

УДК 616.8-089:614.23:378.046.2/4
DOI 10.24412/2312-2935-2023-3-965-992

ПРОБЛЕМЫ ДОДИПЛОМНОЙ И ПОСТДИПЛОМНОЙ ПОДГОТОВКИ ВРАЧЕЙ-НЕЙРОХИРУРГОВ

А.Н. Плутницкий, Д.Ю. Каримова, Т.Р. Макиров, И.П. Дубинин

*Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования ФГБУ
Государственный научный центр Российской Федерации «Федеральный медицинский
биофизический центр им. А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства
России, г. Москва*

Актуальность. Высокий уровень научно-технической разработанности такой отрасли медицины как нейрохирургия, высокие требования к образованию и квалификации врачей-нейрохирургов требуют исследования и совершенствования возможностей их теоретического обучения и наработки практических навыков.

Целью исследования стало изучение современных технологий обучения врачей-нейрохирургов и вероятных проблем в их подготовке для разработки в последующем более усовершенствованных форм обучения.

Методом исследования стало изучение релевантной научной литературы, посвященной опыту подготовки врачей-нейрохирургов, опубликованной в базах данных eLibrary, PubMed, Google Scholar за 2015-2023 гг.

Результаты и обсуждение. В статье приводятся результаты выполненного анализа современных подходов в подготовке врачей-нейрохирургов, возможности применения при этом информационных технологий. В настоящее время активно исследуется обучение при помощи организации симуляционных центров. Модели виртуальной реальности представляют собой трехмерные модели, являющиеся результатом компьютерных технологий, позволяющих с использованием данных компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии воссоздавать анатомию человека в виртуальном пространстве, что особенно актуально для понимания сложной анатомии ЦНС и пространственных отношений между анатомическими структурами с трех измерений. Это могут быть: упрощенные системы виртуальной реальности, представляющие собой только интерфейс компьютер-пользователь, без сенсорного взаимодействия пользователя; системы дополненной виртуальной реальности, позволяющие пользователю больше взаимодействовать и манипулировать с применением внешнего реквизита; иммерсивные системы виртуальной реальности – наиболее технологически продвинутые системы, предполагающие создание физического присутствия в виртуальном пространстве и наличием первичного сенсорного ввода/вывода, а также с присутствием тактильных и кинестетических модальностей. При этом актуальным является оценка имеющихся знаний у врачей-нейрохирургов отдельных специализаций. Рассматриваются возможности участия мультидисциплинарных бригад в решении сложных нейрохирургических случаев. В качестве возможных источников получения знаний врачами-нейрохирургами в современных условиях рассматриваются также возможности использования специализированных интернет-ресурсов (онлайн-атласы, учебники, онлайн-курсы и т.д.). Анализируются социальные сети в предоставлении онлайн-площадки для профессионального общения и наставничества, профессионального развития и международного сотрудничества. Отмечается, что академическая активность и

академическая продуктивность положительно коррелируют с программами резидентуры и последующей продуктивностью практической деятельности врачей-нейрохирургов, что подчеркивает актуальность мер по инициированию непрерывного обучения и образования нейрохирургов, включая самообразование.

Выводы. На текущий момент основной проблемой в подготовке врачей-нейрохирургов является ограниченность доступа к манипулированию с реальными пациентами, ограниченность времени получения практических навыков. В настоящее время обучение врача-нейрохирурга за пределами операционной является приоритетным направлением по всему миру. Высокая стоимость и громоздкость симуляционных центров должны подвигнуть на создание новых технологий обучения из области виртуальной реальности.

Ключевые слова: додипломное образование, постдипломное образование, нейрохирургия, врач-нейрохирург, технологии образования

PROBLEMS OF PRE-GRADUATE AND POST-GRADUATE TRAINING OF NEUROSURGEONS

A.N. Plutnitsky, D.Y. Karimova, T.R. Makirov, I.P. Dubinin

Department of Public Health and Healthcare of the Biomedical University of Innovation and Continuing Education of the Federal State Research Center of the Russian Federation "A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center" FMBA of Russia, Moscow

Relevance. The high level of scientific and technical development of such a branch of medicine as neurosurgery, high requirements for the education and qualifications of neurosurgeons require research and improvement of the possibilities of their theoretical training and development of practical skills.

The aim of the study was to investigate the modern technologies for training neurosurgeons and possible problems in their training for the development of more advanced forms of education in the future.

The research method was the study of relevant scientific literature on the experience of training neurosurgeons, published in the databases of eLibrary, PubMed, Google Scholar in 2015-2023.

Results and discussion. The article presents the results of the analysis of modern approaches in the training of neurosurgeons, the possibility of using information technology. Currently, training with the help of the organization of simulation centers is being actively investigated. Virtual reality models are three-dimensional models widely used modern computer technologies that allow using computed tomography and magnetic resonance imaging data to recreate human anatomy in virtual space, which is especially important for understanding the complex anatomy of the central nervous system and spatial relationships between anatomical structures in three dimensions. These can be: simplified virtual reality systems that represent only a computer-user interface, without sensory interaction of the user; augmented virtual reality systems that allow the user to interact and work manually more actively using external props; immersive virtual reality systems are the most technologically advanced systems involving the creation of a physical presence in virtual space and the presence of primary sensory input/output, as well as the presence of tactile and kinesthetic modalities. At the same time, it is relevant to assess the available knowledge of neurosurgeons of certain specializations. The possibilities of participation of multidisciplinary teams in solving complex neurosurgical cases are considered. The possibilities of using specialized Internet

resources (online atlases, textbooks, online courses, etc.) are also considered as possible sources of obtaining knowledge by neurosurgeons in modern conditions. Social networks are analyzed in providing an online platform for professional communication and mentoring, professional development and international cooperation. It is noted that academic activity and academic productivity positively correlate with residency programs and subsequent productivity of practical activities of neurosurgeons, which underlines the relevance of measures to initiate continuous training and education of neurosurgeons, including self-education using physical simulators and virtual reality simulators.

Conclusions. At the moment, the main problem in the training of neurosurgeons lies in the limited access to manipulation with real patients and limited time to acquire practical skills. Currently, the training of a neurosurgeon outside the operating room is a priority worldwide. The high cost and bulkiness of simulation centers should encourage the creation of new learning technologies from the field of virtual reality.

Key words: pre-graduate education, postgraduate education, neurosurgery, neurosurgeon, education technologies

Введение. По состоянию на сегодняшний день развития нейрохирургии в целом необходимо отметить, что высокий уровень научно-технической разработанности отрасли, с постоянным появлением новых техник и технологий, подходов и направлений предъявляет высокие требования к образованию и квалификации врачей нейрохирургического профиля [1].

Цель исследования: изучение современных технологий обучения врачей-нейрохирургов и вероятных проблем в их подготовке для разработки в последующем более усовершенствованных форм обучения.

Материалы и методы. Изучалась релевантная научная литература, посвященная опыту подготовки врачей-нейрохирургов, опубликованная в базах данных eLibrary, PubMed, Google Scholar за 2015-2023 гг., проведен контент-анализ, использовались методы анализа и синтеза.

Результаты и обсуждение. В настоящее время активно исследуются возможности обучения врачей-нейрохирургов при помощи организации симуляционных центров [2, 3, 4]. Возможность использования симуляторов в обучении нейрохирургии предоставляет возможность создать идеальные или практически идеальные условия приобретению и совершенствованию навыков врачом-нейрохирургом в процессе его обучения и повышения квалификации посредством возможности многократного повторения манипуляций без риска для самого пациента [5].

Разрабатываются различные симуляционные модели, позволяющие нейрохирургам отрабатывать зрительно-моторную координацию, зрительно-пространственные навыки, а также возможность трехмерной ориентации, дающие возможность преодолеть зависимость

нейрохирурга от промежуточных специалистов и оптимизацию выполнения нейрохирургических манипуляций (диагностических, хирургических) [6, 7, 8].

Симуляционный тренинг представляет собой современную методику практической подготовки, органично дополняющую традиционные методы вузовской и последиplomной подготовки специалистов. Данные технологии дают возможность не только отрабатывать хирургические приемы и манипуляции без риска для пациентов и обучаемых, но и проводить оценку достигнутого уровня мастерства на основе объективных критериев [9]. При этом освоение практических навыков должно осуществляться с использованием симуляционных технологий, с задействованием клинического тренинга и выполняться до овладения будущим специалистом в области нейрохирургии манипуляций, безопасных для пациента, т.е. до достижения компетентности. При этом безопасность пациента дополнительно обеспечивается тем, что все манипуляции, до достижения уровня компетентности, врач-ординатор осуществляет под руководством своего наставника – практикующего врача-нейрохирурга. Все перечисленные условия направлены на высокий уровень практической подготовки будущего специалиста нейрохирургического профиля, приобщить его к научной деятельности и др. В то же время, ограниченность времени не позволяет довести практические навыки ординатора до желаемого уровня [10].

Непосредственно сами симуляторы условно подразделяются на так называемые физические симуляторы и симуляторы виртуальной реальности.

К числу физических симуляторов относятся модели трупов, а также модели живых животных и синтетические модели. Использование физических симуляторов актуально для нейрохирурга в обучении отработке им основных навыков, таких как нейроэндоскопия, методы сверления, декомпрессия позвоночника, работа инструментами [11,12]. Использование синтетических моделей, таких как, например, модели мертвых тканей, силиконовые трубки, артерия куриного крыла, плацентарные сосуды человека и быка, а также активно внедряемые в последнее время модели, изготовленные методом трехмерной печати, актуально в обучении микрохирургии. Живые модели, в свою очередь, обеспечивают наиболее реалистичный метод для отработки навыков и повторения тренировок с пульсирующим кровотоком, естественной вязкостью и коагуляцией. Однако наложение ограничительных мер по использованию лабораторных животных ограничивает широту применения живых животных моделей.

Модели виртуальной реальности представляют собой трехмерные модели, являющиеся результатом компьютерных технологий, позволяющих с использованием данных компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии воссоздавать анатомию человека в виртуальном пространстве, что особенно актуально для понимания сложной анатомии ЦНС и пространственных отношений между анатомическими структурами с трех измерений. В настоящее время различают 2 вида моделей виртуальной реальности:

- упрощенные системы виртуальной реальности, представляющие собой только интерфейс компьютер-пользователь, без сенсорного взаимодействия пользователя;
- системы дополненной виртуальной реальности, позволяющие пользователю больше взаимодействовать и манипулировать с применением внешнего реквизита;
- иммерсивные системы виртуальной реальности – наиболее технологически продвинутые системы, предполагающие создание физического присутствия в виртуальном пространстве и наличием первичного сенсорного ввода/вывода, а также с присутствием тактильных и кинестетических модальностей [13, 14].

Однако, основное ограничение активного применения в обучении нейрохирургов на базе симуляционных центров – высокая стоимость симуляторов виртуальной реальности [15].

Отдельным вопросом в подготовке врачей-нейрохирургов является возможность выявления пробелов в их знаниях и последующие меры по устранению этих пробелов посредством организации соответствующих квалификационных курсов, а также путем разработки и реализации образовательных программ обучения будущих специалистов. При этом актуальным является оценка имеющихся знаний у врачей-нейрохирургов отдельных специализаций [16]. Рассматриваются возможности участия мультидисциплинарных бригад в решении сложных нейрохирургических случаев [17].

И. П. Дубинин и соавт. (2022) в качестве основных проблем в доступности квалифицированной нейрохирургической помощи населению отмечают высокие затраты на ее финансирование, вследствие высокотехнологичности и высокой скорости развития данной отрасли медицины. Также отмечено нерациональное использование рабочего времени высококвалифицированных специалистов-нейрохирургов, недостаточная подготовка врачей и среднего медицинского персонала, нехватка специалистов, отсутствие стандартизации обследования и лечения экстренных больных [18].

В качестве возможных источников получения знаний врачами-нейрохирургами в современных условиях рассматриваются также возможности использования

специализированных интернет-ресурсов (онлайн-атласы, учебники, онлайн-курсы и т.д.) [19]. Анализируются социальные сети в предоставлении онлайн-площадки для профессионального общения и наставничества, профессионального развития и международного сотрудничества [20, 21]. В целом онлайн-обучение, онлайн-семинары рассматриваются как возможное дополнение к традиционным, очным методам обучения [22]. При этом актуальным является организация регулярной обратной связи между учащимися и преподавателями, с оперативной оценкой эффективности образовательного процесса и усвоения материала [23]. Отмечается, что академическая активность и академическая продуктивность положительно коррелируют с программами резидентуры и последующей продуктивностью практической деятельности врачей-нейрохирургов [24-27], что подчеркивает актуальность мер по инициированию непрерывного обучения и образования нейрохирургов, включая самообразование.

К числу государственных мер по стимулированию повышения квалификации нейрохирургов относятся, помимо обязательных требований к периодической аккредитации медицинских специалистов, различные конференции, гранты, стипендиальные программы, целевые исследовательские программы обучения и развития карьеры, активирующие инициативность специалистов к получению новых знаний в их профессиональной области [28-33]. Увеличение участия нейрохирургов в общественном здравоохранении также направлено на снижение бремени нейрохирургических заболеваний, посредством разработки рекомендаций и мероприятий по предотвращению ряда состояний, являющихся факторами риска развития нейропатологических состояний (например, исследования в области обогащения основных продуктов питания фолиевой кислотой для профилактики анэнцефалии и расщепления позвоночника) [34].

В исследовании M. Maski et al. (2019) были проанализированы возможные различия в послеоперационных результатах между оперативными случаями с участием врачей-нейрохирургов в зависимости от уровня подготовки последипломного образования последних. Согласно полученным результатам, врачи-нейрохирурги с максимальным стажем работы, вследствие большого практического опыта, выполняли более сложные оперативные вмешательства с технической точки зрения, либо сопровождаемые большим числом сопутствующих патологий. Как следствие, в результатах послеоперационных осложнений данной группы специалистов наблюдался наиболее высокий, по сравнению со специалистами со средними показателями стажа работы и с группами молодых

специалистов, процент послеоперационных осложнений и смертности пациентов [35]. Полученные результаты демонстрируют актуальность повышения уровня подготовки как на этапе обучения будущих специалистов в вузе, так и на протяжении их последующей практической деятельности, что позволяет в целом повысить уровень оказываемой специализированной нейрохирургической помощи.

В России подготовка нейрохирургов в ординатуре включает теоретический уровень, симуляционный и клинический тренинг, а также – участие в научных исследованиях. По результатам прохождения ординатуры врач-нейрохирург должен приобрести навыки практических манипуляций по оказанию срочной помощи (остановка наружного кровотечения, выполнение сердечно-легочной реанимации, промывание желудка, трахеотомия), а также выполнение диагностических и лечебных блокад, исследование глазного дна, ангио-, пневмоэнцефало- и вентрикулографических исследований, радикуло- и миелографии, и навыки в отношении оказания хирургического вмешательства по целому ряду патологических состояний.

Вместе с тем, в настоящее время обучение врача-нейрохирурга за пределами операционной является приоритетным направлением по всему миру. В современной практике пациенты и судебно-медицинские эксперты требуют объективных показателей компетентности и мастерства в условиях роста количества нейрохирургических методов и технологий, с учетом характера и сложности возможных нейрохирургических состояний [36-37].

В странах с доходом ниже среднего (Бразилия, Индия, Пакистан) основной проблемой додипломного и последипломного образования является отсутствие устоявшихся парадигм медицинского образования и экономическая нестабильность. При этом отмечается перспективность использования электронных учебных курсов при теоретическом обучении в рамках узкой специализации нейрохирургов [38].

Рассматриваются возможности совершенствования знаний в рамках узкой специализации посредством организации последипломного образования: рассматриваются перспективы выделения грантов на такое обучение, разработки стипендиальных программ и др. [39]. Регулярность предоставления стипендий, позволяющих молодым специалистам выполнять исследования и общаться с коллегами-нейрохирургами на международном уровне, позволяет мотивировать нейрохирургов к повышению собственного научно-практического уровня в рамках практикуемой специализации на этапе последипломного образования [40, 41].

Еще одной возможностью оптимизации последипломого образования рассматривают перспективы ротации нейрохирургов. Рассмотрены результаты ротации молодых специалистов нейрохирургического профиля на третьем году их профессиональной деятельности со средней продолжительностью ротации 7,5 месяцев. В качестве положительных факторов авторы исследования отмечают обогащение опыта работы, повышение независимости принятия профессиональных решений [42].

Ряд авторов отмечает проблемы в подготовке нейрохирургических кадров в России. Если в зарубежных странах постдипломное образование включает несколько лет обязательной теоретической и практической деятельности, с обязательным освоением навыков выполнения нейрохирургических операций различных видов, как в реальных условиях нейрохирургического отделения, так и с обязательным применением современных симуляционных центров, в российской системе образования основной проблемой является возможность приобретения врачами-ординаторами практических, мануальных навыков. Также специалисты в качестве проблемы получения высококачественного образования отмечают проблему наработки в условиях ординатуры навыков выполнения как диагностических процедур, так и оперативных вмешательств. Так, согласно требованиям Федерального закона «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», нештатный сотрудник отделения, кем и является врач-ординатор, не может быть допущен к самостоятельному оказанию медицинской помощи. Он может только ассистировать действующему врачу-нейрохирургу и лишь при письменном добровольном согласии пациента или его законных представителей. Данное ограничение является серьезной преградой к возможности полноценной подготовки молодых специалистов, обладающих достаточными для самостоятельной профессиональной деятельности практическими навыками, гарантирующими пациенту безопасность и высококвалифицированное лечение.

В. В. Крылов и соавт. (2017) решением перечисленных проблем видят активное привлечение к обучению будущих специалистов-нейрохирургов симуляционных технологий, выполнение стандартных практических манипуляций под руководством опытного наставника (тогда основное ограничение останется лишь в виде возможного отказа со стороны пациента или его законных представителей), при этом обучение должно происходить на базе крупных нейрохирургических отделений и центров, с поступлением большого числа больных нейрохирургического профиля, с возможностью освоения и неоднократного повторения манипуляций при различного вида нейрохирургических

патологиях. Наиболее трудным авторами признается вопрос решения проблемы финансирования подготовки специалистов. В данном направлении рассматриваются возможности финансирования симуляционных центров непосредственно за счет внутренних ресурсов медицинского учреждения, возможность сотрудничества с крупными медицинскими образовательными учреждениями, а также возможная организация групповой работы обучающихся в симуляционных центрах [43].

Согласно исследованию А. В. Ярикова и соавт. (2022), основной проблемой в обучении врачей-нейрохирургов является недостаточность учебного времени в ординатуре для отработки необходимых практических навыков. При этом, в условиях возрастающего спроса на специалистов нейрохирургического профиля, ординаторы и врачи вынуждены осваивать основной перечень оперативных вмешательств в относительно короткий период времени. При этом авторы исследования подчеркивают, что основная ответственность за подготовку врача-нейрохирурга лежит на выпускающих кафедрах и клинических базах, что, как следствие, повышает требования к материальной базе, педагогическому и врачебному составу последних [44].

Вопросы отработки практических навыков являются ключевыми в любых отраслях практической деятельности, и такая клиническая медицинская специальность как нейрохирургия, не является исключением. Наоборот, в хирургии, где врачам необходимо не только постоянное совершенствование и оттачивание мануальных навыков, но и регулярные теоретические занятия по закреплению знаний о нормальной и патологической анатомии, данные вопросы особенно актуальны. В настоящее время на территории России действует непрерывное образование медицинских и фармацевтических работников, что стимулирует специалистов к участию в различных семинарах, конференциях. В рамках перечисленных мероприятий зачастую организуются курсы по совершенствованию практических навыков, отрабатываемых на моделях и муляжах. Эталонном для обучения традиционно являются занятия в анатомических лабораториях на трупном материале, но такой вид образования возможен лишь на территории медицинских вузов или организаций с соответствующей материальной и правовой базой. Так, например, в исследовании N. Lasunin et al. (2018) были проанализированы результаты проведения ряда семинаров по отработке мануальных навыков у молодых нейрохирургов, с делением слушателей семинаров на группы из 2 человек и предоставлением каждой группе возможности обучения манипуляциям с набором

микрохирургических и эндоскопических инструментов, с использованием 2D-визуализации, была выявлена высокая востребованность организации подобных семинаров [45].

В нейрохирургии среди основных образовательных направлений можно выделить следующие: изучение нормальной анатомии черепа, сосудов головного мозга и его анатомии, а также краниальных нервов, и освоение основных нейрохирургических доступов к различным анатомическим структурам черепа и головного мозга. Также актуальным является изучение нормальной анатомии позвоночника и спинного мозга, его корешков и сосудов; изучение основных нейрохирургических доступов к различным анатомическим структурам позвоночного столба и спинного мозга. Развитие компьютерного 3D-моделирования и трехмерной печати нашло свое применение в указанной отрасли, позволяя создать указанные модели [46].

Еще одна проблема российской подготовки нейрохирургов состоит в высокой стоимости обучения нейрохирургических кадров, доступности современного высокотехнологичного оборудования и возможности обеспечения врачами-ординаторами обучаться на них. Использование современных симуляционных центров также является высокочрезвычайно затратным [47]. Как возможность оптимизации экономических затрат Е. Е. Третьякова и соавт. (2019) подчеркивают актуальность обучения в малых группах как способ формирования профессиональных и личностных компетенций. Формируя научное мышление, данный метод способствует развитию совместной деятельности студентов в различных ситуациях, развитию коммуникативных и интеллектуальных навыков, а также навыков взаимодействия в коллективе [48].

И. О. Масалева и соавт. (2019) в своем исследовании выполнили анализ современных подходов, применяемых в обучении студентов на кафедре неврологии и нейрохирургии Курского государственного медицинского университета. Авторы подчеркивают необходимость активизации научно-исследовательской деятельности студентов, что впоследствии должно способствовать самостоятельному освоению последними новейших технологий в области их профессиональной деятельности. Акцентируется внимание на возможности повышения качества усвоения учебной программы и навыков посредством организации деятельности научного студенческого кружка как одного из основных элементов формирования автономности студентов, стимулирования их индивидуальной активности и навыков работы в группе. Авторы подчеркивают актуальность применения в образовательном процессе современных и многообразных обучающих методик,

соответствующих современному уровню развития нейрохирургии и способных вызывать и поддерживать интерес со стороны обучающихся [49].

Увеличение длительности образования нейрохирургов обусловлено, помимо вышеперечисленного, также наличием в настоящее время ряда крупных субспециализаций, подготовка к каждой из которых требует отдельной программы и длительного времени освоения и овладения навыками [50].

В условиях постоянного дефицита рабочего времени и ужесточающегося медико-юридического прессинга именно использование возможностей хирургической симуляции позволяет сократить разрыв между теоретическими знаниями и практическими навыками у обучающихся интернов и клинических ординаторов. Использование симуляции в настоящее время признается наиболее перспективным для интенсификации процесса обучения интернов. Кроме того, симуляционные материалы могут быть задействованы не только в учебной, но и практической деятельности, в последиplomной подготовке специалистов.

В статье С. А. Сорокиной и соавт. (2021) рассматриваются вопросы разработки комплекса для обучения нейрохирургов с использованием технологий дополненной реальности с целью овладения комплексными навыками, требующими точности стереотаксического наведения при нейрохирургических вмешательствах, что в свою очередь уменьшит риски повреждения критических структур головного мозга вблизи опухолей и аневризм при проведении реальных операций [51]. В статье С. А. Игнатъева и соавт. (2020) анализируются особенности и возможности применения информационных технологий для обучения ординаторов овладению навыками эндонейрохирургии как современного метода лечения больных на основе использования различных симуляционных тренажеров, а также видеосимуляторов, достаточно приближенных к реальным операциям [52]. Так, например, физический стимулятор – нейрохирургический тренажер для обучения микрохирургии аневризмы способен воспроизводить клипирование внутричерепной аневризмы на основе модели черепа, мозга и артерий, напечатанной на 3D-принтере конкретного пациента. При этом материалы, из которых изготовлен такой симулятор, не только имитируют свойства тканей, включая их толщину, эластичность, проходимость, но и способны воссоздать пульсирующий кровоток [53].

В операции, воспроизводимой на симуляторе, можно выделить два компонента. Первый — это порядок шагов, необходимый для успешного выполнения задания, которое подчиняется определенному сценарию. Например, мы можем выполнить действие А, а затем

действия В и С и ожидать результата данного алгоритма. После оценки результата системой (желательный или нежелательный) вводят другой лечебный алгоритм, который требуется выполнить в аналогичном режиме. Возможность применения данного компонента наиболее актуально при необходимости выполнения операций в случаях редко встречающихся нейрохирургических заболеваний, при выполнении реанимационных мероприятий.

Второй компонент – симуляция технических приемов, позволяющая сформировать безопасную среду для отработки необходимых мануальных навыков, путем повторных упражнений, с использованием современных анатомически и тактично точных симуляционных систем. В данном случае чем ближе симуляция воспроизводит действительную процедуру, тем легче приобретенные навыки можно перенести в клиническую практику [54].

В исследовании А. А. Суфианова и соавт. (2020) представлен опыт комплексного обучения врачей-нейрохирургов на клинической базе кафедры нейрохирургии Сеченовского университета г. Тюмени, в котором для обучения используются лаборатории – аналоги операционной, виртуальные симуляторы. На базе кафедры ее сотрудниками разрабатываются новые обучающие авторские симуляционные модели, обеспечивающие анатомическую и тактильную точность, что позволяет начинающим нейрохирургам получить ценный опыт в хирургических операциях, не подвергая необоснованному риску пациентов.

Заключение. Таким образом, в настоящее время основной проблемой в додипломном и последипломном образовании нейрохирургов является ограниченность времени получения практических навыков, в том числе вследствие ограниченной возможности доступа к манипулированию с реальными пациентами. Основным путем решения данного вопроса является на сегодня активное внедрение симуляционных центров на клинических базах обучения будущих специалистов-нейрохирургов и последующего последипломного образования. Однако, их высокая стоимость и громоздкость заставляют искать новые технологии обучения из области создания виртуальной реальности. Авторами получены более 10 патентов, суть которых будет представлена в последующих публикациях.

Список литературы

1. Перхов В. И. Пятилетняя динамика основных показателей работы нейрохирургической службы Российской Федерации. Проблемы социальной гигиены,

здравоохранения и истории медицины. 2021;5. <https://cyberleninka.ru/article/n/pyatiletnyaya-dinamika-osnovnyh-pokazateley-raboty-neurohirurgicheskoy-sluzhby-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения: 15.07.2023).

2. Кудряшова, Л. В., Черкасов С. Н. Медико-социальная характеристика пациентов, имеющих диагноз заболевания нейрохирургического профиля и нуждающихся в оказании высокотехнологичной медицинской помощи. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2022;S2:64-66. <https://cyberleninka.ru/article/n/mediko-sotsialnaya-harakteristika-patsientov-imeyuschih-diagnoz-zabolevaniya-neurohirurgicheskogo-profilya-i-nuzhdayuschih-sya-v> (дата обращения: 03.05.2023).

3. C. Sander, N. V. Dercks, M. K. Fehrenbach and others. Neurosurgical Care during the COVID-19 Pandemic in Central Germany: A Retrospective Single Center Study of the Second Wave. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(22):12034. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34831787/> (дата обращения: 24.04.2023). doi: 10.3390/ijerph182212034

4. F. J. Joseph, S. Weber, A. Raabe, D. Bervini. Neurosurgical simulator for training aneurysm microsurgery—a user suitability study involving neurosurgeons and residents. *Acta neurochirurgica*. 2020;162:2313-2321. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00701-020-04522-3> (дата обращения: 03.05.2023).

5. Бывальцев В. А., Белых Е. Г., Жданович Г. С. Симуляционное обучение в нейрохирургии. *Байкальский медицинский журнал*. 2014;4:128-133. <https://cyberleninka.ru/article/n/simulyatsionnoe-obuchenie-v-neurohirurgii> (дата обращения: 05.05.2023).

6. V. Singh, S. Shaikh, P. Shetty, A. Moiyadi. Customized low-cost. model for hands-on training in intraoperative ultrasound for neurosurgeons: our experience and review of literature. *World Neurosurg*. 2020;143:564-571. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32679356/>. Дата публикации: 14.07.2020. doi: 10.1016/j.wneu.2020.07.044

7. A. Alamri, A. Chari, G. McKenna and others. The evolution of British neurosurgical selection and training over the past decade. *Med Teach*. 2018;40(6):610-614. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29519179/>. Дата публикации: 08.03.2018. doi: 10.1080/0142159X.2018.1444744

8. Khan A., Doke T., Boeris D. Nurturing the Next Generation of Neurosurgeons: How Important Are Nontechnical Skills?. *World Neurosurg*. 2018;120:227-233.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30121404/>. Дата публикации: 16.08.2018. doi: 10.1016/j.wneu.2018.08.036

9. Гришечкин В. Ю. Симуляционное обучение в нейрохирургии [Электронный ресурс]. Проблемы и перспективы развития современной медицины : сб. науч. ст. XIII Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием студентов и молодых ученых, Гомель, 6-7 мая 2021 г. : в 9 т. Гомел. гос. мед. ун-т ; редкол. : И. О. Стома [и др.]. – Гомель : ГомГМУ, 2021;9:129–131. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). Научный руководитель: к.м.н., доцент М. В. Олизарович; зав. лабораторией практического обучения Н. В. Буринский.

10. А. В. Яриков, О. И. Игнатъева, О. А. Перльмуттер и др. Подготовка нейрохирурга в России: современные проблемы и пути их преодоления. Здравоохранение Югры: опыт и инновации. 2022;4(33):53-66. <https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-neyrohirusga-v-rossii-sovremennye-problemy-i-puti-ih-preodoleniya> (дата обращения: 05.05.2023).

11. M. A. Bohl, S. McBryan, C. Spear and others. Evaluation of a Novel Surgical Skills Training Course: Are Cadavers Still the Gold Standard for Surgical Skills Training?. World Neurosurg. 2019;127:63-71. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30930320/>. Дата публикации: 28.03.2019. doi: 10.1016/j.wneu.2019.03.230

12. Neupsy Key. Training models in neurosurgery. Fastest Neupsy Insight Engine. <https://neupsykey.com/training-models-in-neurosurgery/> (дата обращения: 03.05.2023).

13. J. R. Linzey, W. Sivakumar, J. N. Johnson and others. Young Neurosurgeons Committee of the American Association of Neurological Surgeons: Training Ground for Future Leaders in Organized Neurosurgery in the United States of America. World Neurosurg. 2019; 123:59-63. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30529528/>. Дата публикации: 07.12.2018. doi: 10.1016/j.wneu.2018.11.206

14. B. Baby, R. Singh, A. Suri and others. A Review of Physical Simulators for Neuroendoscopy Skills Training. World Neurosurg. 2020;137:398-407. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32014545/>. Дата публикации: 31.01.2020. doi: 10.1016/j.wneu.2020.01.183

15. Садыков А. М., Мустафин Х. А., Доскалиев А. Ж., Елюбаев А. З. Роль симуляционных центров в подготовке нейрохирургов. Журнал «Нейрохирургия и неврология Казахстана». 2022;3(68):44-49. <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-simulyatsionnyh-tsentrov-v-podgotovke-neyrohirusgov> (дата обращения: 02.06.2023).

16. J. Sheehan, R. M. Starke, N. Pouratian, Z. Litvack. Identification of knowledge gaps in neurosurgery using a validated self-assessment examination: differences between general and spinal neurosurgeons. *World Neurosurg.* 2013;80(5):27-31. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22989999/>. Дата публикации: 16.09.2012. doi: 10.1016/j.wneu.2012.09.007
17. M. Pejrona, G. Ristori, J. H. Villafañe and others. Does specialty matter? A survey on 176 Italian neurosurgeons and orthopedic spine surgeons confirms similar competency for common spinal conditions and supports multidisciplinary teams in comprehensive and complex spinal care. *Spine J.* 2018;18(8):1498-1503. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29031873/>. Дата публикации: 12.10.2017. doi: 10.1016/j.spinee.2017.10.004
18. Дубинин И. П., Макирова Т. Р., Докучаева О. Ю. Организационные меры оптимизации нейрохирургической помощи. Научный авангард: Сборник статей IV Научно-практической конференции и Межвузовской олимпиады ординаторов и аспирантов, Москва, 19–20 мая 2022 года. – Москва: Государственный научный центр Российской Федерации - Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, 2022:110-114.
19. S. S. Hoz, A. A. Aktham, Z. F. Al-Sharshahi and others. The most recommended neuroanatomy resources for neurosurgeons: an international survey. *Surg Neurol Int.* 2021;12:11. doi: 10.25259/SNI_501_2020. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33500826/> (дата обращения: 04.05.2023)
20. Norton E. J., Bandyopadhyay S., Moudgil-Joshi J. Neurology and Neurosurgery Interest Group. Social media could address the gender gap in neurosurgery. *Lancet Neurol.* 2020;19(5):382-383. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32192575/>. Дата публикации: 17.03.2020. doi: 10.1016/S1474-4422(20)30080-6
21. M. Udawatta, E. Ng, H. Westley Phillips and others. Age-related differences in social media use in the neurosurgical community: A multi-institutional study. *Clin Neurol Neurosurg.* 2019;180:97-100. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30953974/>. Дата публикации: 01.04.2019. doi: 10.1016/j.clineuro.2019.03.027
22. A. N. Al-Ahmari, A. M. Ajlan, K. Bajunaid and others. Perception of Neurosurgery Residents and Attendings on Online Webinars During COVID-19 Pandemic and Implications on Future Education. *World Neurosurg.* 2021;146:811-816. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33181378/>. Дата публикации: 09.11.2020. doi: 10.1016/j.wneu.2020.11.015

23. J. E. Rabski, A. Saha, M. D. Cusimano, F. Dabns. Resident evaluations in the age of competency-based medical education: faculty perspectives on minimizing burdens. *J Neurosurg.* 2020;11:1-6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33307525/> (дата обращения: 10.05.2023). doi: 10.3171/2020.7.JNS201688

24. Jean W.C., Felbaum D. R. Impact of Training and Practice Environment on Academic Productivity of Early Career Academic Neurosurgeons. *World Neurosurg.* 2019;121:892-897. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30315984/>. Дата публикации: 11.10.2018. doi: 10.1016/j.wneu.2018.10.005

25. J. R. Linzey, W. Sivakumar, J. N. Johnson and others. Young Neurosurgeons Committee of the American Association of Neurological Surgeons: Training Ground for Future Leaders in Organized Neurosurgery in the United States of America. *World Neurosurg.* 2019;123:59-63. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30529528/>. Дата публикации: 07.12.2018. doi: 10.1016/j.wneu.2018.11.206

26. M. Karsy, F. Henderson, S. Tenny and others. Attitudes and opinions of US neurosurgical residents toward research and scholarship: a national survey. *J Neurosurg.* 2018;131(1):252-263. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30117774/> (дата обращения: 09.05.2023). doi: 10.3171/2018.3.JNS172846

27. T. A. Wilson, R. G. Langston, K. H. Wong, A. Rodriguez. Characteristics and career outcomes of Neurosurgery Research and Education Foundation research fellowship recipients. *J Neurosurg.* 2019;132(3):802-808. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30738408/> (дата обращения: 10.05.2023). doi: 10.3171/2018.10.JNS18859

28. Manoranjan B. The Postdoctoral Fellowship: The Black Belt in the Training of a Neurosurgeon-Scientist. *World Neurosurg.* 2022;157:163-165. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34781247/>. Дата публикации: 27.10.2021. doi: 10.1016/j.wneu.2021.10.152

29. N. A. Shlobin, U. S. Kanmounye, A. Ozair and others. Educating the Next Generation of Global Neurosurgeons: Competencies, Skills, and Resources for Medical Students Interested in Global Neurosurgery. *World Neurosurg.* 2021;155:150-159. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34464771/>. Дата публикации: 28.08.2021. doi: 10.1016/j.wneu.2021.08.091

30. A. Y.Li, Z. K. Asfaw, R. Kalagara and others. Academic Productivity of United States Neurosurgeons Trained Abroad. *World Neurosurg.* 2021;152:567-575.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34133993/>. Дата публикации: 13.06.2021. doi: 10.1016/j.wneu.2021.06.026

31. A. S. Pandit, A. Reka, H. Layard Horsfall, H. J. Marcus. Mindfulness Training for Young Neurosurgeons: A Virtual Multicenter Prospective Pilot Study. *World Neurosurg.* 2022;164:446-457. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35533949/>. Дата публикации: 06.05.2022. doi: 10.1016/j.wneu.2022.04.128

32. R. R. Lonser, L. G. F. Smith, M. Tennekoon and others. Creation of a comprehensive training and career development approach to increase the number of neurosurgeons supported by National Institutes of Health funding. *J Neurosurg.* 2020;7:1-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32764178/> (дата обращения: 09.05.2023). doi: 10.3171/2020.5.JNS201008

33. M. M. Hulou, M. T. Park, M. A. Essibayi and others. Academically Inclined: Predictors of Early Career Trajectory and Avenues for Early Intervention Among Neurosurgery Trainees. *Neurosurgery.* 2023;92(4):854-861. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36729517/>. Дата публикации: 15.12.2022. doi: 10.1227/neu.0000000000002285

34. N. A. Shlobin, J. T. Roach, V. Kancherla and others. Global Alliance for the Prevention of Spina Bifida-F (GAPSBiF). The role of neurosurgeons in global public health: the case of folic acid fortification of staple foods to prevent spina bifida. *J Neurosurg Pediatr.* 2022;31(1):8-15. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36334286/> (дата обращения: 08.05.2023). doi: 10.3171/2022.9.PEDS22188

35. M. Macki, M. Fakih, I. Rubinfeld and others. The Impact of Different Postgraduate Year Training in Neurosurgery Residency on 30-Day Postoperative Outcomes. *Neurosurgery.* 2019;84(3):778-787. doi: 10.1093/neuros/nyy277. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30010937/> (дата обращения: 04.05.2023).

36. J. C. Ahumada-Vizcaino, R. Wuo-Silva, M. M. Hernandez, F. Chaddad-Neto. The art of combining neuroanatomy and microsurgical skills in modern neurosurgery. *Front. Neurol.* 2022;13. https://journals.lww.com/neurosurgery/Abstract/2023/01000/Targeted_Public_Health_Training_for_Neurosurgeons_3.aspx (дата обращения: 05.05.2023). <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.1076778>

37. H. Deora, M. Tripathi, N. S. Yagnick and others. Changing Hands: Why Being Ambidextrous Is a Trait That Needs to Be Acquired and Nurtured in Neurosurgery. *World*

Neurosurg. 2019;122:487-490. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30472285/>. Дата публикации: 18.11.2018. doi: 10.1016/j.wneu.2018.11.106

38. H. Deora, K. Garg, M. Tripathi and others. Residency perception survey among neurosurgery residents in lower-middle-income countries: grassroots evaluation of neurosurgery education. *Neurosurg Focus*. 2020;48(3):11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32114547/> (дата обращения: 10.05.2023). doi: 10.3171/2019.12.FOCUS19852

39. A. Gupta, V. Reddy, A. Barpujari and others. Current Trends in Subspecialty Fellowship Training for 1691 Academic Neurological Surgeons. *World Neurosurg*. 2023;171:47-56. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33181378/>. Дата публикации: 18.11.2022. doi: 10.1016/j.wneu.2022.11.074

40. D. R. Ormond, M. Abozeid, S. Kurpad, S. J. Haines. For the further training of individuals in neurosurgery II: the academic legacy of the William P. Van Wagenen Fellowship. *J Neurosurg*. 2019;1-10. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31783361/> (дата обращения: 10.05.2023). doi: 10.3171/2019.9.JNS191998

41. N. A. Shlobin, C. S. Graffeo, D. L. Dornbos and others. The Committee on Advanced Subspecialty Training-accredited postgraduate neurosurgery fellowship application experience: a national survey. *J Neurosurg*. 2022;138(4):1124-1131. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36087313/> (дата обращения: 10.05.2023). doi: 10.3171/2022.7.JNS22544

42. A. G. Yearley, R. V. Patel, J. R. Rachlin and others. Integration of Veterans Affairs Medical Centers Into Neurosurgical Residency Programs. *Neurosurgery*. 2023. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36728276/> (дата обращения: 10.05.2023). doi: 10.1227/neu.0000000000002362

43. Крылов В. В., Левченко О. В., Закондырин Д. Е. Практическая подготовка нейрохирургов в России. Часть 1. Проблемы и пути их решения. *Нейрохирургия*. 2017;1:72-78. <https://www.therjn.com/jour/article/view/420/381> (дата обращения: 05.05.2023)

44. А. В. Яриков, О. И. Игнатьева, О. А. Перльмуттер и др. Подготовка нейрохирурга в России: современные проблемы и пути их преодоления. *Здравоохранение Югры: опыт и инновации*. 2022;4(33):53-66. <https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-neyrohirusga-v-rossii-sovremennye-problemy-i-puti-ih-preodoleniya> (дата обращения: 05.05.2023)

45. Lasunin N., Golbin D. A. A Workshop for Training of Basic Neurosurgical Skills "From Microsurgery to Endoscopy": A Stepping Stone for Young Neurosurgeons. *Cureus*.

2018;10(11):3658. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30755835/> (дата обращения: 10.05.2023). doi: 10.7759/cureus.3658

46. С. В. Мишинов, В. В. Ступак, Т. З. Мамуладзе и др. Использование трехмерного моделирования и трехмерной печати в обучении нейрохирургов. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016;11:1063-1067. <https://s.applied-research.ru/pdf/2016/11-6/10723.pdf> (дата обращения: 05.05.2023)

47. Крылов В. В., Левченко О. В., Закондырин Д. Е. Практическая подготовка нейрохирургов в России. Часть 1. Проблемы и пути их решения. Нейрохирургия. 2017;1:72-78. <https://www.therjn.com/jour/article/view/420/381> (дата обращения: 05.05.2023)

48. Е. Е. Третьякова, И. О. Масалева, Т. В. Шутеева, Е. А. Логачева. Обучение в малых группах - способ формирования профессиональных компетенций. Коллекция гуманитарных исследований. 2019;6(21):42-46. <https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-v-malyh-gruppah-sposob-formirovaniya-professionalnyh-kompetentsiy> (дата обращения: 05.05.2023)

49. Масалева И. О., Третьякова Е. Е., Шутеева Т. В. Современные подходы к обучению студентов на кафедре неврологии и нейрохирургии КГМУ. Коллекция гуманитарных исследований. 2019;3(18):43-49. <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-obucheniyu-studentov-na-kafedre-nevrologii-i-neurohirurgii-kgmu> (дата обращения: 05.05.2023)

50. . Ю. Усачев, А. Н. Коновалов, Л. Б. Лихтерман и др. Обучение нейрохирурга: актуальные проблемы и современные подходы. Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2022.;86;1:5-16. <https://elibrary.ru/item.asp?id=47983825> (дата обращения: 05.05.2023)

51. С. А. Сорокина, Б. С. Михалев, Р. Е. Власов, Д. А. Каримов. Разработка комплекса для обучения нейрохирургов с использованием технологий дополненной реальности. Новые технологии - нефтегазовому региону : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 02–04 июня 2021 года. Том II. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2021:268-271. <https://elibrary.ru/item.asp?id=46241470> (дата обращения: 05.05.2023)

52. Игнатъев С. А., Букин И. А., Терехова М. А. Применение информационных технологий для создания симуляторов при обучении врачей различного профиля. Автоматизация и управление в машино- и приборостроении : Сборник научных трудов. – Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., 2020:112-118. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43100059> (дата обращения: 05.05.2023)

53. F. J. Joseph, S. Weber, A. Raabe, D. Bervini. Neurosurgical simulator for training aneurysm microsurgery—a user suitability study involving neurosurgeons and residents. *Acta Neurochir (Wien)*. 2020;162(10):2313-2321. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32780255/>. Дата публикации: 11.08.2020. doi: 10.1007/s00701-020-04522-3

54. Спиотта А. М., Шленк Р. П. Симуляционное обучение нейрохирургических интернов: новая парадигма. *Медицинское образование и профессиональное развитие*. 2017;1(27):24-30. <https://cyberleninka.ru/article/n/simulyatsionnoe-obuchenie-neyrohirurgicheskikh-internov-novaya-paradigma> (дата обращения: 05.05.2023)

References

1. Perkhov V. I. Five-year dynamics of the main performance indicators of the neurosurgical service of the Russian Federation. *Problems of social hygiene, health care and the history of medicine*. 2021;5. (In Russian). <https://cyberleninka.ru/article/n/pyatiletnyaya-dinamika-osnovnyh-pokazateley-raboty-neyrohirurgicheskoy-sluzhby-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения 07/15/2023). doi:10.32687/0869-866X-2020-29-5-1186-1193

2. Kudryashova L. V., Cherkasov S. N. Medico-social characteristics of patients diagnosed with neurosurgical diseases and in need of high-tech medical care. *Cardiovascular therapy and prevention*. 2022;S2:64-66. (In Russian). <https://cyberleninka.ru/article/n/mediko-sotsialnaya-harakteristika-patsientov-imeyuschih-diagnoz-zabolevaniya-neyrohirurgicheskogo-profilya-i-nuzhdayuschih-sya-v> (дата обращения: 03.05.2023). doi:10.15829/1728–8800–2022–S2

3. C. Sander, N. V. Dercks, M. K. Fehrenbach and others. Neurosurgical Care during the COVID-19 Pandemic in Central Germany: A Retrospective Single Center Study of the Second Wave. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(22):12034. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34831787/> (дата обращения: 24.04.2023). doi: 10.3390/ijerph182212034

4. F. J. Joseph, S. Weber, A. Raabe, D. Bervini. Neurosurgical simulator for training aneurysm microsurgery—a user suitability study involving neurosurgeons and residents. *Acta neurochirurgica*. 2020;162:2313-2321. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00701-020-04522-3> (дата обращения: 03.05.2023).

5. Byvaltsev V. A., Belykh E. G., Zhdanovich G. S. Simulation training in neurosurgery. *Baikal Medical Journal*. 2014;4:128-133. (In Russian).

<https://cyberleninka.ru/article/n/simulyatsionnoe-obuchenie-v-neyrohirurgii> (дата обращения: 05.05.2023).

6. V. Singh, S. Shaikh, P. Shetty, A. Moiyadi. Customized low-cost. model for hands-on training in intraoperative ultrasound for neurosurgeons: our experience and review of literature. *World Neurosurg.* 2020;143:564-571. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32679356/>. Дата публикации: 14.07.2020. doi: 10.1016/j.wneu.2020.07.044

7. A. Alamri, A. Chari, G. McKenna and others. The evolution of British neurosurgical selection and training over the past decade. *Med Teach.* 2018;40(6):610-614. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29519179/>. Дата публикации: 08.03.2018. doi: 10.1080/0142159X.2018.1444744

8. Khan A., Doke T., Boeris D. Nurturing the Next Generation of Neurosurgeons: How Important Are Nontechnical Skills?. *World Neurosurg.* 2018;120:227-233. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30121404/>. Дата публикации: 16.08.2018. doi: 10.1016/j.wneu.2018.08.036

9. Grischechkin V. Yu. Simulation training in neurosurgery [Electronic resource]. Problems and prospects of development of modern medicine: collection of scientific articles XIII Rep. scientific-practical conf. with international. with the participation of students and young scientists, Gomel, May 6-7, 2021 : at 9 t. Gomel. gos. med. un-t ; editorial board : I. O. Stoma [et al.]. – Gomel: GomSMU, 2021;9:129-131. – 1 electron. opt. disk (CD-ROM). Scientific supervisor: Candidate of Medical Sciences, Associate Professor M. V. Olizarovich; Head. laboratory of practical training N. V. Burinsky. (In Russian). <http://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/8915> (дата обращения: 03.05.2023)

10. A.V. Yarikov, O. I. Ignatieva, O. A. Perlmutter and others. Training of a neurosurgeon in Russia: modern problems and ways to overcome them. *Healthcare of Ugra: experience and innovations.* 2022;4(33):53-66. (In Russian). <https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-neyrohirurga-v-rossii-sovremennye-problemy-i-puti-ih-preodoleniya> (дата обращения: 05.05.2023).

11. M. A. Bohl, S. McBryan, C. Spear and others. Evaluation of a Novel Surgical Skills Training Course: Are Cadavers Still the Gold Standard for Surgical Skills Training?. *World Neurosurg.* 2019;127:63-71. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30930320/>. Дата публикации: 28.03.2019. doi: 10.1016/j.wneu.2019.03.230

12. Neupsy Key. Training models in neurosurgery. Fastest Neupsy Insight Engine. <https://neupsykey.com/training-models-in-neurosurgery/> (дата обращения: 03.05.2023).
13. J. R. Linzey, W. Sivakumar, J. N. Johnson and others. Young Neurosurgeons Committee of the American Association of Neurological Surgeons: Training Ground for Future Leaders in Organized Neurosurgery in the United States of America. *World Neurosurg.* 2019; 123:59-63. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30529528/>. Дата публикации: 07.12.2018. doi: 10.1016/j.wneu.2018.11.206
14. B. Baby, R. Singh, A. Suri and others. A Review of Physical Simulators for Neuroendoscopy Skills Training. *World Neurosurg.* 2020;137:398-407. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32014545/>. Дата публикации: 31.01.2020. doi: 10.1016/j.wneu.2020.01.183
15. Sadykov A.M., Mustafin H. A., Doskaliev A. Zh., Elyubaev A. Z. The role of simulation centers in the training of neurosurgeons. *Journal "Neurosurgery and Neurology of Kazakhstan"*. 2022;3(68):44-49. (In Russian). <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-simulyatsionnyh-tsentrov-v-podgotovke-neyrohrurgov> (accessed: 06/02/2023).
16. J. Sheehan, R. M. Starke, N. Pouratian, Z. Litvack. Identification of knowledge gaps in neurosurgery using a validated self-assessment examination: differences between general and spinal neurosurgeons. *World Neurosurg.* 2013;80(5):27-31. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22989999/>. Дата публикации: 16.09.2012. doi: 10.1016/j.wneu.2012.09.007
17. M. Pejrona, G. Ristori, J. H. Villafañe and others. Does specialty matter? A survey on 176 Italian neurosurgeons and orthopedic spine surgeons confirms similar competency for common spinal conditions and supports multidisciplinary teams in comprehensive and complex spinal care. *Spine J.* 2018;18(8):1498-1503. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29031873/>. Дата публикации: 12.10.2017. doi: 10.1016/j.spinee.2017.10.004
18. Dubinin I. P., Makirova T. R., Dokuchaeva O. Y. Organizational measures to optimize neurosurgical care. *Scientific Avant-garde: Collection of articles of the IV Scientific and Practical Conference and the Interuniversity Olympiad of Residents and Postgraduates, Moscow, May 19-20, 2022.* – Moscow: State Scientific Center of the Russian Federation - A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, 2022:110-114. (In Russian).
19. S. S. Hoz, A. A. Aktham, Z. F. Al-Sharshahi and others. The most recommended neuroanatomy resources for neurosurgeons: an international survey. *Surg Neurol Int.* 2021;12:11.

doi: 10.25259/SNI_501_2020. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33500826/> (дата обращения: 04.05.2023)

20. Norton E. J., Bandyopadhyay S., Moudgil-Joshi J. Neurology and Neurosurgery Interest Group. Social media could address the gender gap in neurosurgery. *Lancet Neurol.* 2020;19(5):382-383. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32192575/>. Дата публикации: 17.03.2020. doi: 10.1016/S1474-4422(20)30080-6

21. M. Udawatta, E. Ng, H. Westley Phillips and others. Age-related differences in social media use in the neurosurgical community: A multi-institutional study. *Clin Neurol Neurosurg.* 2019;180:97-100. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30953974/>. Дата публикации: 01.04.2019. doi: 10.1016/j.clineuro.2019.03.027

22. A. N. Al-Ahmari, A. M. Ajlan, K. Bajunaid and others. Perception of Neurosurgery Residents and Attendings on Online Webinars During COVID-19 Pandemic and Implications on Future Education. *World Neurosurg.* 2021;146:811-816. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33181378/>. Дата публикации: 09.11.2020. doi: 10.1016/j.wneu.2020.11.015

23. J. E. Rabski, A. Saha, M. D. Cusimano, F. Dabns. Resident evaluations in the age of competency-based medical education: faculty perspectives on minimizing burdens. *J Neurosurg.* 2020;11:1-6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33307525/> (дата обращения: 10.05.2023). doi: 10.3171/2020.7.JNS201688

24. Jean W.C., Felbaum D. R. Impact of Training and Practice Environment on Academic Productivity of Early Career Academic Neurosurgeons. *World Neurosurg.* 2019;121:892-897. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30315984/>. Дата публикации: 11.10.2018. doi: 10.1016/j.wneu.2018.10.005

25. J. R. Linzey, W. Sivakumar, J. N. Johnson and others. Young Neurosurgeons Committee of the American Association of Neurological Surgeons: Training Ground for Future Leaders in Organized Neurosurgery in the United States of America. *World Neurosurg.* 2019;123:59-63. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30529528/>. Дата публикации: 07.12.2018. doi: 10.1016/j.wneu.2018.11.206

26. M. Karsy, F. Henderson, S. Tenny and others. Attitudes and opinions of US neurosurgical residents toward research and scholarship: a national survey. *J Neurosurg.* 2018;131(1):252-263. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30117774/> (дата обращения: 09.05.2023). doi: 10.3171/2018.3.JNS172846

27. T. A. Wilson, R. G. Langston, K. H. Wong, A. Rodriguez. Characteristics and career outcomes of Neurosurgery Research and Education Foundation research fellowship recipients. *J Neurosurg.* 2019;132(3):802-808. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30738408/> (дата обращения: 10.05.2023). doi: 10.3171/2018.10.JNS18859
28. Manoranjan B. The Postdoctoral Fellowship: The Black Belt in the Training of a Neurosurgeon-Scientist. *World Neurosurg.* 2022;157:163-165. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34781247/>. Дата публикации: 27.10.2021. doi: 10.1016/j.wneu.2021.10.152
29. N. A. Shlobin, U. S. Kanmounye, A. Ozair and others. Educating the Next Generation of Global Neurosurgeons: Competencies, Skills, and Resources for Medical Students Interested in Global Neurosurgery. *World Neurosurg.* 2021;155:150-159. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34464771/>. Дата публикации: 28.08.2021. doi: 10.1016/j.wneu.2021.08.091
30. A. Y. Li, Z. K. Asfaw, R. Kalagara and others. Academic Productivity of United States Neurosurgeons Trained Abroad. *World Neurosurg.* 2021;152:567-575. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34133993/>. Дата публикации: 13.06.2021. doi: 10.1016/j.wneu.2021.06.026
31. A. S. Pandit, A. Reka, H. Layard Horsfall, H. J. Marcus. Mindfulness Training for Young Neurosurgeons: A Virtual Multicenter Prospective Pilot Study. *World Neurosurg.* 2022;164:446-457. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35533949/>. Дата публикации: 06.05.2022. doi: 10.1016/j.wneu.2022.04.128
32. R. R. Lonser, L. G. F. Smith, M. Tennekoon and others. Creation of a comprehensive training and career development approach to increase the number of neurosurgeons supported by National Institutes of Health funding. *J Neurosurg.* 2020;7:1-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32764178/> (дата обращения: 09.05.2023). doi: 10.3171/2020.5.JNS201008
33. M. M. Hulou, M. T. Park, M. A. Essibayi and others. Academically Inclined: Predictors of Early Career Trajectory and Avenues for Early Intervention Among Neurosurgery Trainees. *Neurosurgery.* 2023;92(4):854-861. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36729517/>. Дата публикации: 15.12.2022. doi: 10.1227/neu.0000000000002285
34. N. A. Shlobin, J. T. Roach, V. Kancherla and others. Global Alliance for the Prevention of Spina Bifida-F (GAPSBiF). The role of neurosurgeons in global public health: the case of folic acid

fortification of staple foods to prevent spina bifida. *J Neurosurg Pediatr.* 2022;31(1):8-15. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36334286/> (дата обращения: 08.05.2023). doi: 10.3171/2022.9.PEDS22188

35. M. Macki, M. Fakih, I. Rubinfeld and others. The Impact of Different Postgraduate Year Training in Neurosurgery Residency on 30-Day Postoperative Outcomes. *Neurosurgery.* 2019;84(3):778-787. doi: 10.1093/neuros/nyy277. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30010937/> (дата обращения: 04.05.2023).

36. J. C. Ahumada-Vizcaino, R. Wuo-Silva, M. M. Hernandez, F. Chaddad-Neto. The art of combining neuroanatomy and microsurgical skills in modern neurosurgery. *Front. Neurol.* 2022;13. https://journals.lww.com/neurosurgery/Abstract/2023/01000/Targeted_Public_Health_Training_for_Neurosurgeons_.3.aspx (дата обращения: 05.05.2023). <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.1076778>

37. H. Deora, M. Tripathi, N. S. Yagnick and others. Changing Hands: Why Being Ambidextrous Is a Trait That Needs to Be Acquired and Nurtured in Neurosurgery. *World Neurosurg.* 2019;122:487-490. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30472285/>. Дата публикации: 18.11.2018. doi: 10.1016/j.wneu.2018.11.106

38. H. Deora, K. Garg, M. Tripathi and others. Residency perception survey among neurosurgery residents in lower-middle-income countries: grassroots evaluation of neurosurgery education. *Neurosurg Focus.* 2020;48(3):11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32114547/> (дата обращения: 10.05.2023). doi: 10.3171/2019.12.FOCUS19852

39. A. Gupta, V. Reddy, A. Barpujari and others. Current Trends in Subspecialty Fellowship Training for 1691 Academic Neurological Surgeons. *World Neurosurg.* 2023;171:47-56. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33181378/>. Дата публикации: 18.11.2022. doi: 10.1016/j.wneu.2022.11.074

40. D. R. Ormond, M. Abozeid, S. Kurpad, S. J. Haines. For the further training of individuals in neurosurgery II: the academic legacy of the William P. Van Wagenen Fellowship. *J Neurosurg.* 2019;1-10. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31783361/> (дата обращения: 10.05.2023). doi: 10.3171/2019.9.JNS191998

41. N. A. Shlobin, C. S. Graffeo, D. L. Dornbos and others. The Committee on Advanced Subspecialty Training-accredited postgraduate neurosurgery fellowship application experience: a national survey. *J Neurosurg.* 2022;138(4):1124-1131. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36087313/> (дата обращения: 10.05.2023). doi: 10.3171/2022.7.JNS22544

42. A. G. Yearley, R. V. Patel, J. R. Rachlin and others. Integration of Veterans Affairs Medical Centers Into Neurosurgical Residency Programs. *Neurosurgery*. 2023. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36728276/> (дата обращения: 10.05.2023). doi: 10.1227/neu.0000000000002362
43. Krylov V. V., Levchenko O. V., Zakondyryin D. E. Practical training of neurosurgeons in Russia. Part 1. Problems and solutions. *Neurosurgery*. 2017;1:72-78. (In Russian). <https://www.therjn.com/jour/article/view/420/381> (дата обращения: 05.05.2023)
44. A.V. Yarikov, O. I. Ignatieva, O. A. Perlmutter and others. Training of a neurosurgeon in Russia: modern problems and ways to overcome them. *Healthcare of Ugra: experience and innovations*. 2022;4(33):53-66. (In Russian). <https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-neyrohirurga-v-rossii-sovremennye-problemy-i-puti-ih-preodoleniya> (дата обращения: 05.05.2023)
45. Lasunin N., Golbin D. A. A Workshop for Training of Basic Neurosurgical Skills "From Microsurgery to Endoscopy": A Stepping Stone for Young Neurosurgeons. *Cureus*. 2018;10(11):3658. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30755835/> (дата обращения: 10.05.2023). doi: 10.7759/cureus.3658
46. S. V. Mishinov, V. V. Stupak, T. Z. Mamuladze and others. The use of three-dimensional modeling and three-dimensional printing in the training of neurosurgeons. *International Journal of Applied and fundamental research*. 2016;11:1063-1067. (In Russian). <https://s.applied-research.ru/pdf/2016/11-6/10723.pdf> (дата обращения: 05.05.2023)
47. Krylov V. V., Levchenko O. V., Zakondyryin D. E. Practical training of neurosurgeons in Russia. Part 1. Problems and solutions. *Neurosurgery*. 2017;1:72-78. (In Russian). <https://www.therjn.com/jour/article/view/420/381> (дата обращения: 05.05.2023)
48. E. E. Tretyakova, I. O. Moskaleva, T. V. Shuteeva, E. A. Logacheva. Training in small groups is a way of forming professional competencies. *Collection of Humanitarian studies*. 2019;6(21):42-46. (In Russian). <https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-v-malyh-gruppah-sposob-formirovaniya-professionalnyh-kompetentsiy> (дата обращения: 05.05.2023)
49. Masaleva I. O., Tretyakova E. E., Shuteeva T. V. Modern approaches to teaching students at the Department of Neurology and Neurosurgery of KSMU. *Collection of Humanitarian Studies*. 2019;3(18):43-49. (In Russian). <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-obucheniyu-studentov-na-kafedre-nevrologii-i-neyrohirurgii-kgmu> (дата обращения: 05.05.2023)
50. D. Y. Usachev, A. N. Konovalov, L. B. Lichterman and others. Neurosurgeon training: actual problems and modern approaches. *Questions of neurosurgery named after N.N. Burdenko*.

2022;86;1:5-16. (In Russian). <https://elibrary.ru/item.asp?id=47983825> (дата обращения: 05.05.2023) doi: [10.17116/neiro2022860115](https://doi.org/10.17116/neiro2022860115)

51. S. A. Sorokina, B. S. Mikhalev, R. E. Vlasov, D. A. Karimov. Development of a complex for training neurosurgeons using augmented reality technologies. New technologies for the oil and gas region : materials of the International Scientific and Practical Conference of Students, postgraduates and young scientists, Tyumen, 02-04 June 2021. Volume II. – Tyumen: Tyumen Industrial University, 2021:268-271. (In Russian). <https://elibrary.ru/item.asp?id=46241470> (дата обращения: 05.05.2023)

52. Ignatiev S. A., Bukin I. A., Terekhova M. A. Application of information technologies for creating simulators in the training of doctors of various profiles. Automation and control in machine and instrument engineering : A collection of scientific papers. – Saratov : Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin., 2020:112-118. (In Russian). <https://elibrary.ru/item.asp?id=43100059> (дата обращения: 05.05.2023)

53. F. J. Joseph, S. Weber, A. Raabe, D. Bervini. Neurosurgical simulator for training aneurysm microsurgery-a user suitability study involving neurosurgeons and residents. Acta Neurochir (Wien). 2020;162(10):2313-2321. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32780255/>. Дата публикации: 11.08.2020. doi: [10.1007/s00701-020-04522-3](https://doi.org/10.1007/s00701-020-04522-3)

54. Spiotta A.M., Schenk R. P. Simulation training of neurosurgical interns: a new paradigm. Medical education and professional development. 2017;1(27):24-30. (In Russian). <https://cyberleninka.ru/article/n/simulyatsionnoe-obuchenie-neyrohrurgicheskikh-internov-novaya-paradigma> (дата обращения: 05.05.2023)

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Acknowledgments. The study did not have sponsorship.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Сведения об авторах

Плутницкий Андрей Николаевич - доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ Государственный научный центр Российской Федерации "Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна" Федерального медико-биологического агентства России, 123098, г. Москва, ул. Маршала Новикова 23, e-mail: morevam876@gmail.com, SPIN-код 4371-2602, ORCID ID: 0000-0002-2933-267x

Каримова Дания Юсуфовна – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ Государственный научный центр Российской Федерации

“Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна” Федерального медико-биологического агентства России, 123098, г. Москва, ул. Маршала Новикова 23, e-mail: dania_karimova@mail.ru, SPIN-код 6518-0847, ORCID ID: 0000-0002-9971-8156

Макиров Тимур Рашидович - врач-нейрохирург, заочный аспирант кафедры общественного здоровья и здравоохранения Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ Государственный научный центр Российской Федерации “Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна” Федерального медико-биологического агентства России, 123098, г. Москва, ул. Маршала Новикова 23, e-mail: tmakirov@mail.ru, SPIN-код 9119-1780, ORCID ID: 0000-0002-7610-3378

Дубинин Илья Петрович - врач-нейрохирург, заочный аспирант кафедры общественного здоровья и здравоохранения Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ Государственный научный центр Российской Федерации “Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна” Федерального медико-биологического агентства России, 123098, г. Москва, ул. Маршала Новикова 23, e-mail: iliadubinin@mail.ru, SPIN-код 7452-1424, ORCID ID: 0000-0002-6902-9798

Information about authors

Andrey Nikolaevich Plutnitsky - D. Med. Sci., Associate Professor, Head of the Department of Public Health and Healthcare of the Biomedical University of Innovation and Continuing Education of the Federal State Research Center of the Russian Federation "A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center" of the FMBA of Russia, 123098, Moscow, Marshal St. Novikova 23, e-mail: morevam876@gmail.com, SPIN-kode 4371-2602, ORCID ID: 0000-0002-2933-267x

Karimova Dania Yusufovna - D. Med. Sci., Professor, Professor of the Department of Public Health and Healthcare of the Biomedical University of Innovation and Continuing Education of the Federal State Research Center of the Russian Federation "A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center" FMBA of Russia, 123098, Moscow, Marshal Novikov str. 23, e-mail: dania_karimova@mail.ru, SPIN-kode 6518-0847, ORCID ID: 0000-0002-9971-8156

Makirov Timur Rashidovich - , neurosurgeon, part-time postgraduate student of the Department of Public Health and Healthcare of the Biomedical University of Innovation and Continuing Education of the Federal State Research Center of the Russian Federation "A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center" of the FMBA of Russia, 23 Marshal Novikov Str., Moscow, 123098, e-mail: tmakirov@mail.ru, SPIN-kode 9119-1780, ORCID ID: 0000-0002-7610-3378

Dubinina Ilya Petrovich, neurosurgeon, part-time postgraduate student of the Department of Public Health and Healthcare of the Biomedical University of Innovation and Continuing Education of the Federal State Research Center of the Russian Federation "A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center" of the FMBA of Russia, 23 Marshal Novikov Str., Moscow, 123098, e-mail: iliadubinin@mail.ru, SPIN-kode 7452-1424, ORCID ID: 0000-0002-6902-9798

Статья получена: 24.06.2023 г.

Принята к публикации: 28.09.2023 г.