

© Team of authors, 2023 / © Коллектив авторов, 2023
УДК: 616.21:61-057.875:378.147

Peculiarities of practical training of students using modern simulation technologies in otorhinolaryngology

T.Yu. Vladimirova¹, L.A. Baryshevskaya¹, A.V. Kurenkov¹,
S.S. Chaplygin², A.K. Nazaryan²

¹Department of Otorhinolaryngology named after acad. I.B. Soldatov, Samara State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Samara, Russia

²Institute of Innovative Development, Samara State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Samara, Russia
Contacts: Tatyana Yulievna Vladimirova – e-mail: t.yu.vladimirova@samsmu.ru

Особенности практической подготовки студентов с использованием современных симуляционных технологий в оториноларингологии

Т.Ю. Владимирова¹, Л.А. Барышевская¹, А.В. Куренков¹,
С.С. Чаплыгин², А.К. Назарян²

¹Кафедра оториноларингологии им. акад. И.Б. Солдатова ФГБОУ ВО Самарский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, Самара, Россия

²Институт инновационного развития ФГБОУ ВО Самарский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, Самара, Россия
Контакты: Владимирова Татьяна Юльевна – e-mail: t.yu.vladimirova@samsmu.ru

现代仿真技术在耳鼻喉科学生实践训练中的特点

T.Yu. Vladimirova¹, L.A. Baryshevskaya¹, A.V. Kurenkov¹,
S.S. Chaplygin², A.K. Nazaryan²

¹Department of Otorhinolaryngology named after acad. I.B. Soldatov, Samara State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Samara, Russia

²Institute of Innovative Development, Samara State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Samara, Russia
通讯作者: Tatyana Yulievna Vladimirova – e-mail: t.yu.vladimirova@samsmu.ru

Doi: 10.25792/HN.2023.11.2.15-24

Medical education tends to be transformed by many factors, including the ever-changing health care environment, the new role of the physician, changing societal expectations, rapidly evolving medical science, and the emergence of a wide variety of pedagogical methods used in teaching. Changes in societal expectations put patient safety at the forefront and raise ethical concerns about teaching medical students. The modern approach to training students with simulation technologies, including virtual reality technology, provides a safe learning environment without risk to patients or volunteers.

Purpose of the study. Comparison of the effectiveness of traditional teaching and teaching using virtual technologies.

Material and methods. The study involved 220 students of the Institute of Pediatrics and the Institute of Clinical Medicine of the Samara State Medical University. The study was carried out at a practical lesson on the topic “Clinical Anatomy, Physiology and Research Methods of the Larynx, Trachea, Bronchi” on the basis of the Department of Otorhinolaryngology named after Academician of the Russian Academy of Sciences I.B. Soldatov, as well as in a multi-profile accreditation and simulation center with the use of a simulator for intubation, tracheostomy, cricothyrotomy. The Tracheostomy-VR simulator was developed by the Institute of Innovative Development of the Samara State Medical University for training at the Department of Otorhinolaryngology. All students were divided into three groups, based on the teaching methods that have been used. During the practical lesson, they were given questionnaires to assess the practical skill of tracheostomy, as well as the degree of immersion in virtual reality. Based on the results of the questionnaire, a comparison was made between the groups.

Results. The results of the questionnaires confirm the improvement in the performance of the tracheostomy practical skill by students of all groups. However, group 3 students, who used both traditional methods and virtual technologies, had a higher score (1.2 ± 0.3 points) compared with the students of group 1, in which only traditional teaching methods were used. The use of virtual reality made it possible to provide a realistic immersion in the conditions of the operating room. In addition, high immersion scores demonstrate that students had no technical problems with practicing these skills.

Conclusion. Teaching students using virtual reality yields results not inferior to those of traditional teaching methods. This study confirms the possibility of using the Tracheostomy-VR simulator during practical lessons. The use of a

VR solution that is innovative and interactive has proven to be useful for training students in surgical intervention at the Department of Otorhinolaryngology.

Key words: training, virtual reality, simulation, tracheostomy

Conflicts of interest. The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding. There was no funding for this study

For citation: Vladimirova T.Yu., Baryshevskaya L.A., Kurenkov A.V., Chaplygin S.S., Nazaryan A.K. Peculiarities of practical training of students using modern simulation technologies in otorhinolaryngology. Head and neck. Russian Journal. 2023;11(2):15–24

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

Медицинское образование имеет тенденцию к преобразованию, происходящему под влиянием многих факторов, включая постоянно меняющуюся среду здравоохранения, новую роль врача, измененные общественные ожидания, быстро развивающуюся медицинскую науку и появление большого разнообразия педагогических методов, используемых при обучении. Изменения в общественных ожиданиях ставят безопасность пациентов на первый план и поднимают этические проблемы обучения студентов-медиков. Современный подход – обучение студентов при помощи симуляционных технологий, включая технологию виртуальной реальности, обеспечивает безопасную учебную среду без риска для пациентов или добровольцев.

Цель исследования. Сравнение эффективности традиционного обучения и обучения с применением виртуальных технологий.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 220 студентов института педиатрии и института клинической медицины Самарского государственного медицинского университета. Исследование было проведено на практическом занятии по теме «Клиническая анатомия, физиология и методы исследования гортани, трахеи, бронхов» на базе кафедры оториноларингологии им. акад. И.Б. Солдатов, а также в мультипрофильном аккредитационно-симуляционном центре с применением тренажера для интубации, трахеостомии, коникотомии. Для обучения на кафедре оториноларингологии использовался симулятор «Трахеостомия-VR» разработанный институтом инновационного развития СамГМУ. Все студенты в зависимости от применяемых методов обучения были распределены в 3 группы. В ходе практического занятия исследуемые заполняли анкеты, позволяющие оценить успешность выполнения практического навыка трахеостомии, а также степень погружения в виртуальную реальность. По результатам анкетирования было проведено сравнение между группами.

Результаты. Результаты анкетирования подтверждают улучшение выполнения практического навыка «трахеостомия» студентами всех групп. Однако у студентов 3-й группы, обучающихся с применением как традиционных методов, так и виртуальных технологий, отмечался более высокий балл ($1,2 \pm 0,3$ балла) по сравнению со студентами 1-й группы, в которой применялись только традиционные методики обучения. Использование виртуальной реальности позволило обеспечить реалистичное погружение в условия операционной. Кроме того, высокие оценки погружения демонстрируют, что никаких технических проблем с отработкой практических навыков у студентов не было.

Заключение. Обучение студентов с применением виртуальной реальности, дает результат не ниже по сравнению с традиционными методами обучения. Данные исследования подтверждают возможность применения симулятора «Трахеостомия-VR» во время практического занятия. Использование VR-решения, которое является инновационным и интерактивным, оказалось полезным для практического обучения студентов хирургическому вмешательству на кафедре оториноларингологии.

Ключевые слова: обучение, виртуальная реальность, симуляция, трахеостомия

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Владимирова Т.Ю., Барышевская Л.А., Куренков А.В., Чаплыгин С.С., Назарян А.К. Особенности практической подготовки студентов с использованием современных симуляционных технологий в оториноларингологии. Head and neck. Голова и шея. Российский журнал. 2023;11(2):15–24

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов

医学教育往往会受到许多因素的影响，包括不断变化的医疗环境、医生的新角色、不断变化的社会期望、快速发展的医学科学，以及教学中使用的各种教学方法的出现。社会期望的变化将患者安全置于首位，并引发了对医学生教学的伦理担忧。用包括虚拟现实技术在内的模拟技术培训学生的现代方法为患者或志愿者提供了一个安全的学习环境，没有风险。

研究目的：传统教学与虚拟技术教学效果的比较。

材料和方法：这项研究涉及萨马拉州立医科大学儿科研究所和临床医学研究所的220名学生。这项研究是在以俄罗斯科学院院士I.B.索尔达托夫命名的耳鼻喉科的基础上，在一堂题为“喉、气管、支气管的临床解剖学、生理学和研究方法”的实践课上进行的，也是在一个多侧面认证和模拟中心进行的，环状切开术。气管造口术VR模拟器由萨马拉州立医科大学创新发展研究所开发，用于耳鼻喉科的培训。根据所使用的教学方法，所有学生被分为三组。在实践课上，他们接受了问卷调查，以评估气管造口术的实践技能以及沉浸在虚拟现实中的程度。根据调查问卷的结果，对两组进行了比较。

结果：问卷调查的结果证实了所有组学生在气管造口术实践技能方面的表现都有所提高。然而，与仅使用传统教学方法的第一组学生相比，同时使用传统方法和虚拟技术的第三组学生的得分更高（ 1.2 ± 0.3 分）。虚拟现实的使用使得在手术室的条件下提供逼真的沉浸感成为可能。此外，高沉浸感分数表明学生在练习这些技能时没有技术问题。

结论：使用虚拟现实对学生进行教学，其效果不亚于传统教学方法。本研究证实了在实践中使用气管造口术VR模拟器的可能性。事实证明，使用创新和互动的VR解决方案对耳鼻喉科外科干预培训学生很有用。

关键词：培训、虚拟现实、模拟、气管造口术

利益冲突：提交人没有利益冲突需要声明。

基金：这项研究没有资金。

引用：Vladimirova T.Yu., Baryshevskaya L.A., Kurenkov A.V., Chaplygin S.S., Nazaryan A.K. Peculiarities of practical training of students using modern simulation technologies in otorhinolaryngology. *Head and neck. Russian Journal.* 2023;11(2):15–24

作者负责所提供数据的独创性，并有可能出版说明性材料——表格、图纸、患者照片。

Введение

Использование тренажеров и симуляторов становится неотъемлемой частью медицинского образования. В ряде проведенных исследований показана возможность отработки различных практических навыков студентами без привлечения пациентов, что в свою очередь дает возможность обучающимся в спокойной обстановке отработать практические навыки многократно их повторяя и совершенствуя, а преподавателю оценить уровень теоретической и практической подготовки [1–6]. В последние годы были разработаны различные компьютерные тренажеры, применяемые как на до-, так и на после-дипломном уровне образования [7–9]. Эти тренажеры и симуляторы были созданы для улучшения навыков студентов и ординаторов прежде чем они начнут взаимодействовать с реальными пациентами [10]. Число студентов в медицинских ВУЗах ежегодно растет, при этом образовательные ресурсы с точки зрения времени и пространства ограничены, и одним из возможных решений для улучшения практической подготовки является контроль выполнения ряда медицинских вмешательств в аккредитационно-симуляционных центрах, оснащенных различными тренажерами.

Одним из тренажеров, имеющимся в федеральном аккредитационном центре Самарского государственного университета, является «тренажер для интубации, трахеостомии, коникотомии», при помощи которого студенты могут отработать отдельные этапы операции «трахеостомия» [11, 25]. Умение

выполнять трахеостомию является неотъемлемым элементом обучения в медицинском ВУЗе и необходимо для врачей различных специальностей: анестезиологов-реаниматологов, оториноларингологов, онкологов, хирургов, челюстно-лицевых хирургов [12–15, 24]. Большая востребованность в освоении данного практического навыка не может в полном объеме быть реализована студентами на практическом занятии, проводимом на кафедре оториноларингологии и в условиях федерального аккредитационного центра с применением имеющихся манекенов и симуляторов. Дополнительная практика обучающихся медицинских вузов на кадаверном материале не всегда возможна в связи с Федеральным законом №323-ФЗ от 21.11.2011 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» [16]. Кроме того, временные рамки практического занятия ограничивают число повторений студентом хирургического навыка по трахеостомии, а преподаватель не всегда имеет возможность в равной степени уделить внимание каждому обучающемуся.

Одним из возможных решений для улучшения практической подготовки студентов медицинского университета является использование виртуальной реальности (VR), которая повышает реалистичность операции, обеспечивает возможность студентам самостоятельно, без временных рамок и ограничений в попытках, практиковаться уже на кафедре оториноларингологии [17]. Учитывая достижения в области компьютерных технологий, VR-симуляторы в медицинской области в последние годы были значительно улучшены и используются на различных

этапах отработки практических хирургических навыков, а также в диагностике и реабилитации [10] VR-технологии, позволяют оптимизировать медицинское образование, учитывая экономические, временные и кадровые ресурсы [18].

Цель исследования: провести сравнительный анализ эффективности обучения студентов на примере отработки практического навыка «трахеостомия» при использовании симуляционных технологий виртуальной реальности (далее VR) и традиционных методов обучения.

Материал и методы

В группу исследования вошли студенты 4-го курса института клинической медицины и института педиатрии. Всего в исследовании приняли участие 220 студентов Самарского государственного медицинского университета, из них 70 (31,8%) студентов института педиатрии СамГМУ (далее институт педиатрии) и 150 (68,2%) человек – института клинической медицины СамГМУ (далее институт клинической медицины).

Исследование проходило на клиническом практическом занятии на кафедре оториноларингологии им. акад. И.Б. Солдатова в рамках темы «Клиническая анатомия, физиология и методы исследования, гортани, трахеи, бронхов. Заболевания гортани». Согласно рабочей программе, на практическое занятие отводится 6 часов.

Участники исследования были разделены на 3 группы: 1-я группа: на занятии использовала тренажер для интубации, трахеостомии, коникотомии (далее манекен); 2-я группа проходила практическое занятие с использованием симулятора «Трахеостомия-VR»; 3-я группа проходила практическое занятие и использованием обоих тренажеров. Распределение студентов по группам представлено в табл. 1.

Практическое занятие у студентов 1-й группы проходило на базе кафедры оториноларингологии и федерального аккредитационного центра СамГМУ. В начале занятия студенты в течение 10 минут проходили контроль исходного уровня знаний при помощи анкеты «Уверенность в себе при выполнении этапов операции трахеостомии», разработанной сотрудниками кафедры на основании 5-балльной рейтинговой шкалы типа «likert», в которой ответы соответствовали уровню освоения практического навыка трахеостомии.

Перед самостоятельной работой на тренажере преподавателем кафедры был проведен инструктаж о выполнении манипуляции, разъяснение этапов выполнения трахеостомии, показано обучающее видео с ходом операции [19, 20], данный этап практического занятия занял 20 минут (далее – обучающий этап). Далее преподаватель продемонстрировал на манекене этап введения трахеотомической трубки в полость трахеи и

предоставил студентам возможность самостоятельно отработать данный навык – практическая часть занятия заняла 300 минут. По завершению практической части занятия участники вновь прошли анкетирование «Уверенность в себе при выполнении этапов операции трахеостомии» в течение 10 минут, результаты которого представлены для студентов института педиатрии – в табл. 2, для студентов института клинической медицины – в табл. 3.

Студенты 2-й группы проходили практическое занятие на базе кафедры оториноларингологии с применением симулятора «Трахеостомия-VR», разработанного институтом инновационного развития Самарского государственного медицинского университета. В начале занятия студенты также проходили контроль исходного уровня знаний при помощи анкеты «Уверенность в себе при выполнении этапов операции трахеостомии» с последующим проведением обучающего этапа занятия. Затем преподаватель кафедры провел мастер-класс по выполнению трахеостомии с использованием симулятора «Трахеостомия-VR». Отработка всех этапов трахеостомии выполнялась на виртуальном пациенте с использованием виртуальных версий медицинского инструментария. Инструкции о том, какую манипуляцию необходимо выполнить, как правильно выполнить тот или иной этап операции давали студенту в виде графической подсказки. При обучении студент видел в виртуальном сценарии какой именно инструмент необходимо взять для выполнения определенного этапа операции. При контроле усвоения практического навыка трахеостомии данная опция отключалась. Обратная связь в симуляторе реализовалась в виде отсутствия перехода на следующий этап операции без правильного выполнения предыдущего этапа (см. рисунок).

На данном этапе преподаватель не предоставлял никакой дополнительной помощи, за исключением случаев, когда были технические проблемы с VR-оборудованием или программным обеспечением. Практическая часть занятия продолжалась также 300 минут. По завершению практической части занятия студенты вновь проходили анкетирование «Уверенность в себе при выполнении этапов операции трахеостомии» (табл. 2, 3). Дополнительно студенты прошли опрос при помощи анкеты «Эффект присутствия и оценка погружения в VR-реальность» (табл. 4) и анкеты «Оценка работы VR-приложения Трахеостомия-VR» (табл. 5).

Последние 2 анкеты составлены по 5-балльной рейтинговой шкале типа «likert», в которой ответы соответствовали: 1 – очень слабо, 2 – слабо, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично (приложение 2) и 1 – отсутствие погружения, 2 – не ощутил погружения, 3 – безразличный, 4 – частичное погружение, 5 – полное погружение соответственно.

Таблица 1. Распределение студентов по группам
Table 1. Distribution of students into groups

| Группы <i>Groups</i> | Институт педиатрии <i>Institute of Pediatrics</i> | Институт клинической медицины <i>Institute of Clinical Medicine</i> | Всего <i>Total</i> |
|--|--|--|-----------------------|
| Группа 1, n (%) <i>Group 1, n (%)</i> | 20 (9) | 34 (15,5) | 54 (24,5) |
| Группа 2, n (%) <i>Group 2, n (%)</i> | 18 (8,2) | 70 (31,8) | 88 (40) |
| Группа 3, n (%) <i>Group 3, n (%)</i> | 32 (14,5) | 46 (21) | 78 (35,5) |
| Итого, n (%) <i>Total, n (%)</i> | 70 | 150 | 220 (100) |

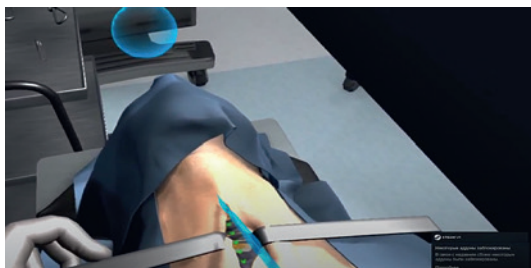


Рис. Визуальная демонстрация выполнения этапа операции
Fig. Visual demonstration of the operation step

Студенты 3-й группы проходили занятие на базе кафедры оториноларингологии с применением VR-симулятора и в условиях федерального аккредитационного центра СамГМУ. В начале практического занятия студенты в течение 10 минут проходили контроль исходного уровня знаний при помощи анкеты «Уверенность в себе при выполнении этапов операции трахеостомии». Далее проводился обучающий этап занятия. После этого преподаватель демонстрировал на манекене этап введения трахеотомической трубки в полость трахеи и предоставлял студентам возможность самостоятельно отработать данный навык. Следующим этапом преподаватель кафедры проводил мастер-класс по выполнению трахеостомии с использованием технологии виртуальной реальности с последующей самостоятельной отработкой студентами операции при помощи симулятора «Трахеостомия-VR». По завершению практической части занятия студенты проходили анкетирование с помощью анкет «Уверенность в себе при выполнении этапов операции трахеостомии» (табл. 2, 3), «Эффект присутствия и оценка погружения в VR-реальность» (табл. 4) и «Оценка работы VR-приложения «Трахеостомия-VR»» (табл. 5).

Статистический анализ полученных данных проводился с использованием лицензионного программного обеспечения: программы IBM SPSS Statistics, версия 1.0.0.1089. Нормальность распределения оценивали по критерию Колмогорова–Смирнова. Результаты описательной статистики для нормального распределения в таблицах представлены в виде $M \pm \delta$, где M – среднее значение, δ – стандартное отклонение.

Результаты

По результатам анкетирования у студентов института педиатрии минимальный прирост баллов после прохождения обучения по выполнению трахеостомии отмечался у студентов 1-й группы, прирост в выполнении этапа «ушивание краев раны» составил всего 0,1 балла, что не является статистически значимым. Все студенты института педиатрии на этапе входного контроля оценили уверенность выполнения этапа «разрез кожи» в $1,1 \pm 0,1$ балла, после прохождения обучения на симуляторе-VR и совмещении двух видов подготовки прирост баллов у студентов 2-й и 3-й групп составил 1,3 и 2,3 балла соответственно в отличие от студентов 1-й группы, где прирост составил всего 0,2 балла. Одинаковый прирост баллов отмечался в 1-й и 2-й группах студентов на этапах «разведение краев раны» и «смещение щитовидной железы», при этом у студентов 3-й группы на этих же этапах отмечался прирост в 0,5 раза больше. Отметим, что прирост баллов в 1-й группе студентов не превысил в среднем одного балла (от 0,1 до 0,8 балла), тогда как во 2-й и 3-й группах

студентов этот балл оказался больше одного: от 1,7 до 2,3 балла соответственно (табл. 2).

У студентов института клинической медицины также отмечался минимальный прирост баллов в 1-й группе, максимальный балл в этой группе составил 0,8 балла. Однако у студентов данного института не отмечались статистически незначимые баллы. Все студенты института на этапе входного контроля также оценили уверенность выполнения этапа «разрез кожи» в $1,1 \pm 0,1$ балла, после прохождения обучения на симуляторе-VR и совмещении двух видов подготовки прирост баллов составил 1,6 и 2,6 балла соответственно. Схожий между собой прирост баллов отмечался на этапах «разведение краев раны», «смещение щитовидной железы», «использование острозубого крючка» и «разрез трахеи» во всех группах. Максимальный прирост баллов отмечался на этапах «удаление острозубого крючка» и «разрез кожи». Так, на этапе «удаление острозубого крючка» минимальный прирост наблюдался у студентов 1-й группы и составлял всего 0,3 балла, тогда как у студентов 3-й группы этот прирост составил 1,8 балла, на этапе «разрез кожи» прирост в 1-й группе составил 0,4 балла, а у студентов 3-й группы – 2,6 балла. Прирост баллов у студентов 3-й группы составил не менее одного балла и был статистически значимым (табл. 3).

Дополнительно у студентов 2-й и 3-й групп проведено анкетирование по эффекту присутствия и оценки погружения в виртуальную реальность (табл. 4, 5). После прохождения обучения на симуляторе «Трахеостомия-VR» все студенты оценили соответствие анатомического строения гортани и шеи в $4,0 \pm 0,1$ балла, что является весьма высокой оценкой. Студенты института клинической медицины в большей степени оценили развитие навыков использования оториноларингологического инструментария по сравнению со студентами института педиатрии. Реализм симулятора тренажера участники обеих групп института клинической медицины оценили одинаково высоко, тогда как у студентов института педиатрии в 3-й группе оценка в баллах была выше по сравнению со студентами 2-й группы: $4,2 \pm 0,2$ и $3,9 \pm 0,2$ балла соответственно. Все студенты посчитали тренажер «Трахеостомия-VR» пригодным для обучения студентов, однако итоговая оценка у студентов института педиатрии оказалась выше в отличие от студентов института клинической медицины.

В целом студенты институтов оценили степень погружения в виртуальную реальность следующими баллами: $3,4 \pm 0,2$ балла у студентов института педиатрии, $3,7 \pm 0,2$ балла у студентов института клинической медицины.

По результатам опроса «Оценка работы VR-приложения «Трахеостомия-VR»» студенты института педиатрии и института клинической медицины одинаково оценили работу приложения «Трахеостомия-VR» в $3,4 \pm 0,3$ балла (табл. 5).

Все студенты ощущали максимальное присутствие в виртуальном пространстве, так, минимальный балл в вопросе «я ощущал присутствие в виртуальном пространстве» составил $4,6 \pm 0,1$ балла у студентов 2-й группы института клинической медицины, тогда как у студентов всех остальных групп средний балл составил $4,9 \pm 0,1$. Студенты института клинической медицины в большей степени ощутили «выполнение действий от первого лица» по сравнению со студентами института педиатрии. При оценке погружения в виртуальную среду, все студенты обращали внимание на реальность окружающей обстановки, средний балл в данном вопросе составил $3,1 \pm 0,3$.

Таблица 2. Результаты анкетирования «Уверенность в себе при выполнении этапов операции трахеостомия» студентов института педиатрии (в баллах)
Table 2. Results of the questionnaire “Self-confidence while performing the steps of tracheostomy procedure” of students of the Institute of Pediatrics (in points)

| Этапы операции Procedure steps | 1-я группа Group 1 | | | 2-я группа Group 2 | | | 3-я группа Group 3 | | |
|---|-----------------------|----------------|-----------------|-----------------------|----------------|-----------------|-----------------------|----------------|-----------------|
| | До Before | После After | Прирост Gain | До Before | После After | Прирост Gain | До Before | После After | Прирост Gain |
| Разрез кожи Skin incision | 1,1±0,1 | 1,3±0,3 | 0,2 | 1,1±0,1 | 2,4±0,3 | 1,3 | 1,1±0,1 | 3,4±0,2 | 2,3 |
| Разведение краев Margin separation | 3,1±0,3 | 3,9±0,3 | 0,8 | 3,1±0,3 | 3,9±0,3 | 0,8 | 2,7±0,3 | 3,9±0,3 | 1,2 |
| Разрез по белой линии шеи Incision along the linea alba of the neck | 1,6±0,3 | 1,9±0,3 | 0,3 | 1,8±0,3 | 2,6±0,3 | 0,8 | 1,7±0,3 | 3,5±0,3 | 1,8 |
| Рассечение трахеи Trachea dissection | 1,7±0,2 | 1,9±0,2 | 0,2 | 1,6±0,2 | 2,8±0,2 | 1,2 | 1,6±0,2 | 3,8±0,2 | 1,6 |
| Смещение щитовидной железы Thyroid dislocation | 2,1±0,4 | 2,9±0,3 | 0,8 | 2,1±0,4 | 2,9±0,3 | 0,8 | 2,0±0,4 | 3,9±0,3 | 1,9 |
| Использование острозубого крючка Using a sharp hook | 1,9±0,4 | 2,5±0,2 | 0,6 | 1,8±0,2 | 3,4±0,2 | 1,6 | 1,8±0,2 | 3,7±0,2 | 1,9 |
| Разрез трахеи Tracheal incision | 2,0±0,2 | 2,2±0,3 | 0,2 | 2,0±0,2 | 3,2±0,3 | 1,2 | 1,9±0,2 | 3,2±0,3 | 1,3 |
| Разведение трахеи (расширителем Труссо) Tracheal dilatation (with Trousseau dilator) | 2,3±0,4 | 2,9±0,4 | 0,6 | 2,3±0,3 | 3,0±0,3 | 0,7 | 2,0±0,3 | 3,6±0,3 | 1,6 |
| Удаление острозубого крючка Removing the sharp hook | 1,7±0,1 | 1,9±0,2 | 0,2 | 1,8±0,2 | 3,0±0,2 | 1,2 | 1,8±0,2 | 3,7±0,2 | 1,9 |
| Установка канюли Люшера Installation of a Lusher cannula | 2,1±0,2 | 2,6±0,3 | 0,5 | 2,3±0,2 | 4,0±0,3 | 1,7 | 2,3±0,2 | 4,2±0,3 | 1,9 |
| Ушивание краев раны Suturing of the wound edges | 2,5±0,3 | 2,6±0,3 | 0,1*1 | 2,5±0,3 | 4,2±0,2 | 1,7 | 2,3±0,3 | 4,2±0,2 | 1,9 |
| Завершение операции Completing the operation | 2,7±0,1 | 3,2±0,3 | 0,5 | 2,6±0,2 | 4,0±0,3 | 1,4 | 2,6±0,2 | 4,4±0,3 | 1,8 |

Таблица 3. Результаты анкетирования «Уверенность в себе при выполнении этапов операции трахеостомия» студентов института клинической медицины (в баллах)
Table 3. Results of the questionnaire “Self-confidence while performing the steps of tracheostomy procedure” of students of the Institute of Clinical Medicine (in points)

| Этапы операции Procedure steps | 1-я группа Group 1 | | | 2-я группа Group 2 | | | 3-я группа Group 3 | | |
|---|-----------------------|----------------|-----------------|-----------------------|----------------|-----------------|-----------------------|----------------|-----------------|
| | До Before | После After | Прирост Gain | До Before | После After | Прирост Gain | До Before | После After | Прирост Gain |
| Разрез кожи Skin incision | 1,1±0,1 | 1,5±0,1 | 0,4 | 1,1±0,1 | 2,7±0,1 | 1,6 | 1,1±0,1 | 3,7±0,2 | 2,6 |
| Разведение краев Margin separation | 3,5±0,1 | 4,3±0,1 | 0,8 | 3,5±0,1 | 4,2±0,1 | 0,7 | 2,9±0,1 | 4,2±0,2 | 1,3 |
| Разрез по белой линии шеи Incision along the linea alba of the neck | 1,9±0,2 | 2,9±0,2 | 1 | 1,9±0,2 | 3,9±0,2 | 2 | 1,8±0,2 | 3,9±0,2 | 2,1 |
| Рассечение трахеи Trachea dissection | 2,1±0,2 | 2,5±0,2 | 0,4 | 2,3±0,2 | 3,8±0,2 | 1,5 | 1,7±0,2 | 3,8±0,2 | 2,1 |
| Смещение щитовидной железы Thyroid dislocation | 2,7±0,3 | 3,5±0,4 | 0,8 | 2,6±0,3 | 3,5±0,4 | 0,9 | 2,2±0,3 | 3,5±0,4 | 1,3 |
| Использование острозубого крючка Using a sharp hook | 2,6±0,1 | 3,6±0,4 | 1 | 2,2±0,1 | 3,6±0,4 | 1,4 | 1,9±0,2 | 4,0±0,4 | 1,1 |
| Разрез трахеи Tracheal incision | 2,5±0,3 | 3,2±0,3 | 0,7 | 2,3±0,2 | 3,2±0,3 | 0,9 | 2,3±0,2 | 3,5±0,3 | 1,2 |
| Разведение трахеи (расширителем Труссо) Tracheal dilatation (with Trousseau dilator) | 2,7±0,2 | 3,2±0,2 | 0,5 | 2,6±0,3 | 3,8±0,2 | 1,2 | 2,2±0,3 | 3,8±0,2 | 1,6 |
| Удаление острозубого крючка Removing the sharp hook | 2,1±0,1 | 2,4±0,1 | 0,3 | 2,1±0,1 | 3,7±0,2 | 1,6 | 1,9±0,1 | 3,7±0,2 | 1,8 |
| Установка канюли Люшера Installation of a Lusher cannula | 2,7±0,3 | 3,1±0,2 | 0,4 | 2,6±0,3 | 4,2±0,2 | 1,8 | 2,3±0,3 | 4,3±0,2 | 2 |
| Ушивание краев раны Suturing of the wound edges | 3,9±0,6 | 4,2±0,3 | 0,3 | 3,4±0,3 | 4,4±0,3 | 1 | 2,9±0,2 | 4,4±0,3 | 1,5 |
| Завершение операции Completing the operation | 3,1±0,1 | 3,9±0,1 | 0,8 | 3,0±0,1 | 4,2±0,3 | 1,2 | 3,0±0,1 | 4,6±0,3 | 1,6 |

Таблица 4. Результаты анкетирования «Эффект присутствия и оценка погружения в VR-реальность» студентов 2 группы (в баллах)
 Table 4: Results of the questionnaire “The effect of presence and assessment of immersion in VR-reality” of Group 2 students (in points)

| Вопрос/утверждение <i>Question/Assertion</i> | Институт педиатрии <i>Institute of Pediatrics</i> | | Институт клинической медицины <i>Institute of Clinical Medicine</i> | |
|---|--|------------------------------|--|------------------------------|
| | 2-я группа <i>Group 2</i> | 3-я группа <i>Group 3</i> | 2-я группа <i>Group 2</i> | 3-я группа <i>Group 3</i> |
| Соответствие анатомическому строению гортани и шеи <i>Correspondence to the anatomical structure of the larynx and neck</i> | 4,0±0,3 | 4,1±0,3 | 4,1±0,2 | 4,1±0,2 |
| Реалистичность выполнения практических навыков <i>Realistic performance of practical skills</i> | 3,9±0,3 | 4,0±0,3 | 4,3±0,2 | 4,4±0,2 |
| Имитация алгоритма выполнения операции <i>Simulation of the operation execution algorithm</i> | 4,8±0,2 | 4,8±0,3 | 4,9±0,1 | 4,9±0,2 |
| Удобство для обучающегося <i>Convenience for the trainee</i> | 4,0±0,2 | 4,1±0,2 | 3,9±0,2 | 4,2±0,2 |
| Реализм симулятор-тренажера <i>Simulator realism</i> | 3,9±0,2 | 4,2±0,2 | 4,4±0,3 | 4,4±0,3 |
| Развитие навыка по использованию оториноларингологического инструментария <i>Development of skill in the use of otorhinolaryngological instruments</i> | 3,8±0,2 | 3,8±0,2 | 4,1±0,1 | 4,1±0,1 |
| Отработка этапов операции: <i>Practicing the steps of the operation:</i> | | | | |
| Разрез кожи <i>Skin incision</i> | 2,4±0,3 | 3,4±0,2 | 2,7±0,1 | 3,7±0,2 |
| Разведение краев <i>Margin separation</i> | 3,9±0,3 | 3,9±0,3 | 4,2±0,1 | 4,2±0,2 |
| Разрез по белой линии шеи <i>Incision along the linea alba of the neck</i> | 2,6±0,3 | 3,5±0,3 | 3,9±0,2 | 3,9±0,2 |
| Рассечение трахеи <i>Trachea dissection</i> | 2,8±0,2 | 3,8±0,2 | 3,8±0,2 | 3,8±0,2 |
| Смещение щитовидной железы <i>Thyroid dislocation</i> | 2,9±0,3 | 3,9±0,3 | 3,5±0,4 | 3,5±0,4 |
| Использование острозубого крючка <i>Using a sharp hook</i> | 3,4±0,2 | 3,7±0,2 | 3,6±0,4 | 4,0±0,4 |
| Разрез трахеи <i>Tracheal incision</i> | 3,2±0,3 | 3,2±0,3 | 3,2±0,3 | 3,5±0,3 |
| Разведение трахеи (расширителем Труссю) <i>Tracheal dilatation (with Trousseau dilator)</i> | 3,0±0,3 | 3,6±0,3 | 3,8±0,2 | 3,8±0,2 |
| Удаление острозубого крючка <i>Removing the sharp hook</i> | 3,0±0,2 | 3,7±0,2 | 3,7±0,2 | 3,7±0,2 |
| Установка канюли Люшера <i>Installation of a Lusher cannula</i> | 4,0±0,3 | 4,2±0,3 | 4,2±0,2 | 4,3±0,2 |
| Ушивание краев раны <i>Suturing of the wound edges</i> | 4,2±0,2 | 4,2±0,2 | 4,4±0,3 | 4,4±0,3 |
| Завершение операции <i>Completing the operation</i> | 4,0±0,3 | 4,4±0,3 | 4,2±0,3 | 4,6±0,3 |
| Восприятие глубины при выполнении трахеостомии <i>Perception of depth when performing a tracheostomy</i> | 3,5±0,3 | 3,9±0,3 | 3,7±0,2 | 4,0±0,2 |
| Развитие координации и точности движений обучающегося <i>Development of coordination and accuracy of movements of the student</i> | 3,1±0,1 | 3,5±0,2 | 3,0±0,1 | 3,5±0,1 |
| Развитие навыков по экстренным и неотложным манипуляциям при патологии, приводящей к нарушению дыхательной функции в оториноларингологии <i>Development of skills in urgent and emergency manipulations for disorders of respiratory function in otorhinolaryngology</i> | 3,1±0,2 | 3,3±0,2 | 3,7±0,3 | 3,7±0,3 |
| Необходимость для тренировки ординаторов <i>Required for the training of residents</i> | 4,0±0,2 | 4,0±0,2 | 3,9±0,3 | 4,2±0,3 |
| Необходимость для тренировки студентов <i>Required for the training of students</i> | 4,7±0,2 | 4,5±0,2 | 4,1±0,3 | 4,1±0,3 |
| Необходимость обучения врачей общей практики <i>Required for the training of general practitioners</i> | 3,1±0,3 | 3,1±0,3 | 2,7±0,2 | 3,4±0,2 |
| Возможность использования при проведении первичной специализированной аккредитации <i>Possibility to use for initial specialized accreditation</i> | 3,6±0,3 | 3,6±0,3 | 3,5±0,2 | 3,5±0,2 |

Таблица 5. Результаты анкеты «Оценка работы VR-приложения Трахеостомия-VR» у студентов (в баллах)
 Table 5. Results of the questionnaire «Assessment of the VR application Tracheostomy-VR» among students (in points)

| Вопрос/утверждение <i>Question/Assertion</i> | Институт педиатрии <i>Institute of Pediatrics</i> | | Институт клинической медицины <i>Institute of Clinical Medicine</i> | |
|---|--|------------------------------|--|------------------------------|
| | 2-я группа <i>Group 2</i> | 3-я группа <i>Group 3</i> | 2-я группа <i>Group 2</i> | 3-я группа <i>Group 3</i> |
| В компьютерном мире у меня было чувство «пребывания там» <i>In the computer world, I had a sense of "being there"</i> | 3,7±0,3 | 4,2±0,3 | 4,1±0,2 | 4,1±0,2 |
| Я почувствовал, что виртуальный мир окружил меня <i>I felt that the virtual world surrounded me</i> | 3,1±0,3 | 3,1±0,3 | 3,1±0,1 | 3,5±0,1 |
| Мне казалось, что я просто смотрю на фотографии <i>I felt like I was just looking at pictures</i> | 1,0±0,3 | 1,0±0,3 | 0,9±0,2 | 0,9±0,2 |
| Я не ощущал присутствия в виртуальном пространстве <i>I did not feel a presence in virtual space</i> | 1,1±0,2 | 1,0±0,2 | 1,2±0,2 | 1,1±0,2 |
| У меня было ощущение выполнения действий от первого лица в виртуальном пространстве <i>I had the feeling of performing first-person actions in a virtual space</i> | 4,4±0,4 | 4,4±0,4 | 4,7±0,3 | 4,7±0,2 |
| Я ощущал присутствие в виртуальном пространстве <i>I felt a presence in virtual space</i> | 4,9±0,1 | 4,9±0,1 | 4,6±0,1 | 4,9±0,1 |
| Я не отдавал себе отчета о РЕАЛЬНОЙ окружающей среде <i>I was not aware of the REAL environment</i> | 3,2±0,2 | 3,4±0,2 | 3,3±0,3 | 3,5±0,3 |
| Я по-прежнему обращал внимание на РЕАЛЬНУЮ окружающую среду <i>I was still aware of the REAL environment</i> | 3,3±0,4 | 3,0±0,4 | 3,1±0,2 | 3,1±0,2 |
| Я был полностью «погружен» в виртуальный мир <i>I was completely "immersed" in the virtual world</i> | 3,7±0,2 | 3,9±0,2 | 4,1±0,1 | 4,1±0,1 |
| Насколько реальным Вам казался виртуальный мир <i>How real did the virtual world seem to you</i> | 4,1±0,2 | 4,2±0,2 | 4,5±0,3 | 4,5±0,3 |
| Насколько Ваши впечатления в виртуальной среде соответствовали вашим впечатлениям в реальном мире <i>To what extent did your experience in the virtual environment match your experience in the real world</i> | 4,5±0,4 | 4,5±0,4 | 3,9±0,3 | 4,8±0,3 |
| <i>The virtual world seemed more realistic than the real world.</i> | 3,7±0,1 | 4,2±0,1 | 4,1±0,2 | 4,3±0,2 |

Обсуждение

Результаты проведенного исследования показали, что обучение студентов с использованием технологии виртуальной реальности не уступает традиционному формату обучения и даже имеет преимущество для отработки практического навыка трахеостомии.

Результаты анкетирования показывают, что симулятор «Трахеостомия-VR» позволяет воспроизвести достаточную степень реалистичности выполнения трахеостомии в условиях операционной. Кроме того, высокие оценки погружения демонстрируют, что технических проблем с отработкой практического навыка у студентов не было, что является признаком высокого качества созданного симулятора.

Использование симулятора «Трахеостомия-VR» на кафедре оториноларингологии им. акад. И.Б. Солдатова позволило студентам хорошо освоить практический навык трахеостомии, дополнительное использование технологии виртуальной реальности позволило обучающимся практиковать навык многократно в обширной и повторяющейся среде с качественной обратной связью без привлечения дополнительных тренажеров и симуляторов. Применение обратной связи во время обучения имеет большое значение, позволяя студентам повысить производительность, учиться на своих ошибках. Как и в нашем исследовании, в большинстве предыдущих исследований, которые сравнивали традиционное и VR-обучение, подчеркнут энтузиазм студентов при работе в VR-среде [21-23]. Однако в предыдущих исследованиях не рассматривался вариант применения VR-обучения совместно

с традиционным, что определяет актуальность проведенного исследования.

Предложенная система обучения с использованием симулятора «Трахеостомия-VR» имеет некоторые ограничения, особенно для тренировочных ситуаций, в которых требуются точные движения рук (например, разрез, установка крючков, введение трахеостомической трубки). Эти этапы можно отработать при помощи манекена в условиях федерального аккредитационного центра. Кроме того, обучение с использованием технологии виртуальной реальности не обеспечивает освоения навыка общения с пациентом. Таким образом, использование современных симуляторов с VR только дополняет другие формы традиционного обучения студентов медицинского ВУЗа.

Проведенное исследование подтвердило, что обучение с использованием технологий виртуальной реальности дает результат освоения практического навыка по выполнению трахеостомии не ниже обучения с использованием традиционных методов.

Выводы

По результатам анкетирования «Уверенность в себе при выполнении операции трахеостомии» студенты института клинической медицины и института педиатрии имели базовый уровень знаний этапов операции трахеостомии. После прохождения обучения оценка уверенности у студентов оказалась выше по сравнению с начальным этапом. По данным итогового анкетирования, показатели этапов выполнения

трахеостомии улучшились во всех группах студентов обоих институтов, однако больший прирост был в 3-й группе студентов, совмещающих обучение на манекене и симуляторе «Трахеостомия-VR». Данные анкетирования «Оценка работы VR-приложения Трахеостомия-VR» показали, что студенты посчитали разработанный симулятор пригодным для отработки техники операции трахеостомии и понимания теоретических основ проведения операции. Студенты обоих институтов оценили уровень реалистичности симулятора «Трахеостомия-VR» как «удовлетворительный», что подтверждает возможность использования VR-симулятора в учебном процессе реализуемом на кафедре оториноларингологии.

Самостоятельная подготовка в виртуальной среде с использованием симулятора «Трахеостомия-VR» продемонстрировала результат обучения не ниже по сравнению с самостоятельной практикой студентов с использованием манекена «Тренажер для интубации, трахеостомии, коникотомии» во время клинического практического занятия. Все это подтверждает важность использования нового симулятора с использованием технологий VR для обучения студентов выполнению трахеостомии.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Barsuk J.H., Cohen E.R., Caprio T, et al. Simulation-based education with mastery learning improves residents' lumbar puncture skills. *Neurology*. 2012;79(2):132–37.
- Handeland J.A., Prinz A., Ekra E.M.R., Fossum M. The role of manikins in nursing students' learning: A systematic review and thematic metasynthesis. *Nurse Educ. Today*. 2021;98:104661. Doi: 10.1016/j.nedt.2020.104661.
- Koshmaganbetova G.K., Kurmangalieva S.S. The effectiveness of using simulation to teach heart auscultation skills in medical students. *Vestnik KazNMU*. 2018;3. [Кошмаганбетова Г.К., Курмангалиева С.С. Эффективность использования симуляции для обучения навыкам аускультации сердца у студентов-медиков Вестник КазНМУ. 2018;3 (In Russ)]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-simulyatsii-dlya-obucheniya-navykam-auskultatsii-serdtsa-u-studentov-medikov>.
- Kolesnikova E.A., Makhmutkhodzhaev A.Sh., Ripp E.G. Medical simulation in obstetrics and gynecology. *MiD*. 2015;1. [Колесникова Е.А., Махмутходжаев А.Ш., Рипп Е.Г. Медицинская симуляция в акушерстве и гинекологии. *МиД*. 2015;1. (In Russ.)] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/meditsinskaya-simulyatsiya-v-akusherstve-i-ginekologii>.
- Teplova N.N., Zaikov A.A., Pozdeyeva N.V. Computer simulators-mannequins for cardiopulmonary resuscitation and their use in teaching students, residents and doctors. *Vjatskij medicinskij vestnik*. 2017;1(53). [Теплова Н.Н., Зайков А.А., Поздеева Н.В. Компьютерные симуляторы-манекены для сердечно-легочной реанимации и их использование в обучении студентов, ординаторов и врачей. *Вятский медицинский вестник*. 2017;1(53) (In Russ.)]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternye-simulyatory-manekeny-dlya-serdechno-legochnoy-reanimatsii-i-ih-ispolzovanie-v-obuchanii-studentov-ordinatorov-i-vrachey>.
- Gadzhiev N.K., Mishchenko A.A., Britov V.P., et al. Creating a simulator model for practicing the skill of puncture of the renal cavity system under ultrasound control. *Vestnik urologii*. 2021;1. [Гаджиев Н.К., Мищенко А.А., Бритов В.П. и др. Создание модели тренажера для отработки навыка пункции полостной системы почки под ультразвуковым контролем. *Вестник урологии*. 2021;1. (In Russ.)] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sozdanie-modeli-trenazhjera-dlya-otrabotki-navyka-punkticii-polostnoy-sistemy-pochki-pod-ultrazvukovym-kontrolem>.
- Kelly J., Iyengar A., Patrick W., et al. Cardiac surgery simulation – Part 1: Basic Surgical Skills. *Multimed. Man Cardiothorac. Surg*. 2020;2020. Doi: 10.1510/mmets.2020.073.
- Martins Neto F., Moura Júnior L.G., Rocha H.A.L., et al. Development and validation of a simulator for teaching minimally invasive thoracic surgery in Brazil. *Acta Cir. Bras*. 2021;36(5). Doi: 10.1590/ACB360508.
- Souza J.R.F., Barros Filho E.M., Jucá C.E.B., Rolim J.P.M.L. Endovascular technique simulator for Neuroradiology learning. *Arq Neuropsiquiatr*. 2020;78(9):535–40. Doi: 10.1590/0004-282X20200028.
- Bakhos D., Galvin J., Aoustin J.M., et al. Training outcomes for audiology students using virtual reality or traditional training methods. *PLoS One*. 2020;15(12). Doi: 10.1371/journal.pone.0243380.
- Raimonde A.J., Westhoven N., Winters R. Tracheostomy. 2021 Jun 24. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan.
- Gelfand B.R., Saltanov A.I. Intensive therapy: national guidelines. M., 2011. pp. 261–3. 960 p. [Гельфанд Б.Р., Салтанов А.И. Интенсивная терапия: национальное руководство. М., 2011. С. 261–3. 960 с. (In Russ)].
- Kolesnikov V. N., Khanamirov A.A., Dashevsky S. et al. Tracheostomy in patients in the intensive care unit: the current state of the problem. *Glavvrach Juga Rossii*. 2017;4(57). [Колесников В. Н., Ханамиров А.А., Дашевский С. и др. Трахеостомия у пациентов в отделении реанимации: современное состояние проблемы. *Главврач Юга России*. 2017;4(57). (In Russ.)] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/traheostomiya-u-patsientov-v-otdelenii-reanimatsii-sovremennoe-sostoyanie-problemy>.
- Pismenniy V.I., Pismenniy I.V., Zotov O.A., etc. Tracheostomy as an unsolved problem in surgical practice. *Fundamentalnye issledovaniya*. 2013;3–2:365–8. [Письменный В.И., Письменный И.В., Зотов О.А. и др. Трахеостомия как нерешенная проблема в хирургической практике. *Фундаментальные исследования*. 2013;3–2:365–8 (In Russ.)]. URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=31344>.
- Chernov N.V. Functional and oncological aspects of tracheotomy and tracheostomy in patients with laryngeal cancer. Diss. Candidate of Medical Sciences. M., 2007. [Чернов Н.В. Функциональные и онкологические аспекты трахеотомии и трахеостомии у больных раком гортани. Дисс. канд. мед. наук. М., 2007 (In Russ.)]. URL: <https://minzdrav.gov.ru/documents/7025-federalnyy-zakon-ot-21-noyabrya-2011-g-323-fz-ob-osnovah-ohrany-zdorovya-grazhdan-v-rossiyskoy-federatsii>.
- Andersen S.A. Virtual reality simulation training of mastoidectomy - studies on novice performance. *Dan. Med. J*. 2016;63(ss).
- Pottle J. Virtual reality and the transformation of medical education. *Future Healthc. J*. 2019;6(3):181–5. Doi: 10.7861/fhj.2019-0036. URL: <https://youtu.be/wnh9RsmIf-4>.
- URL: <https://youtu.be/opiTs5HHQDs>.
- Berg H., Steinsbekk A. Is individual practice in an immersive and interactive virtual reality application non-inferior to practicing with traditional equipment in learning systematic clinical observation? A randomized controlled trial. *BMC. Med. Educ*. 2020;20(1):123. Doi: 10.1186/s12909-020-02030-7.
- Kockro R.A., Amaxopoulou C., Killeen T., et al. Stereoscopic neuroanatomy lectures using a three-dimensional virtual reality environment. *Ann. Anat*. 2015;201:91–8. Doi: 10.1016/j.aanat.2015.05.006.
- Schwebel D.C., Severson J, He Y., McClure L.A. Virtual reality by mobile smartphone: improving child pedestrian safety. *Inj. Prev*. 2017;23(5):357. Doi: 10.1136/injuryprev-2016-042168.
- Naumenko E.V. Stab wound of the neck. Treatment in a city hospital (a case from practice). *Vestnik novykh medicinskih tehnologij. Electronic edition*. 2014. №1. [Науменко Э.В. Колото-резаное ранение шеи. Лечение в условиях городского стационара (случай из практики). *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2014. №1. (In Russ.)].

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/koloto-rezanie-ranenie-sheilechenie-v-usloviyah-gorodskogo-statsionara-sluchay-iz-praktiki>.

25. Egorov V.I., Mustafaev D.M.O., Kochneva A.O., Komarova J.E. Tracheostomy in patients with COVID-19. *RO. 2020;5(108)*. [Егоров В.И., Мустафаев Д.М.О., Кочнева А.О., Комарова Ж.Е. Трахеостомия у пациентов с COVID-19. *РО. 2020;5(108)*. (In Russ.)]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tracheostomiya-u-patsientov-s-covid-19>.

Поступила 01.09.2021

Получены положительные рецензии 01.09.22

Принята в печать 15.11.22

Received 01.09.2021

Positive reviews received 01.09.22

Accepted 15.11.22

Вклад авторов: Т.Ю. Владимирова – концепция и дизайн исследования, научное редактирование статьи, утверждение рукописи для публикации. Л.А. Барышевская – научное редактирование статьи. А.В. Куренков – написание текста статьи, получение данных, анализ и интерпретация результатов, обзор публикаций по теме статьи. С.С. Чаплыгин – научное редактирование статьи. А.К. Назарян – научное консультирование.

Authors' contribution: T. Yu. Vladimirova – concept and design of the study, scientific editing of the article, approval of the manuscript for publication. L.A. Baryshevskaya – scientific editing of the article. A.V. Kurenkov – paper writing, data acquisition, analysis and interpretation of results, review of publications on the topic of the article. S.S. Chaplygin – scientific editing of the article. A.K. Nazaryan – scientific consultation.

Информация об авторах:

Владимирова Татьяна Юльевна – д.м.н., доцент, заведующая кафедрой оториноларингологии им. акад. И.Б. Солдатова ФГБОУ ВО Самарский государственный медицинский университет Минздрава РФ. Адрес: 443099 Самара, ул. Чапаевская 89; e-mail: t.yu.vladimirova@samsmu.ru. ORCID: 0000-0003-1221-5589.

Барышевская Людмила Андреевна – к.м.н., доцент ФГБОУ ВО Самарский государственный медицинский университет Минздрава РФ. Адрес: 443099 Самара, ул. Чапаевская 89; e-mail: l.a.baryshevskaya@samsmu.ru. ORCID: 0000-0003-4528-9883.

Куренков Александр Валерьевич – ассистент кафедры, заведующий учебной частью, ФГБОУ ВО Самарский государственный медицинский университет Минздрава РФ. Адрес: 443099 Самара, ул. Чапаевская 89; e-mail: a.v.kurenkov@samsmu.ru. ORCID: 0000-0002-8385-6407.

Чаплыгин Сергей Сергеевич – к.м.н., доцент ФГБОУ ВО Самарский государственный медицинский университет Минздрава РФ, директор института инновационного развития. Адрес: 443099 Самара, ул. Чапаевская 89; e-mail: s.s.chaplygin@samsmu.ru. ORCID: 0000-0002-9027-6670.

Назарян Айкуш Карловна – к.м.н., доцент кафедры оперативной хирургии и клинической анатомии с курсом инновационных технологий ФГБОУ ВО Самарский государственный медицинский университет Минздрава РФ. Адрес: 443099 Самара, ул. Чапаевская 89; e-mail: a.k.nazaryan@samsmu.ru. ORCID: 0000-0002-5920-6690.

Information about the authors:

Tatyana Yulievna Vladimirova – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Otorhinolaryngology named after Academician of the Russian Academy of Sciences I.B. Soldatov, Samara State Medical University of the Ministry of Health of Russia. Address: 443099 Samara, Chapaevskaya str. 89; e-mail: t.yu.vladimirova@samsmu.ru. ORCID: 0000-0003-1221-5589.

Ljudmila Andreevna Baryshevskaya – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Samara State Medical University of the Ministry of Health of Russia. Address: 443099 Samara, Chapaevskaya St. 89; e-mail: l.a.baryshevskaya@samsmu.ru. ORCID: 0000-0003-4528-9883.

Aleksandr Valerievich Kurenkov – Assistant of the Department, Head of the Educational Affairs, Samara State Medical University of the Ministry of Health of Russia. Address: 443099 Samara, Chapaevskaya st. 89; e-mail: a.v.kurenkov@samsmu.ru. ORCID: 0000-0002-8385-6407.

Sergey Sergeevich Chaplygin – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Director of the Institute of Innovative Development, Samara State Medical University of the Ministry of Health of Russia. Address: 443099 Samara, Chapaevskaya st. 89; e-mail: s.s.chaplygin@samsmu.ru. ORCID: 0000-0002-9027-6670.

Aykush Karlovna Nazaryan – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Operative Surgery and Clinical Anatomy with the Innovative Technologies Course, Samara State Medical University of the Ministry of Health of Russia. Address: 443099 Samara, Chapaevskaya st. 89; e-mail: a.k.nazaryan@samsmu.ru. ORCID: 0000-0002-5920-6690.