

УДК 611.8

3.1.10 Нейрохирургия

DOI: 10.37903/vsgma.2024.4.17 EDN: NYUQFO

**МИКРОХИРУРГИЧЕСКИЙ ТРЕНИНГ НА СОСУДИСТО-НЕРВНОМ ПУЧКЕ БЕДРА КУРИЦЫ КАК БАЗОВЫЙ ЭЛЕМЕНТ ОБУЧЕНИЯ В ОРДИНАТУРЕ ПО НЕЙРОХИРУРГИИ**© Горяйнов С.А.<sup>1,2</sup>, Шелякин С.Ю.<sup>2</sup>, Маслова Н.Н.<sup>2</sup>, Титов О.Ю.<sup>1</sup><sup>1</sup>Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им Н.Н. Бурденко, Россия, 125047, Москва, ул. Тверская-Ямская 16<sup>2</sup>Смоленский государственный медицинский университет, Россия, 214019, Смоленск, ул. Крупской, 28*Резюме*

**Цель.** Разработка микрохирургического симуляционного тренинга (модели) в микро-нейрохирургической лаборатории для обучения ординаторов по специальности «нейрохирургия».

**Методика.** Первым этапом проводилось выделение сосудисто-нервного пучка куриного бедра, вторым этапом – собственно микронейрохирургический тренинг (сшивание артерии конец в конец, нерва конец в конец, артерии и вены конец в бок). Все манипуляции проводились под микроскопом (увеличение в 4 раза) с использованием микрохирургической техники. Учитывалось: герметичность, проходимость, потребность наложения дополнительных швов и их количество. Выполнялись анастомозы по типу «конец в конец» на артерии, вене и нерве, а также анастомоз конец в бок между артерией и веной. Всего выполнено 15 артериальных и 15 венозных анастомозов.

**Результаты.** В течение обучения в ординатуре по специальности «нейрохирургия» ординаторы последовательно выполняли выделение сосудисто-нервного пучка на курином бедре с последующим сшиванием сосудистого артериального анастомоза конец в конец и артерио-венозного анастомоза конец в бок, а также шва нерва конец в конец под микроскопом с использованием микрохирургической техники. В результате работы улучшилась техника и увеличилась скорость выполнения анастомозов, повысилась точность и качество работы, увеличилась герметичность сосудистых микроанастомозов.

**Заключение.** Симуляционный тренинг на курином бедре полезный инструмент для выработки навыков микрохирургии при обучении в ординатуре по специальности «нейрохирургия».

*Ключевые слова:* микрохирургический тренинг, микрососудистый анастомоз, куриное бедро.

**MICROSURGICAL TRAINING ON THE NEUROVASCULAR BUNDLE OF CHICKEN THIGH AS THE BASIC ELEMENT OF NEUROSURGERY RESIDENCY PROGRAMME**Goryaynov S.A.<sup>1,2</sup>, Shelyakin S.Yu.<sup>2</sup>, Maslova N.N.<sup>2</sup>, Titov O.Yu.<sup>1</sup><sup>1</sup>N.N. Burdenko NMRCN, 16, Tverskaya-Yamskaya St., 125047, Moscow, Russia<sup>2</sup>Smolensk State Medical University, 28, Krupskoy St., 214019, Smolensk, Russia*Abstract*

**Objective.** To develop microsurgical simulation model in a microneurosurgical laboratory for resident training.

**Methods.** The first stage was isolation of the neurovascular bundle of the chicken thigh, the second stage was microneurosurgical training itself (end-to-end and end-to-side anastomoses of an artery, end-to-end nerve anastomosis, end-to-side anastomosis of a vein). All manipulations were performed under microscope (4-timemagnification) using microsurgical techniques. The following factors were considered: tightness, patency, the need for additional sutures and their number. End-to-end anastomoses were performed on the artery, vein and nerve, as well as end-to-side anastomosis between the artery and vein. A total of 15 arterial and 15 venous anastomoses were performed.

**Results.** during their residency training in the specialty "neurosurgery" residents sequentially performed isolation of a neurovascular bundle on the chicken thigh followed by stitching end-to-end arterial anastomosis and end-to-side arteriovenous anastomosis, as well as end-to-end nerve suture under a microscope using microsurgical technique. At the end, the technique has improved, the speed of

anastomosis performance has increased alongside with the accuracy and quality of work, and the tightness of vascular microanastomosis has also grown.

**Conclusions.** Simulation training on a chicken thigh is a useful tool for developing microsurgical skills during residency training in the specialty "neurosurgery".

*Keywords:* microsurgical training, microvascular anastomosis, chicken thigh.

## Введение

Микронейрохирургия является основой современной нейрохирургии. Микронейрохирургия – это, прежде всего, принципиально новый взгляд на патологию, основанный на новейших исследованиях в области нейронаук, детальном знании анатомии и представлении о физиологичности оперативного вмешательства. Обучение микронейрохирургии является длительным кропотливым и ежедневным трудом. В связи с тем, что в ординатуре при подготовке нейрохирурга упор делается на освоение различных видов краниотомий и ушивания раны, обучение микронейрохирургии происходит путем наблюдения за работой старших коллег. В связи с этим целью нашей работы являлась разработка и анализ применения практической модели обучения микронейрохирургической технике на мелких лабораторных животных и тканевых муляжах (бедре курицы).

С целью обучения хирургов, микрохирургов и нейрохирургов используются различные симуляционные технологии, которые можно разделить на виртуальные, материальные (лабораторные животные, кадаверный материал, тканевой материал, искусственные модели). Среди наиболее распространенных не виртуальных моделей для симуляционного тренинга нейрохирургов используются сосуды плаценты (симуляция основного этапа при сосудистых микронейрохирургических вмешательствах); аорта крысы и бедро курицы (симуляционное обучение при наложении микрососудистых анастомозов); различные препараты мозга. Для симуляционного обучения краниотомии могут быть использованы пластиковые модели черепа. Место для работы в анатомической лаборатории должно быть тщательно подготовлено, оборудовано и оснащено микроинструментарием, микроскопом, бором. В национальном нейро-сосудистом центре Киото, Япония, ординатор нейрохирург допускается к выполнению анастомоза у пациента после 100 успешно выполненных анастомозов в лаборатории на сосудах крыс. Для практики микро-анастомозов также используют охлажденное куриное крыло, кадаверные сосуды, плаценту человека [1, 2, 9].

Европейская ассоциация нейрохирургов проводит практические обучающие курсы (hands-on course) для резидентов, где на кадаверном материале (мозг и блок-препараты) обучающиеся имеют возможность отрабатывать практические навыки в нейроэндоскопии, хирургии позвоночника и микронейрохирургии головного мозга. Наиболее известные курсы для резидентов и врачей-нейрохирургов по хирургическим доступам и микронейрохирургии – это ежегодные курсы в Лионе (Франция), Брно (Чешская республика), Клуж-Напоке (Румыния) и Роттердаме (Голландия). Ниже приводится одно из первых упражнений Лионского нейрохирургического курса EANS-проведение нитки через ушки иголки их завязывание под микроскопом (рис. 1).

Симуляции, основанные на искусственных моделях, имеют недостаток, заключающийся в отсутствии тактильных свойств, характерных для живой ткани, и ограниченные возможности моделирования всех этапов операции, физиологии и периоперационного окружения. Преимуществом является возможность воссоздания ключевых и наиболее ответственных моментов операции. Живые модели позволяют воспроизводить тактильные ощущения, кровообращение и другие физиологические параметры, но требуют наличия специальной лаборатории для работы с животными, вивария, операционной, анестезиологическое обеспечение, что могут позволить только крупные образовательные медицинские учреждения [1, 2].

Виртуальные симуляторы получают все большее распространение в нейрохирургии. Их применение оправдано для совершенствования навыков, не требующих тонких тактильных ощущений, например для изучения последовательности и технических приемов выполнения операций. Моделирование операции в виртуальной реальности имеет три основных компонента: графическое объемное изображение, поведение и деформация, обратная тактильная связь. Сложность воссоздания тактильной обратной связи ограничивает виртуальные симуляторы. Тем не менее, ограниченность обратной тактильной связи при минимально инвазивных нейрохирургических операциях делает их хорошим объектом для виртуального моделирования [1, 2, 3, 8, 13, 16].



Рис. 1. Ежегодный Лионский курс по микронеурологии European Association Neurosurgery (Франция). Сверху – упражнение первого уровня продевание ниток через ушко иглонок под микроскопом; ниже – учебная лаборатория. European Association Neurosurgery (ежегодный hands-on курс в Лионе, Франция), 2016 г.

Основной целью данной работы является создание простой и доступной модели для отработки навыков микронеурологии на тканевых муляжах (куриное бедро) путем наложения микроанастомозов сосудов (артерии и вены) конец в конец для нейрохирургов, обучающихся в ординатуре.

### Методика

Автором совместно с ординаторами нейрохирургами выполнено создание сосудистых анастомозов на сосудисто-нервном пучке куриного бедра – (микронеурологический тренинг) на 15 бедрах с использованием микрохирургических инструментов (рис. 2)



Рис. 2. Микронеурологические инструменты и рабочее место в лаборатории

Доступ осуществлялся параллельно 1-1,5см ниже кости как показано на (рис. 3). Далее выделяли сосудисто-нервный пучок (рис. 4).

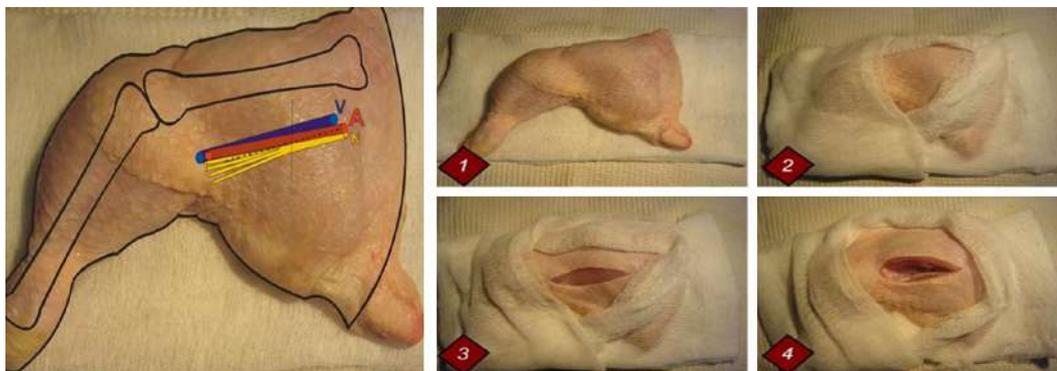


Рис. 3. Анатомия и доступ к бедренной артерии на тканевом муляже куриного бедра [6]

После выделения бедренной артерии на последнюю накладывался аппроксиматор, проводилось пересечение артерии, наложение сосудистого шва по Чейзу (рис. 4-5).

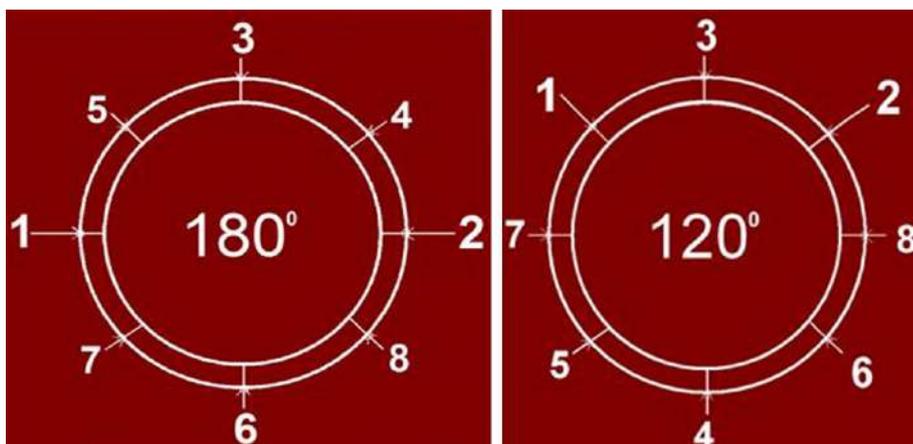


Рис. 4. Порядок и схема наложения сосудистых микрошвов по Чейзу (в центре), порядок и наложение микрососудистых швов по методу Кобетта (справа) [6]

Состоятельность и проходимость анастомоза проверяли путем введения раствора бриллиантового зеленого. При несостоятельности анастомоза накладывался дополнительные швы в количестве от 1 до 4.

### Результаты исследования

Из 15 анастомозов, наложенных на курином бедре (артерия), полная герметичность достигнута в 12 случаях (80%), в остальных наблюдениях требовалось наложение дополнительных швов (рис. 6). Среднее количество базовых узлов – 8 (дополнительных – 2). Среднее время наложение анастомоза на тканевых муляжах составляло 30 мин. При создании венозных анастомозов проблемы в ходе наложения отмечены в 7 случаях: 3 раза были прошиты передняя и задняя стенки вены из-за спадения сосуда и в 4 наблюдениях анастомоз был не герметичен при его проверке. В процессе работы увеличилось качество и скорость наложение анастомозов, повысилась герметичность, уменьшилось количество требуемых дополнительных швов.

Следует отметить, что для нейрохирургов, специализирующихся на онкологической патологии, данное упражнение имеет большую пользу, поскольку позволяет улучшить навыки микронейрохирургии при работе с шовным материалом 8/0-10/0, который не используется при

работе во время операций по удалению опухолей мозга. Следует отметить, что выполнение анастомоза на бедренной вене было более сложным ввиду тонкости ее стенок и частого прорезывания швов, слипания стенок вены.

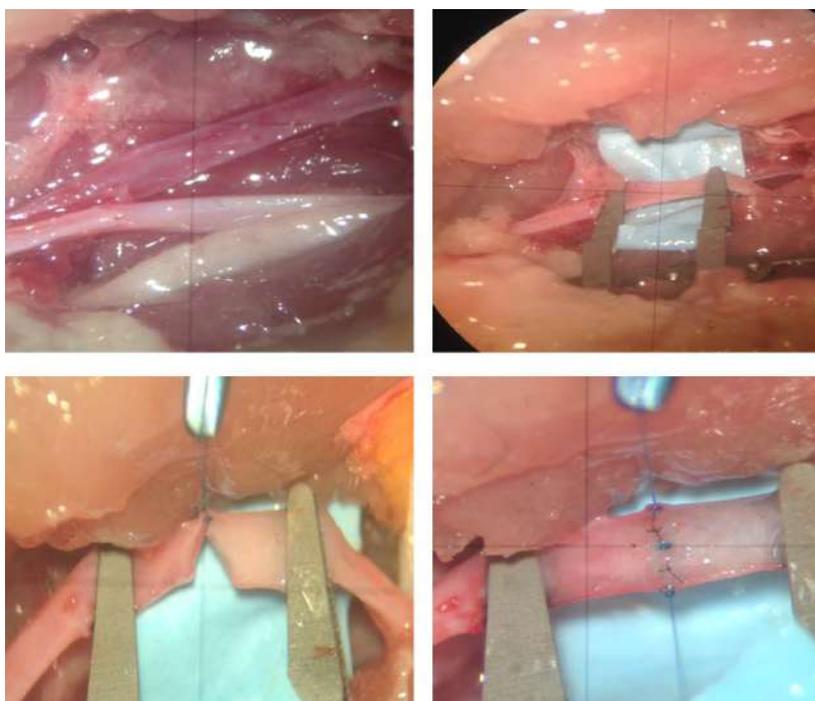


Рис. 5. Выделение сосудисто-нервного пучка на курином бедре и выполнение артериального анастомоза конец – в конец (лаборатория нейрохирургической анатомии НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко).

### Обсуждение результатов исследования

Симуляционное обучение для освоения микрохирургических навыков является актуальной проблемой для молодых нейрохирургов. Использование симуляторов для обучения хирургов в общей хирургии уже давно заняло свое прочное место. В нейрохирургии из-за сложности моделирования использование симуляторов было ограничено. Тем не менее улучшение компьютерных технологий, графики, развитие устройств тактильной обратной связи позволило создать симуляторы нейрохирургических операций [5].



Рис. 6. Вид выполненного анастомоза на бедренной артерии и проверка его герметичности (лаборатория нейрохирургической анатомии НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко).

С целью улучшения микронейрохирургической техники мы использовали тканевые муляжи (охлажденное бедро курицы). На наш взгляд, каждая крупная клиника, осуществляющая подготовку ординаторов по нейрохирургии, должна быть оснащена базовой микронейрохирургической лабораторией, в которой обучающиеся молодые врачи могут отрабатывать навыки работы с микроинструментарием и микроскопом, используя для этого анатомические препараты и тканевые муляжи. Кроме этого, данный тренинг может быть полезен и для практикующих нейрохирургов, которые специализируются на «узкой» области сосудистой нейрохирургии [4, 5]. Предложенная нами модель проста и удобна в исполнении, и не требует значительных затрат, в отличие от более сложной модели на лабораторных животных.

Таким образом, хирургическое моделирование с помощью симуляторов обеспечивает идеальную среду, в которой навыки могут быть приобретены через повторение без риска для пациента. Кроме того, формируется психическая готовность к проведению хирургического вмешательства [5, 8]. Виртуальный симуляционный тренинг снижает уровень ошибок при выполнении резидентами их первых десяти лапароскопических холецистэктомий в 3 раза и сокращает длительность операции на 58% [4]. На сегодняшний день имеется множество определений виртуальной реальности – киберпространство, искусственная реальность, синтетические миры. В частности, используется программа BrainSTORM для планирования хирургии эпилепсии на виртуальной платформе с интеграцией данных нейровизуализации и нейрофизиологии [8]. Важным моментом является возможность человека интерактивно взаимодействовать с данной средой, при этом она должна быть практически идентичной реальной [13, 16]. В симуляционном обучении в нейрохирургии используются и животные модели – головы свиней и коров [7, 10, 13, 15]. Применяется и симуляция на кадаверах [5, 11, 12] и сухих моделях [9]. Разработаны симуляторы, позволяющие хирургу вводить индивидуальные данные пациентов (МРТ и КТ) в программу, после чего на искусственной голове просматривать плоскости сечения структур мозга. Одним из таких первых примеров стал интерфейс Университета Вирджинии «Реквизит». В настоящее время возможно планирование и даже «репетиция» предстоящей операции на виртуальном пациенте, являющимся точной копией реального, например, моделирование виртуального образа на основе данных КТ/МРТ самого пациента, загруженных в симулятор [VoxelMan, Гамбург, Германия]. Возможные применения включают отработку эндоскопии (трансвентрикулярная, трансназальная), визуализации анатомии мозга, планирования сеансов радиохирургии, роботизированной хирургии, открытой нейрохирургии, в частности, хирургии височной кости, нейроонкологии, гемостаза, эндоваскулярных вмешательств [13, 14].

Интересным представляется использование симулятора гемостаза и удаления опухоли головного мозга NeuroTouch [5]. Dextroscope [«Bracco AMT Inc.», США] представляет собой рабочую станцию, способную к трехмерной реконструкции цифровых медицинских изображений и симуляции различных нейрохирургических вмешательств, в том числе удаления опухолей, клипирования аневризм. К сожалению, данная модель имеет серьезный недостаток – отсутствие обратной тактильной связи [16]. Недавно разработанный тренажер SuRgical Planner [«SurgicalTheater», США] позволяет строить виртуальные трехмерные реконструкции для симуляции клипирования церебральных аневризм. Особенностью данного тренажера является возможность проведения дистанционного обучения и совместной удаленной работы на одном тренажере [8].

По данным опроса, 95,4% руководителей нейрохирургических образовательных программ в США уверены, что лабораторная диссекция должна быть обязательной составляющей образовательной программы по нейрохирургии; при этом ни один респондент не посчитал виртуальную симуляцию способной принести большую пользу, чем лабораторная диссекция [17]. В настоящее время в России актуальной проблемой остаются юридические и технические возможности обеспечения кадаверами секционных залов медицинских университетов. Имеется дефицит качественно приготовленных инъекционных препаратов, которые возможно использовать для обучения и разработки различных краниальных доступов, в научных целях [1].

Глобальная стандартизация навыков на основе применения симуляционных моделей является одним из перспективных направлений совершенствования медицинской помощи. Так, конгресс неврологических хирургов США с 2010 г. проводит ежегодные тренировочные курсы для всех ординаторов-нейрохирургов первого года обучения. Их цель ознакомить будущих нейрохирургов со стандартами проведения основных нейрохирургических манипуляций. В настоящее время лабораторный тренинг с изучением хирургической нейроанатомии, отработкой доступов и микрохирургических навыков является частью многих обучающих программ по всему миру. Структура современной микронейрохирургической лаборатории предполагает возможность тренировки в формате «сухого тренинга» на синтетических моделях, манекенах, фантомах, виртуальных

тренажерах и «мокрого тренинга» на сосудах и нервах экспериментальных животных, кадаверном материале, плаценте [1].

Возможности микрохирургии могут быть использованы в клинике только после длительного подготовительного тренировочного периода в лаборатории. Овладение техникой микрохирургии – это долгий и сложный процесс, требующий времени, специальных физических навыков, мотивации, терпения, самоотдачи и специально оборудованного места. Даже опытный хирург не может выполнять микрохирургические операции без специального тренинга. Таким образом, хирургическое моделирование с помощью симуляторов обеспечивает идеальную среду, в которой навыки могут быть приобретены и улучшены через повторение без риска для пациента. Кроме того, формируется психическая готовность к проведению хирургического вмешательства.

Таким образом, симуляционные технологии в медицине являются быстро развивающимся направлением. Они являются доказанным средством повышения уровня профессиональных компетенций медицинских работников и качества оказания медицинской помощи. В нейрохирургии симуляционные модели созданы практически для всех основных операций. Их внедрение в образовательный процесс требует взаимодействия профессиональных обществ, руководителей образовательных учреждений и программ послевузовского профессионального образования. Оценка эффекта от внедрения симуляционного обучения является актуальным предметом для последующих исследований. Более адекватные физические и виртуальные модели способствуют профессиональному развитию, освоению и совершенствованию оперативной техники даже опытными нейрохирургами.

## Заключение

Использование простой и доступной биологической модели (бедро курицы) для микрохирургической тренировки является эффективным, надёжным, дешевым и легко воспроизводимым методом для освоения и улучшения базовой микрохирургической техники при обучении в ординатуре по специальности «нейрохирургия».

## Литература (references)

1. Бывальцев В.А., Белых Е.Г., Коновалов Н.А. Новые симуляционные технологии в нейрохирургии // Вопросы нейрохирургии. – 2016. – №2. – С. 102-107. [Byvaltsev V.A., Belykh E.G., Konovalov N.A. *Voprosy neirohirurgii*. Neurosurgery issues. – 2016. – N2. – P. 102-107. (in Russian)]
2. Бывальцев В.А., Белых Е.Г., Жданович Г.С. Симуляционное обучение в нейрохирургии // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2014. – Т.127, №4. – С. 128-133. [Byval'tsev V.A., Belykh E.G., Zhdanovich G.S. *Sibirskij medicinskij zhurnal (Irkutsk)*. Siberian medical journal (Irkutsk). – 2014. – V.127, N4. – P. 102-107. (in Russian)]
3. Геворков А.Р., Мартиросян Н.Л., Дыдыкин С.С., Элиава Ш.Ш. Основы микрохирургии. – 2009. [Gevorkov A.R., Martirosyan N.L., Dydykin S.S., Eliava Sh.Sh. *Fundamentals of microsurgery*. – 2009. (in Russian)]
4. Горшков М.Д. Симуляционный тренинг и сертификация в хирургии // Материалы Совещания главных W Российской Федерации, 13 февраля 2012, Москва. [Gorshkov M.D. *Simulation training and certification in surgery // Proceedings of the Meeting of the Main W of the Russian Federation, February 13, 2012, Moscow*. (in Russian)]
5. Суфианов А.А. Принципы организации симуляционного тренинга в нейрохирургии. – 2015. – С. 253-259. [Sufianov A.A. *Principles of organizing simulation training in neurosurgery*. – 2015. – P. 253-259. (in Russian)]
6. Шаповалов В.М., Губочкин Н.Г., Жигало А.В. Основы микрососудистой хирургии. – 2008. [Shapovalov V.M., Gubochkin N.G., Zhigalo A.V. *Fundamentals of microvascular surgery*. – 2008. (in Russian)]
7. Aurich L.A., Silva Junior L.F., Monteiro F.M. et al. Microsurgical training model with nonliving swine head. Alternative for neurosurgical education // *Acta Cirurgica Brasileira*. – 2014. – V.29(6). – P. 405-409.
8. Bambakidis N.C., Selman W.R., Sloan A.E. Surgical rehearsal platform: potential uses in microsurgery // *Neurosurgery*. – 2013. – V.73(Suppl 1). – P. 122-126.
9. Belykh E., Byvaltsev V. Off-the-job microsurgical training on dry models: Siberian experience. – 2014.
10. Couceiro J., Castro R., Tien H., Ozyurekoglu T. Step by step: microsurgical training method combining two nonliving animal models // *Journal of Visualized Experiments*. – 2015. – V.99. – P. e52625.

11. Beth Grossman L., Komatsu D.E., Badalamente M.A., Braunstein A.M., Hurst L.C. Microsurgical Simulation Exercise for Surgical Training // Journal of Surgical Education. – 2016. – V.73(1). – P. 116-120.
12. Olabe J., Roda J.M., Sancho V. Human cadaver brain infusion skull model for neurosurgical training // Surgical Neurology International. – 2011. – N2. – P. 54.
13. Riva G. Applications of virtual environments in medicine // Methods of Information in Medicine. – 2003. – V.42(5). – P. 524-534.
14. Suri A., Patra D.P., Meena R.K. Simulation in neurosurgery: Past, present, and future // Neurology India. – 2016. – V.64(3). – P. 387-395.
15. Turan Suslu H., Ceylan D., Tatarli N., Hicdonmez T. et al. Laboratory training in the retrosigmoid approach using cadaveric silicone injected cow brain // British Journal of Neurosurgery. – 2013. – V.27(6). – P. 812-814.
16. Wong G.K., Zhu C.X., Ahuja A.T., Poon W.S. Craniotomy and clipping of intracranial aneurysm in a stereoscopic virtual reality environment // Neurosurgery. – 2007. – V.61(3). – P. 564-568.
17. Yadav Y.R., Parihar V., Ratte S., Kher Y., Iqbal M. Microneurosurgical Skills Training // Journal of Neurology and Surgery. Part A: Central European Neurosurgery. – 2016. – V.77(2). – P. 146-154.

### Информация об авторах

*Горайнов Сергей Алексеевич* – доктор медицинских наук, врач-нейрохирург, руководитель лаборатории нейрохирургической анатомии и криоконсервации биологических материалов «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, доцент кафедры неврологии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: sgoraynov@nsi.ru

*Шелякин Сергей Юрьевич* – кандидат медицинских наук, доцент кафедры неврологии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: su.shel@mail.ru

*Маслова Наталья Николаевна* – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой неврологии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: nevro@smolgtmu.ru

*Титов Олег Юрьевич* – аспирант «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России. E-mail: oleg96titov@mail.ru

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 23.10.2024

Принята к печати 12.12.2024