

ХИРУРГИЯ / SURGERY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.74>

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МИКРОХИРУРГИЧЕСКАЯ ОПЕРАЦИОННАЯ НА КАФЕДРЕ ОПЕРАТИВНОЙ И КЛИНИЧЕСКОЙ ХИРУРГИИ С ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ АНАТОМИЕЙ ИМЕНИ С. А. СИМБИРЦЕВА: ОРГАНИЗАЦИЯ, ОСНАЩЕНИЕ, РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Научная статья

Трунин Е.М.¹, Татаркин В.В.², Пулотова Т.И.³, Щёголев А.И.^{4,*}, Закондырин Д.Е.⁵, Никулин С.Ю.⁶, Мустафина Е.А.⁷, Чухрай С.М.⁸, Шахабадинов В.Я.⁹

¹ ORCID : 0000-0002-2452-0321;

² ORCID : 0000-0002-9599-3935;

³ ORCID : 0000-0003-2677-471X;

⁴ ORCID : 0000-0003-1563-2126;

⁵ ORCID : 0000-0002-0925-415X;

⁶ ORCID : 0000-0003-4993-4499;

⁷ ORCID : 0000-0002-1009-0383;

⁸ ORCID : 0000-0002-2427-0684;

⁹ ORCID : 0000-0002-3216-7978;

^{1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9} Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова Минздрава РФ, Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁵ Медицинский университет «Реавиз», Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (cyonic[at]yandex.ru)

Аннотация

Статья подводит итог процессу организации, комплексного оснащения и первым результатам работы экспериментальной микрохирургической операционной на кафедре оперативной и клинической хирургии с топографической анатомией им. С. А. Симбирцева Северо-Западного государственного медицинского университета имени И. И. Мечникова. Описано оборудование, которым располагает микрохирургическая операционная, применяемые для работы расходные материалы и симуляционные модели, которые используют преподаватели для отработки практических навыков и проведения исследовательской деятельности. Приведен анализ кривой обучения формированию микрососудистого анастомоза на примере четырех групп студентов ВУЗа. Показано, что по итогам исследования, группы с углубленной теоретической и практической подготовкой имели лучшие показатели обучения, а именно среднюю продолжительность операции, по сравнению с группами с базовой практической подготовкой.

Ключевые слова: микрохирургия, освоение нового навыка, студенты, исследование.

EXPERIMENTAL MICROSURGICAL OPERATING ROOM AT THE S. A. SIMBIRTSEV DEPARTMENT OF OPERATIVE AND CLINICAL SURGERY WITH TOPOGRAPHIC ANATOMY: ORGANIZATION, EQUIPMENT, RESULTS OF WORK

Research article

Trunin Y.M.¹, Tatarkin V.V.², Pulotova T.I.³, Shchyogolev A.I.^{4,*}, Zakondirin D.Y.⁵, Nikulin S.Y.⁶, Mustafina Y.A.⁷, Chukhrai S.M.⁸, Shakhabinov V.Y.⁹

¹ ORCID : 0000-0002-2452-0321;

² ORCID : 0000-0002-9599-3935;

³ ORCID : 0000-0003-2677-471X;

⁴ ORCID : 0000-0003-1563-2126;

⁵ ORCID : 0000-0002-0925-415X;

⁶ ORCID : 0000-0003-4993-4499;

⁷ ORCID : 0000-0002-1009-0383;

⁸ ORCID : 0000-0002-2427-0684;

⁹ ORCID : 0000-0002-3216-7978;

^{1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9} I.I. Mechnikov Northwestern State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint-Petersburg, Russian Federation

⁵ Reaviz Medical University, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (cyonic[at]yandex.ru)

Abstract

The article sums up the process of organization, complex equipment and the first results of the experimental microsurgical operating room at the Department of Operative and Clinical Surgery with Topographical Anatomy named after S. A. Simbirtsev of the North-West State Medical University named after I. I. Mechnikov. The equipment available in the microsurgical operating theatre, supplies used for work and simulation models used by teachers to practice practical skills and conduct research activities are described. The analysis of the learning curve of microvascular anastomosis formation on the example of four groups of university students is given. It is shown that according to the results of the study, the groups with

advanced theoretical and practical training had better training indicators, namely, the average duration of the operation, compared to the groups with basic practical training.

Keywords: microsurgery, learning a new skill, students, research.

Введение

Микрохирургию относят к наиболее современным, востребованным и перспективным разделам хирургической деятельности [3]. Микрохирургическую технику широко используют во многих направлениях хирургической деятельности. Помимо активного применения в клинической медицине, микрохирургия все более востребована в научных исследованиях и экспериментальной хирургии [10]. Освоение методики манипуляций под микроскопом требует длительного тренинга, поэтому скрупулёзный подход к организации учебной микрохирургической операционной и подготовке специалиста-микрохирурга – приоритетные задачи преподавателя, который стремится добиться приобретения высокого качества практических навыков обучающегося в этом направлении хирургии [13].

Одна из наиважнейших задач кафедрального коллектива – сформировать должное материально-техническое оснащение учебной операционной, что позволяет в дальнейшем проводить комплексную подготовку специалистов – микрохирургов на уровне додипломного преподавания и в рамках последипломной переподготовки хирургов разных специальностей. Материальное оснащение учебной экспериментальной микрохирургической операционной подразделяют на три основные категории: оптические средства для работы с малыми анатомическими объектами, специализированные хирургические (микрохирургические) инструменты и расходные материалы.

Операционный микроскоп. Микрохирургические вмешательства проводят на структурах малых и сверхмалых размеров, поэтому их выполнение без оптических средств невозможно [1]. Для формирования навыков работы на объектах в микромире необходим операционный микроскоп. Использование для учебных целей операционных микроскопов экспертного класса нецелесообразно по двум причинам: во-первых обучающийся не нуждается во всем спектре технических возможностей, которые заложены в такой аппарат, что делает его очень дорогим, во-вторых тонкие регулировки и сложное устройство такого прибора неизбежно приводят к множественным поломкам в руках слабо подготовленных студентов и врачей-слушателей. Поэтому для обучения микрохирургическим манипуляциям и проведения экспериментальных операций мы используем би- и тринокулярные микроскопы AMSZOOM, которые достаточно компактны (рис. 1). В одном помещении учебной микрохирургической операционной можно разместить 3–5 микроскопов, что важно для проведения обучения в группе.



Рисунок 1 - Тринокулярный микроскоп модели AMSZOOM с комплектующими деталями
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.74.1>

Заложенный в этих микроскопах комплекс функциональных возможностей достаточен для освоения и совершенствования мануальных навыков в процессе обучения. Важными отличиями этих микроскопов от других портативных оптических средств являются регулируемое увеличение, широкое поле зрения и наличие встроенного источника света. Детали конструкции микроскопа и использующий его оператор в процессе работы закрывают источник наружного освещения, практически со всех сторон, в связи с чем устройство оборудовано осветительным элементом, который обеспечивает необходимую освещенность операционного поля. Применяемые модели обеспечивают девятикратное увеличение при рабочем расстоянии в 100 мм (4 дюйма). Микроскоп имеет жесткую раму, для обеспечения мобильности в пределах операционного поля оптическая головка оснащена системой поворотных механизмов, позволяющих перемещать её в пространстве и вращать вокруг нескольких осей. Наконец, с учетом антропометрических различий потенциальных операторов элементы оптической системы могут быть фиксированы на разном расстоянии друг от друга, а также под разными углами по продольной оси.

Бинокулярная лупа. Помимо микроскопа при выполнении ряда хирургических задач, которые не требуют высокократного увеличения, в различных разделах хирургии используют менее сложные оптические приборы, такие как бинокулярная лупа, которая имеет меньшую оптическую силу. При этом небольшая масса прибора и возможность

легкой фиксации на голове оператора обеспечивают ее мобильность, сохраняя преимущество хорошей визуализации деталей объекта при осуществлении оперативного приема [8]. Поэтому в программу обучения специалиста – микрохирурга входит работа с бинокулярной лупой. Конструктивно бинокулярная лупа представляет собой стеклянные или поликарбонатные очки, сходные с защитными очками для проведения технических работ, с зафиксированными на оправе подвижными линзами. Бинокуляры (рис. 2) позволяют настраивать межзрачковое расстояние и угол между оптическими осями глазных яблок под потребности конкретного оператора.



Рисунок 2 - Бинокулярные лупы
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.74.2>

Такие устройства, обеспечивают увеличение $\times 2.5$ или $\times 3.5$ с рабочим расстоянием 320–420 мм и полем зрения 100 или 60 мм в зависимости от оптической силы. Эти параметры удовлетворяют требованиям хирурга при проведении манипуляций с достаточным, для точной работы, увеличением [8]. Возможность успешной эксплуатации бинокулярной лупы в условиях экспериментальной микрохирургической операционной подтверждается тем, что аналогичные оптические средства применяют хирурги разных специальностей для умеренного увеличения объектов в зоне операционного поля, когда не требуются мощные разрешающие способности полноценного операционного микроскопа [14]. Удобным дополнением к бинокулярной лупе является налобный источник света с регулируемой яркостью, обеспечивающий точечную подсветку операционного поля. Его выпускают в виде отдельного налобного устройства или в виде оборудования, которое фиксируют на оправе лупы. Такими оптическими приборами и источниками освещения оснащена микрохирургическая операционная кафедры.

Для предотвращения травматизации тканей и обеспечения адекватного выполнения оперативных манипуляций при работе с анатомическими структурами малого размера [8] используют специальные *микрохирургические инструменты* (рис. 3). В экспериментальной микрохирургической операционной следует использовать микрохирургические инструменты достаточно высокого класса, т. к. эксплуатация низкокачественных инструментов не позволит сформировать у обучающегося мануальные навыки достаточного качества. Нежные ткани, которые являются объектом микрохирургического вмешательства, требуют деликатного воздействия, поэтому рабочие поверхности используемых инструментов не имеют грубых и крупных насечек и зубчиков [9]. В микрохирургический инструментальный набор входят специальные пинцеты, иглодержатели и ножницы.

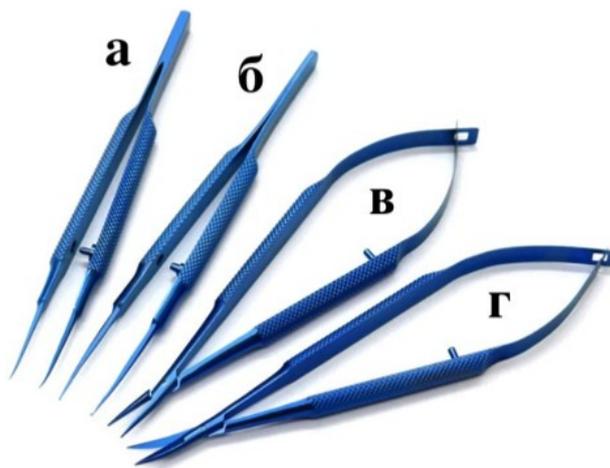


Рисунок 3 - Микрохирургические инструменты
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.74.3>

Примечание: а) микрохирургический пинцет анатомический изогнутый по плоскости; б) микрохирургический пинцет хирургический прямой; в) иглодержатель Барракера; г) микрохирургические ножницы изогнутые по плоскости

При микрохирургических операциях чаще используют *микрохирургические иглодержатели* Барракера, Теннанта, Кастровьехо. В зависимости от модели эти инструменты имеют прямые или изогнутые губки, и могут быть оснащены замком специальной конструкции. Как и большинство микрохирургических инструментов, иглодержатели имеют подпружиненные бранши, что избавляет хирурга от необходимости приложения усилий на открытие губок. Особенности устройства замков и браншей позволяют исключить нежелательные движения хирурга, которые могут вызвать травматизацию тканей в операционном поле.

В инструментальный набор микрохирургической операционной входят *микрохирургические ножницы* с прямыми или изогнутыми, остроконечными или тупоконечными лезвиями и подпружиненными браншами. Более функциональны ножницы с изогнутыми лезвиями, которые обеспечивают более широкий диапазон движений инструмента и позволяют производить манипуляции на большей глубине в менее доступных областях операционного поля.

Аналогично с общехирургическими, *микрохирургические пинцеты* подразделяют на анатомические и хирургические. Хирургические пинцеты применяют для надежной фиксации тканей, анатомические используют для деликатного захвата различных анатомических структур и шовных нитей. В зависимости от сферы применения используют пинцеты с прямыми, изогнутыми или штыкообразными (байонетной формы) губками. Микрохирургическую операционную оснастили достаточным количеством наборов микрохирургического инструментария для работы обучающихся в составе бригады из двух специалистов (хирург и ассистент) на 3–5 используемых в операционной микроскопах.

Помимо микрохирургического, в работе с макроструктурами в условиях микрохирургической операционной применяют *общехирургический инструментарий*.

Обязательными элементами работы с биологическими объектами в ходе микрохирургической операции являются увлажнение, промывание и осушение тканей. Для увлажнения и промывания используют *шприцы* объемом 1 мл с *иглой* диаметром 0,25 мм. Их преимуществом, по сравнению с обычными шприцами, является возможность более точного дозирования используемого раствора. Для удаления избытка жидкостей из операционной раны и (или) разъединения деликатных тканей тупым способом во время микрохирургических операций используют *тупферы* (малого и сверхмалого размеров), изготовленных из нетканых перевязочных материалов.

Для микрохирургических операций используют *шовные материалы* с диаметрами, пропорциональными размерам оперируемых структур [9]. Несмотря на значительную стоимость специализированного шовного материала, альтернатив его использованию не существует. В кафедральной экспериментальной микрохирургической операционной применяем монофиламентные нити диаметром 7/0-12/0 USP (United States Pharmacopeia), что соответствует размеру 0,2 в метрической системе – EP (European Pharmacopeia). Для тренировок микрохирургических навыков и в экспериментальных операциях используем нерассасывающиеся нити из полипропилена, нейлона, полиамида.

В качестве *симуляционных моделей* на начальном этапе обучения применяем нативные биологические препараты сосудов и нервов (куриные крылья), на которых отрабатываем как навыки наложения сосудистого шва, так и различные виды шва нерва. Для проведения трепанации черепа, как предварительного этапа интракраниальных микрохирургических манипуляций используем головы средних домашних животных (поросят и овец) [2], [5]. После освоения навыков манипуляций в микрополе на неживом биологическом объекте переходим к проведению оперативных вмешательств на живых лабораторных крысах линии Wistar [7], [8]. На одном животном отрабатываем несколько различных операций: трансплантация сосудов, наложение микрососудистых анастомозов различной конфигурации.

В условиях организованной и оснащенной экспериментальной микрохирургической операционной кафедры оперативной и клинической хирургии с топографической анатомией им. С. А. Симбирцева проведено исследование по изучению эффективности обучения микрохирургическим практическим навыкам. Для анализа уровня и степени овладения навыками обучения микрохирургических манипуляций в додипломном преподавании, использовали *кривые показателей* обучения студентов при освоении мануальной микрохирургической техники наложения микрохирургических сосудистых анастомозов. Кривая обучения представляет собой метод графической визуализации скорости обучения за фиксированный период времени. Понятие кривая обучения предложена немецким психологом Германом Эббингаузом в 1885 г. Классическая кривая обучения освоения мануальных навыков состоит из восходящей части, которая отражает период от ознакомления и совершенствования навыка до достижения лучшего времени его выполнения и стагнирующей части, на протяжении которой затрачиваемое на манипуляцию время изменяется незначительно [4].

Цель исследования: оценить эффективность методики получения нового навыка группами студентов на разных этапах обучения с предварительной теоретической и базовой практической подготовкой и группами с исключительно базовой практической подготовкой. В задачу исследования входило оценить средние временные показатели операций по наложению микрососудистых анастомозов в испытуемых группах и качество их формирования.

Материалы и методы исследования

Материалы и методы исследования

В исследовании принимали участие 40 студентов, разделенные на 4 группы по 10 человек:

1) группа 1 – студенты 3 курса с теоретической и практической подготовкой;

- 2) группа 2 – студенты 4 курса с практической подготовкой;
- 3) группа 3 – студенты 5 курса с теоретической практической подготовкой;
- 4) группа 4 – студенты 6 курса с практической подготовкой.

Базовая практическая подготовка всех групп студентов заключалась в демонстрации базовых микрохирургических навыков, техники работы с микроскопом и микрохирургическими инструментами. В рамках теоретической подготовки группы 1 и 3 предварительно изучали методические пособия и учебники по общей микрохирургической технике [1], нейрохирургии [5], [6], [12], реконструктивной микрохирургии [2], [8], [9], а также образовательные видеоматериалы с демонстрацией техники выполнения изучаемого анастомоза. Длительность общего подготовительного этапа составила 7 дней. Длительность обучения наложению микрохирургического сосудистого анастомоза заняла 10 тренировочных дней, на протяжении каждого из которых участники формировали по три сосудистых артериальных микроанастомоза по типу «конец в конец» на нативной биологической модели (лучевой артерии куриного крыла). Максимальная продолжительность тренировочного занятия составляла 3 часа. Для оценки герметичности анастомоза проводили гидравлический тест, суть которого состоит в прокалывании иглой инсулинового шприца стенки сосуда рядом с зоной анастомоза и последующем нагнетании под умеренным давлением физиологического раствора. Анастомоз признавали герметичным при отсутствии струйного протекания. Оценку времени освоения навыка осуществляли посредством кривой обучения.

Статистическую обработку количественных данных проводили методами вариационной статистики с вычислением типичных значений (среднее арифметическое) и показателей изменчивости (стандартная ошибка средней арифметической). Для сравнения количественных признаков в случае нормального закона распределения применяли критерий Стьюдента. Все результаты оценивали при заданном пограничном уровне ошибки первого рода не выше 5% – $p < 0,05$ (статистическая значимость не ниже 95%).

Результаты исследования

Основным критерием оценки в обучаемых группах служил показатель средней продолжительности операции, который рассчитывали на основании продолжительности каждой операции в первый и последний тренировочные дни каждой из групп (табл. 1).

Таблица 1 - Показатели средней продолжительности операции в первый и последний тренировочные дни

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.74.4>

	Средняя продолжительность операции (мин.) в первый тренировочный день			Средняя продолжительность операции (мин.) в последний тренировочный день		
	M±SD	Me [LQ; UQ]	min,max	M±SD	Me [LQ; UQ]	min,max
Группа 1	55±5	55 [52,5;57,5]	50,60	23,3±5,8	20 [20;25]	20,25
Группа 2	58,3±3,1	59 [57;60]	55,61	42±3	42 [40,5;43,5]	39,45
Группа 3	58,3±3,2	57 [56,5;59,5]	56,62	32,7±4,6	30 [30;34]	30,38
Группа 4	57,3±2,1	58 [56,5;58,5]	55,59	32,7±4	32 [30,5;34,5]	29,37

На основе полученных значений построен график кривой обучения в каждой группе студентов, на котором по оси абсцисс расположены тренировочные дни, а по оси ординат – среднее время формирования анастомоза за день (рис. 4).

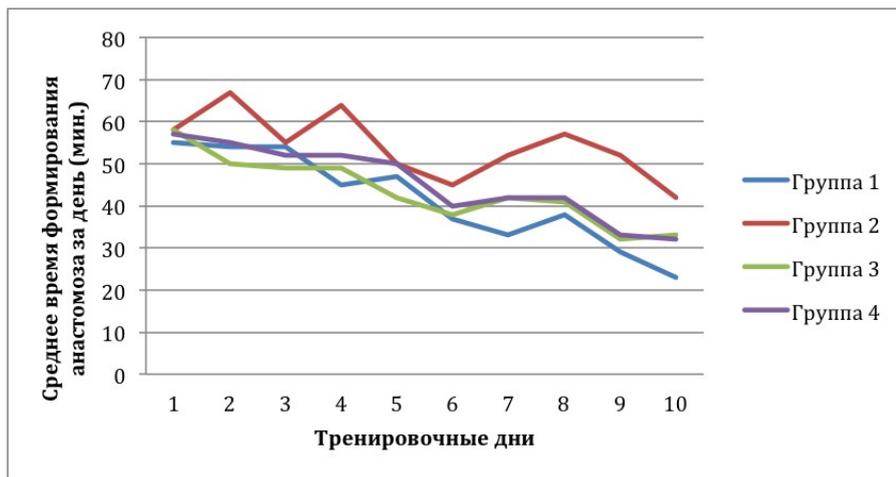


Рисунок 4 - Кривые обучения испытуемых групп
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.74.5>

При анализе кривых обучения исследуемых групп установлено, что во всех группах время выполнения учебных операций сократилось. Группы 1 и 3 показали наиболее выраженное укорочение времени оперативного вмешательства. В качестве дополнительных критериев оценки результатов каждой группы выбраны показатели средней продолжительности операции за первый день обучения, за последний день обучения и за весь тренировочный период группы (рис. 5).

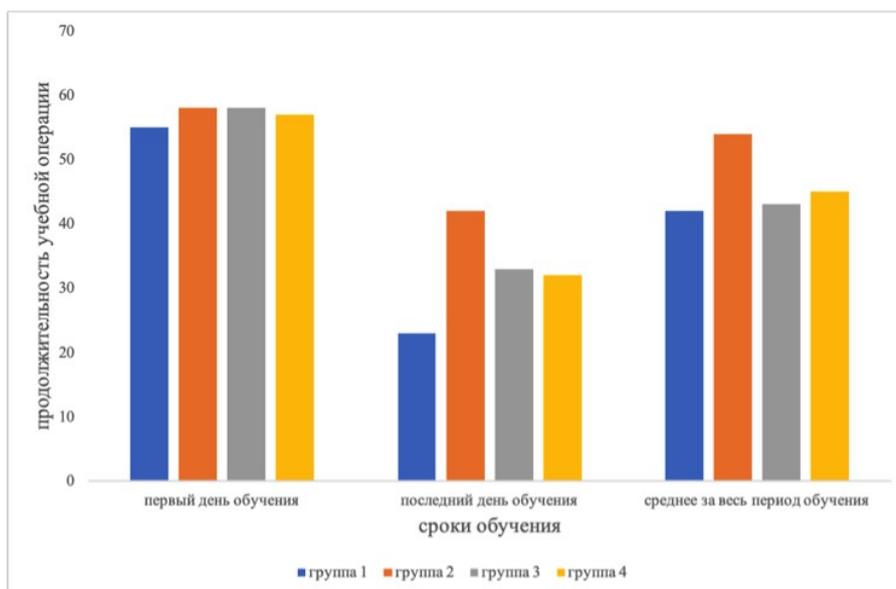


Рисунок 5 - Средние временные показатели испытуемых групп
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.74.6>

Обучение в объеме проведенного курса было статически значимым для исследованных параметров по улучшению качества и скорости проведенных манипуляций в каждой испытуемой группе ($p < 0,05$). В первый день обучения статистически значимой разницы в продолжительности времени оперативного вмешательства во всех группах выявлено не было. При оценке длительности оперативного вмешательства в последний день обучения выявлено статистически значимое укорочение времени проведения вмешательства во всех группах исследования ($p < 0,05$). Минимальное время оперативного вмешательства отмечено в группе 1, максимальное время вмешательства имело место в группе 2. При парном сравнении продолжительности операции выявлены статистически значимые различия между группой 1 и группой 2 ($p < 0,05$), группой 1 и группой 3 ($p < 0,05$), группой 1 и группой 4 ($p < 0,05$). При попарном сравнении продолжительности операции в группе 2 и группе 3 выявлены статистически значимые различия ($p < 0,05$), также статистически значимые различия выявлены при сравнении величины изучаемой переменной в группе 2 и группе 4 ($p < 0,05$). При оценке продолжительности операций статистически значимых различий в её длительности в группе 3 и 4 не выявлено ($p < 0,05$). Продолжительность операций в изученных группах представлена в таблице 1, а также рисунках 4 и 5.

Для сравнения качества проведенных операций представлены изображения анастомозов каждой группы за первый и последний тренировочные дни (рис. 6, рис. 7).

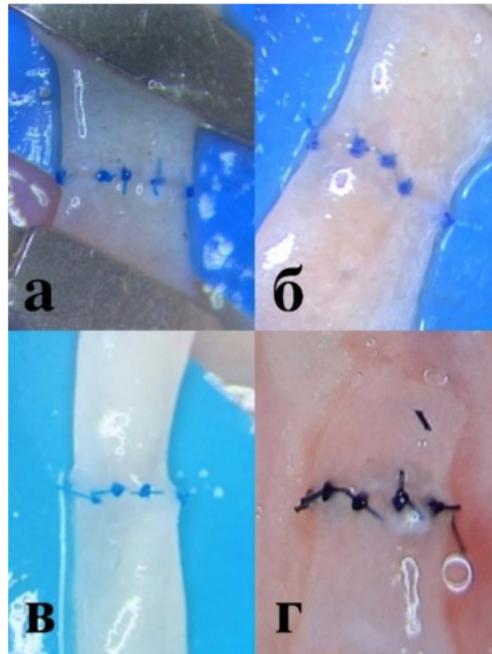


Рисунок 6 - Анастомозы «конец в конец» учебных групп в первый тренировочный день
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.74.7>

Примечание: а) группа 1; б) группа 2; в) группа 3; г) группа 4

На рисунке 6 представлены анастомозы 4 испытываемых групп, сформированные в первый тренировочный день. Во всех случаях отмечена неравномерность расстояния между швами, разная длина концов нитей у края узлов и отсутствие герметичности анастомоза по результатам гидравлического теста.

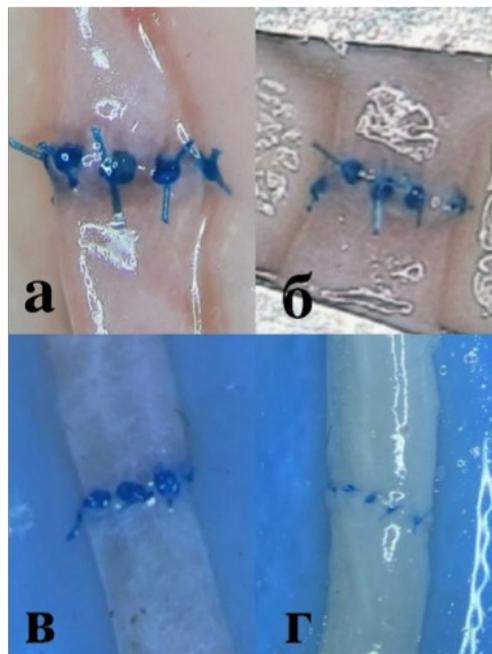


Рисунок 7 - Анастомозы «конец в конец» учебных групп в последний тренировочный день
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.74.8>

Примечание: а) группа 1; б) группа 2; в) группа 3; г) группа 4

На рисунке 7 представлены анастомозы 4 испытуемых групп, сформированных на десятый тренировочный день. В отличие от результатов первого тренировочного дня, у анастомозов всех групп отмечено равномерное расстояние между швами, одинаковая длина концов нитей у края узлов и герметичность анастомоза по результатам гидравлического теста.

Заключение

1. Создание хорошо оснащенной учебной микрохирургической операционной на кафедре оперативной и клинической хирургии с топографической анатомией им. С. А. Симбирцева СЗГМУ им. И.И. Мечникова играет ключевую роль в освоении практических микрохирургических навыков у студентов разных, в том числе выпускных курсов, которые могут быть использованы как в клинике, так и для научно-исследовательской работы.

2. Индивидуальные кривые обучения формирования микрохирургического артериального анастомоза, полученные в ходе исследования, являются показателем качества подготовки освоения микрохирургической техники на додипломном этапе обучения.

3. Во всех экспериментальных группах отмечен прогресс в освоении техники формирования микрохирургического артериального сосудистого анастомоза по типу “конец в конец”, а именно уменьшение длительности операции при сравнении результатов за первый и десятый тренировочные дни.

4. Группы 1 и 3 имели лучшие показатели средней продолжительности одной операции по сравнению с группами 2 и 4, что свидетельствует об лучшей эффективности хирургической практики при проведении предварительной теоретической подготовки.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Рыльков М.И., Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.74.9>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Rylkov M.I., Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.74.9>

Список литературы / References

1. Байтингер В. Ф. Сосудистый шов / В. Ф. Байтингер. — Томск : АНО "НИИ микрохирургии ТНЦ СО РАМН, 2005. — 106 с.
2. Байтингер В. Ф. Введение в микрохирургию / В. Ф. Байтингер. — Томск : D-Print, 2012. — 120 с.
3. Белоусов А. Е. Перспективы развития микрохирургии / А. Е. Белоусов // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. — 2010. — № 4. — С. 87–90.
4. Буймов А. Г. Вероятностная модель эффекта повторений в обучении / А. Г. Буймов // Доклады ТУСУР. — 2010. — С. 236–242.
5. Закондырин Д. Е. Симуляционное обучение и моделирование в нейрохирургии / Д. Е. Закондырин, Е. М. Трунин, А. В. Колсанов. — Самара : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет», Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2023. — 135 с.
6. Крылов В. В. Нейрохирургия и нейрореаниматология / В. В. Крылов. — Москва : АБВ-пресс, 2021. — 792 с.
7. Селянинов К. В. Технологии обучения микрохирургическим навыкам в Институте микрохирургии / К. В. Селянинов // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. — 2021. — № 1(76). — С. 19–28.
8. Бабичев К. Н. Возможности микрохирургического тренинга с использованием стереомикроскопа и простого инструментария / К. Н. Бабичев // Нейрохирургия. — 2022. — № 3. — С. 38–45.
9. Симбирцев С. А. Хирургические инструменты и правила их применения / С. А. Симбирцев. — Санкт-Петербург : Фолиант, 2019. — 192 с.
10. Di Cataldo A. Considerations about the experience in experimental microsurgery in Catania University / A. Di Cataldo, G. La Greca // Issues of Reconstructive and Plastic Surgery. — 2020. — № 1(76). — P. 73–76.
11. Khachatryan A. A. How to Organize Affordable Microsurgical Training Laboratory: Optimal Price-quality Solution / A. A. Khachatryan // Plastic and Reconstructive Surgery Global Open. — 2021. — № 9.
12. Lawton M. T. Seven bypasses: tenets and techniques for revascularization / M. T. Lawton, K. X. Probst. — New York City : Thieme, 2018. — 700 p.
13. Martins P. N. Organization of a microsurgery laboratory / P. N. Martins // Acta Cirúrgica Brasileira. — 2006. — № 21. — P. 187–189.
14. Valdes P. A. Optical technologies for intraoperative neurosurgical guidance / P. A. Valdes // Neurosurgical focus. — 2016. — № 40. — P. 8–10.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bajtinger V. F. Sosudistyj shov [Vascular suture] / V. F. Bajtinger. — Tomsk : ANO "NII mikrohirurgii TNTs SO RAMN, 2005. — 106 p. [in Russian]
2. Bajtinger V. F. Vvedenie v mikrohirurgiju [Introduction to microsurgery] / V. F. Bajtinger. — Tomsk : D-Print, 2012. — 120 p. [in Russian]

3. Belousov A. E. Perspektivy razvitija mikrohirurgii [Prospects for the development of microsurgery] / A. E. Belousov // Voprosy rekonstruktivnoj i plasticheskoj hirurgii [Issues of reconstructive and plastic surgery]. — 2010. — № 4. — P. 87–90. [in Russian]
4. Bujmov A. G. Verojatnostnaja model' efekta povtorenij v obuchenii [Probabilistic model of the effect of repetition in training] / A. G. Bujmov // Doklady TUSUR [TUSUR reports]. — 2010. — P. 236–242. [in Russian]
5. Zakondyrin D. E. Simuljatsionnoe obuchenie i modelirovanie v nejrohirurgii [Simulation training and modeling in neurosurgery] / D. E. Zakondyrin, E. M. Trunin, A. V. Kolsanov. — Samara : Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovanija «Samarskij gosudarstvennyj meditsinskij universitet», Ministerstva zdavoohranenija Rossijskoj Federatsii, 2023. — 135 p. [in Russian]
6. Krylov V. V. Nejrohirurgija i nejroreanimatologija [Neurosurgery and neuroreanimatology] / V. V. Krylov. — Moscow : ABV-press, 2021. — 792 p. [in Russian]
7. Seljaninov K. V. Tehnologii obuchenija mikrohirurgicheskim navykam v Institute mikrohirurgii [Technologies for teaching microsurgical skills at the Institute of Microsurgery] / K. V. Seljaninov // Voprosy rekonstruktivnoj i plasticheskoj hirurgii [Issues of reconstructive and plastic surgery]. — 2021. — № 1(76). — P. 19–28. [in Russian]
8. Babichev K. N. Vozmozhnosti mikrohirurgicheskogo treninga s ispol'zovaniem stereomikroskopa i prostogo instrumentarija [Possibilities of microsurgical training using a stereomicroscope and simple instruments] / K. N. Babichev // Nejrohirurgija [Neurosurgery]. — 2022. — № 3. — P. 38–45. [in Russian]
9. Simbirtsev S. A. Hirurgicheskie instrumenty i pravila ih primenenija [Surgical instruments and rules for their use] / S. A. Simbirtsev. — Sankt-Peterburg : Foliant, 2019. — 192 p. [in Russian]
10. Di Cataldo A. Considerations about the experience in experimental microsurgery in Catania University / A. Di Cataldo, G. La Greca // Issues of Reconstructive and Plastic Surgery. — 2020. — № 1(76). — P. 73–76.
11. Khachatryan A. A. How to Organize Affordable Microsurgical Training Laboratory: Optimal Price-quality Solution / A. A. Khachatryan // Plastic and Reconstructive Surgery Global Open. — 2021. — № 9.
12. Lawton M. T. Seven bypasses: tenets and techniques for revascularization / M. T. Lawton, K. X. Probst. — New York City : Thieme, 2018. — 700 p.
13. Martins P. N. Organization of a microsurgery laboratory / P. N. Martins // Acta Cirúrgica Brasileira. — 2006. — № 21. — P. 187–189.
14. Valdes P. A. Optical technologies for intraoperative neurosurgical guidance / P. A. Valdes // Neurosurgical focus. — 2016. — № 40. — P. 8–10.