебного факультета Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) (Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2).

Хлытина Арина Александровна – студентка 6-го курса лечебного факультета Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) (Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2).

Карташова Мария Константиновна – студентка 6-го курса лечебного факультета Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) (Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2).

<https://orcid.org/0000-0003-2135-1662>
e-mail: kartashova_m_k@student.sechenov.ru

Акелина Елена , DVM, MS, научный сотрудник, директор/инструктор учебно-научной лаборатории микрохирургии, отделение ортопедической хирургии, Колумбийский университет (г. Нью-Йорк, США).

<https://orcid.org/0000-0002-0415-4176>
e-mail: ya67@cumc.columbia.edu

Поступила в редакцию 12.01.2022; одобрена после рецензирования 18.01.2022; принята к публикации 22.01.2022
The paper was submitted 12.01.2022; approved after reviewing 18.01.2022; accepted for publication 22.01.2022



Лидеры мировой микрохирургии. В центре, в первом ряду, в темно-синей рубашке профессор Исао Кошима (Isao Koshima, Japan). Фото сделано 13 июля 2013 г. в Чикаго (США)



НИИ МИКРОХИРУРГИИ
ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ХИРУРГИИ