

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СИМУЛЯЦИОННЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ И ОРДИНАТОРОВ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МАНУАЛЬНЫМ НАВЫКАМ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Мокренко Е.В.¹, Галонский В.Г.², Алешкин И.Г.¹, Макарова П.А.¹, Газинский В.В.¹

¹ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России,
Иркутск, e-mail: polya.makarova.2000@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого»
Минздрава России, Красноярск, e-mail: gvg73@mail.ru

Современная концепция подготовки врачей-стоматологов в медицинских высших учебных заведениях требует создания дополнительных структурных подразделений, таких как, симуляционные центры, которые представляют собой специализированные учебные площадки, где студенты и ординаторы могут отрабатывать практические навыки в воссозданных на фантомах клинических условиях. Однако, в российской системе высшего медицинского образования ощущается острая нехватка разработок учебных фантомов и симуляторов, особенно в стоматологии. Обучение специалистов-стоматологов на должном уровне невозможно без развития мануальных навыков, поэтому целью данного исследования является изучение эффективности симуляционного обучения в сфере высшего медицинского образования и разработка фантомов для обучающихся стоматологического факультета с применением сканера лабораторного (3D DOF Edge, Корея) с последующей печатью на 3D-принтере из модифицированного полиэтилентерефталата. В данной работе проведено исследование эффективности симуляционного обучения в области высшего медицинского образования, изучаемого как один из основополагающих методов практической подготовки студентов и ординаторов стоматологического профиля. В рамках работы авторами разработана серия симуляционных тренажеров, предназначенных для обучения практическим навыкам на фантомах: симулятор для отработки мануальных навыков периапикальной хирургии, симулятор для отработки мануальных навыков исследования выводных протоков больших слюнных желез, симулятор для обучения хирургической операции по латерализации нижелуночкового нерва. Данные симуляторы успешно внедрены в образовательный процесс на стоматологическом факультете Иркутского государственного медицинского университета, что позволяет создавать условия, максимально приближенные к реальным и является критически важным для формирования уверенности и компетентности будущих врачей.

Ключевые слова: симулятор, симуляционное обучение, фантом, тренажер, обучение студентов.

FEATURES OF DEVELOPMENT OF SIMULATION TRAINERS FOR TRAINING STUDENTS AND RESIDENTS OF THE DENTAL FACULTY IN MANIULAR SKILLS IN ORGANIZING AND CONDUCTING PRACTICAL CLASSES

Mokrenko E.V.¹, Galonskiy V.G.², Aleshkin I.G.¹, Makarova P.A.¹, Gazinsky V.V.¹

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Irkutsk State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Irkutsk, e-mail: polya.makarova.2000@mail.ru;

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Krasnoyarsk State Medical University" named after prof. V.F. Voino-Yasensky of the Ministry of Health of the Russian Federation,
Krasnoyarsk, e-mail: gvg73@mail.ru

The modern concept of training dentists in medical higher educational institutions requires the creation of additional structural divisions, such as simulation centers, which are specialized training sites where students and residents can practice practical skills in clinical conditions recreated on phantoms. However, in the Russian system of higher medical education there is an acute shortage of developments of training phantoms and simulators, especially in dentistry. Training of dental specialists at the proper level is impossible without the development of manual skills, so the purpose of this study is to study the effectiveness of simulation training in the field of higher medical education and the development of phantoms for students of the dental faculty using a laboratory scanner (3D DOF Edge, Korea) with subsequent printing on a 3D printer from modified polyethylene terephthalate. This paper studies the effectiveness of simulation training in the field of higher medical education, studied as one of the fundamental methods of practical training of students and residents of the dental profile. As part of the work, the authors developed a series of simulation trainers designed to teach practical skills on

phantoms: a simulator for practicing manual skills of periapical surgery, a simulator for practicing manual skills of examining the excretory ducts of the major salivary glands, a simulator for teaching a surgical operation to lateralize the inferior alveolar nerve. These simulators have been successfully implemented in the educational process at the Dental Faculty of the Irkutsk State Medical University, which allows creating conditions as close to real as possible and is critically important for developing the confidence and competence of future doctors.

Keywords: simulator, simulation training, phantom, simulator, student training.

Введение. Актуальные национальные проекты в сфере здравоохранения, процессы модернизации в отрасли медицины ставят ключевой задачей перед организациями высшего медицинского образования проблему профессиональной подготовки медицинских работников [1].

В существующих законах Российской Федерации, регламентирующих подготовку медицинских работников на территории РФ, прописаны требования к подготовке специалистов на вузовском и послевузовском этапе. Так, согласно Федеральному закону Российской Федерации от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан» в Российской Федерации, практическая подготовка специалистов отрасли обеспечивается путем их участия в осуществлении медицинской деятельности под контролем преподавателей образовательного учреждения высшего медицинского образования [2].

Внедрение виртуальных и симуляционных технологий в медицине базируется на «Стратегии развития здравоохранения Российской Федерации на долгосрочный период 2015-2025 гг.» (Указ Президента РФ от 06.06.2019 № 254) [3].

Перед тем, как студенты и ординаторы начнут работать с реальными пациентами, им крайне важно отточить свои практические навыки. Для этого рекомендуется использовать симуляционные центры, оборудованные современными тренажерами, муляжами и фантомами. Эти центры позволяют воссоздавать различные клинические ситуации, предоставляя обучающимся возможность отрабатывать необходимые действия в безопасной и контролируемой среде. Вместо непосредственной работы с больными студенты и ординаторы имеют возможность практиковаться на высокотехнологичных моделях, которые максимально точно имитируют реальные медицинские условия [4]. Это позволяет им приобрести уверенность и необходимый опыт до начала работы с больными, минимизируя потенциальный риск ошибок и повышая качество будущего лечения. Данное обучение дает возможность студентам и ординаторам стоматологического профиля отрабатывать мануальные навыки врачебного приема, совершая ошибки и при этом не подвергая риску жизнь и здоровье реального человека [5].

У симуляционного обучения множество преимуществ:

- 1) возможность тренировки в любое время, независимо от времени клинического приема;
- 2) отсутствие риска причинения вреда жизни и здоровью пациента при совершении ошибок;

- 3) неограниченное число повторов при проведении манипуляции;
- 4) симуляционный тренажер за счет обратного отклика берет на себя часть функций преподавателя;
- 5) возможность объективно оценить уровень подготовки и достигнутый результат;
- 6) снижение стресса и психологической нагрузки для студента или ординатора при проведении реального клинического приема [6].

Функции симуляционных центров для обучения обучающихся стоматологического факультета в учреждениях высшего медицинского образования:

1. Создание условий для развития мануальных навыков: симуляционные центры обеспечивают последовательный процесс формирования практических умений в области профильных стоматологических дисциплин, что позволяет обучающимся постепенно осваивать необходимые навыки [7].

2. Формирование профессиональных навыков: в этих центрах студенты и ординаторы получают возможность развивать свои профессиональные навыки на высоком уровне, используя различные обучающие инструменты, такие как фантомы, симуляторы и тренажеры. Это позволяет им отрабатывать технику выполнения стоматологических процедур в безопасной и контролируемой среде [8].

3. Организация практических клинических занятий: симуляционные центры участвуют в реализации практических занятий, которые направлены на улучшение качества подготовки обучающихся. Такие занятия позволяют студентам применять теоретические знания на практике и повышать уровень своей квалификации [9].

4. Создание кластера образовательных мероприятий: важной функцией центров является организация комплекса образовательных мероприятий, которые сосредоточены на улучшении мануальных навыков студентов и ординаторов. Это может включать мастер-классы, семинары и другие формы обучения, направленные на развитие практических умений [10].

Основными недостатками симуляционного обучения являются его высокая стоимость и сложность реализации.

В российской системе медицинского образования ощущается острая нехватка разработок учебных фантомов и тренажеров, особенно в стоматологии [11]. Это затрудняет практическое обучение студентов и ординаторов необходимым практическим навыкам. Поэтому важной задачей является создание специальных симуляционных тренажеров, предназначенных для использования на практических занятиях, улучшения качества подготовки будущих врачей-специалистов и обеспечения полноценной отработки их практических навыков [12]. Работа направлена на решение проблемы дефицита учебных

пособий, способствующих эффективному обучению мануальным техникам в стоматологии [13].

Цель исследования: изучение эффективности симуляционного обучения в сфере высшего медицинского образования путем разработки симуляционных тренажеров для обучения практическим навыкам на фантомах при организации и проведении практических занятий.

Материалы и методы исследования: сканер лабораторный (3D DOF Edge, Корея) для сканирования костных структур лицевого отдела черепа человека в области верхней и нижней челюстей с последующей печатью на 3D-принтере из модифицированного полиэтилентерефталата.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате изысканий были разработаны следующие симуляторы для обучения студентов стоматологического факультета.

1. Симулятор для отработки мануальных навыков периапикальной хирургии (пат. РФ № G09B 23/28 (2018.08); G09B 23/32 (2018.08)) [14].

Этот симулятор представляет собой высокотехнологичную модель человеческой головы, которая установлена на специальном штативе, предназначенном для крепления на стоматологическом кресле. Данная конструкция была разработана с учетом всех анатомических особенностей, что позволяет будущим стоматологам-хирургам эффективно отрабатывать свои навыки. В модели предусмотрены сменные челюсти, которые надежно фиксируются в артикулаторах, что обеспечивает возможность их легкой замены и адаптации под различные учебные сценарии.

На модели нижней челюсти имеется специальный канал, который имитирует нижнеальвеолярный нерв. В этот канал помещен восковой тяж, который служит для имитации сосудисто-нервного пучка, что позволяет более реалистично моделировать хирургические вмешательства и учить студентов правильным методам работы с нервами и сосудами. Верхняя челюсть модели дополнена гайморовой пазухой, в которой находится имитация Шнейдеровой мембраны. Эта мембрана выполнена из корректирующей силиконовой слепочной массы, что делает ее максимально приближенной к реальной структуре.

Симулятор позволяет проводить различные операции, такие как цистэктомия, резекция верхушки корня зуба и ретроградное пломбирование каналов зубов непосредственно на макете путем формирования свищевых ходов до гранулемы.

2. Симулятор для отработки мануальных навыков исследования выводных протоков больших слюнных желез (пат. РФ № G09B 23/283 (2020.02)) [15].

Симулятор представляет собой манекен со штативом для фиксации на стоматологическом кресле, оснащенный специальным артикулятором, позволяющим устанавливать гипсовые модели челюстей. Важной особенностью данного симулятора является наличие съемного силиконового блока, который точно воспроизводит структуру мягких тканей дна полости рта, а также языка. Данный блок также включает в себя выводные протоки слюнных желез, что делает симуляцию еще более реалистичной.

Для создания эффекта слюны в симуляторе предусмотрены ампулы, расположенные по обеим сторонам и содержащие инертную цветную жидкость, имитирующую слюну, это позволяет студентам визуально оценивать результат манипуляции. В рамках обучения студента выполняют различные упражнения, направленные на освоение техники бужирования протоков слюнных желез. Успешное выполнение этих манипуляций сопровождается выходом порции контрастной жидкости из устья протока слюнной железы, что является важным индикатором правильности действий студентов. Этот момент помогает обучающимся понять, что они правильно выполнили все необходимые шаги и достигли желаемого результата.

Кроме того, симулятор разработан с учетом возможности многократного использования. Это достигается благодаря сменному силиконовому блоку дна полости рта, который можно легко заменить, а также за счет возможности повторного наполнения емкости слюнных желез новой порцией контрастной жидкости. Наполнение осуществляется через специальные отверстия, расположенные на задней поверхности цоколя модели нижней челюсти, что упрощает процесс подготовки симулятора к следующему занятию.

3. Симулятор для обучения хирургической операции по латерализации нижнелуночкового нерва (пат. РФ № А61В 17/00 (2022.02)) [16].

Симулятор включает в себя детализированную модель человеческой головы, в которой особое внимание уделено нижней челюсти. Модель выполнена с использованием технологии 3D-печати и изготовлена из термопластика. Нижняя челюсть имеет скелетированную структуру и включает участки частичного отсутствия зубов в дистальных отделах, что позволяет имитировать различные клинические ситуации, с которыми стоматологи могут столкнуться в своей практике.

Одной из ключевых особенностей модели является вертикальная атрофия альвеолярного гребня в беззубых зонах. Высота альвеолярного гребня составляет 7 мм до верхней стенки нижнечелюстного канала, что дает возможность студентам и ординаторам практиковать установку дентальных имплантатов в условиях, максимально приближенных к реальным.

Еще одной важной деталью симулятора является канал в модели нижней челюсти, в котором расположена эластичная проволока, имитирующая сосудисто-нервный пучок. Эта

провокола представлена в виде трех разноцветных резинок (красной, синей и желтой) диаметром 0,8 мм, которые имитируют артерию, вену и нижелуночковый нерв соответственно. Такой подход позволяет обучающимся не только визуализировать анатомические структуры, но и понимать их функциональную значимость.

Симулятор предоставляет возможность отработать навыки установки дентальных имплантатов с учетом анатомических особенностей. После отведения сосудисто-нервного пучка в боковом направлении через специальное отверстие, выпиленное в наружной стенке нижней челюсти, его оставляют на поверхности тела нижней челюсти. Это позволяет стоматологам точно ориентироваться в проекции моляров при установке имплантатов, минимизируя риск повреждения нервов и сосудов.

Выводы

Во-первых, симуляционные технологии позволяют студентам отрабатывать практические умения в безопасной среде, что исключает риск причинения вреда пациентам. Это особенно важно, поскольку стоматологические процедуры могут быть сложными и требовать высокой точности. Обучающиеся имеют возможность, используя симуляторы, повторять манипуляции до тех пор, пока не достигнут необходимого уровня мастерства, что значительно повышает их уверенность перед работой с реальными больными.

Во-вторых, симуляционное обучение создает обстановку, максимально приближенную к реальной клинической практике. В процессе обучения они сталкиваются с типичными ситуациями, которые могут возникнуть в стоматологической практике, что позволяет им заранее подготовиться к реальным вызовам.

В-третьих, симуляционное обучение предоставляет возможность освоить технически сложные и потенциально неприятные для пациента стоматологические процедуры до того, как студент начнет их выполнять на настоящих больных. Это способствует снижению стресса и тревожности у обучающихся, так как они могут уверенно подходить к выполнению манипуляций, зная, что уже имеют определённый опыт.

Таким образом, авторами разработаны и внедрены в образовательный процесс на стоматологическом факультете Иркутского государственного медицинского университета вышеописанные симуляционные средства обучения. Организация симуляционного обучения, которая дополняет традиционные занятия на стоматологических кафедрах высших медицинских учреждений образования, представляет собой эффективный метод для качественного формирования практических навыков у студентов стоматологического факультета. Этот подход имеет множество значительных преимуществ, которые делают его незаменимым в образовательном процессе.

После завершения обучения с использованием симуляционных технологий обучающиеся стоматологического профиля имеют возможность установить правильную последовательность выполнения мануальных стоматологических навыков. Они могут анализировать свои ошибки и работать над их исправлением, что способствует более глубокому пониманию процесса и улучшению качества выполнения процедур. Поэтому симуляционное обучение не только повышает уровень их подготовки, но и способствует формированию необходимых компетенций для успешной профессиональной деятельности в будущем.

Симуляционные технологии в обучении студентов и ординаторов стоматологического факультета представляют собой важный элемент, который значительно улучшает качество образования, позволяя будущим стоматологам-специалистам развивать свои навыки в безопасной и контролируемой среде. Это, в свою очередь, ведет к более высокому уровню профессионализма и уверенности в своих силах, что в конечном итоге отражается на качестве медицинской помощи, предоставляемой пациентам.

Список литературы

1. Кузина Н.В., Кузина Л.Б., Сулимов К.Т. Симуляционное обучение при подготовке кадров высшей квалификации и в дополнительном профессиональном образовании: К вопросу о дефинициях и структуре процесса // Современное образование. 2018. № 2. С. 118-139. DOI: 10.25136/2409-8736.2018.2.26542.
URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=2654 (дата обращения: 14.04.2025).
2. Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации". [Электронный ресурс].
URL: <https://minzdrav.gov.ru/documents/7025-federalnyy-zakon-323-fz-ot-21-noyabrya-2011-g> (дата обращения: 14.04.2025).
3. Указ Президента Р.Ф. № 254 от 06.06.2019 «О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kremlin.ru/acts/bank/44326> (дата обращения 14.04.2025).
4. Тишков Д.С., Перетягина И.Н. Симуляционное обучение как эффективный метод // Карельский научный журнал. 2020. № 2 (31). С. 23. DOI: 10.26140/knz4-2020-0902-0017.
5. Исаева Э.Л. Симуляционное обучение как основа практико-ориентированного подхода к медицинскому образованию // Виртуальные технологии в медицине. 2020. Т. 1. № 3. С. 41-

42. DOI: 10.46594/2687-0037_2020_3_1208. URL: <https://www.medsim.ru/jour/article/view/1208> (дата обращения: 14.04.2025).
6. Игнатъев С.А., Таньчева И.В., Гаврилова Д.В., Терехова М.А., Вахидова К.Л. Симуляционные технологии в медицинском образовании // Вестник ГГНТУ. Технические науки. 2019. Т. 15. № 3. С. 11-19. DOI: 10.34708/GSTOU. 2019.17.3.002.
7. Танишин Е., Бахарев И., Танишина Е. Взгляд студентов стоматологического факультета на необходимость использования симуляционной практики в обучении с целью выработки мануальных навыков // Виртуальные технологии в медицине. 2022. № 3. С. 173-174. DOI: 10.46594/2687-0037_2022_3_1492.
8. Будаичиев Г.А.-А., Гусейнова С.Т., Дадаева Д.Ш., Алиева Х.А. Роль симуляционных технологий в развитии клинических навыков студентов-стоматологов // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2024. Т. 18. № 3. С. 29-32. DOI: 10.24412/2075-4094-2024-3-1-4.
9. Балин В.В., Борисова Э.Г., Железняк В.А., Борисов Н.А. Усовершенствование обучающих технологий в профессиональной подготовке врачей-стоматологов // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». 2022. Т. 24. № 4. С. 70-74. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/usovershenstvovanie-obuchayuschih-tehnologiy-v-professionalnoy-podgotovke-vrachey-stomatologov>. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2022-24-4-70-74.
10. Алексеенко С.Н., Гайворонская Т.В., Дробот Н.Н. Симуляционные технологии в системе образовательного процесса медицинского вуза // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31072> (дата обращения: 28.04.2025). DOI: 10.17513/spno.31072.
11. Фелькер Е.В., Ячменева Л.А., Бароян М.А., Зубкова А.А., Винокур А.В. Симуляционные технологии обучения в современном стоматологическом образовании: анализ мнений студентов // Перспективы науки и образования. 2020. № 5 (47). С. 135-146. DOI: 10.32744/pse.2020.5.9.
12. Севбитов А.В., Митин Н.Е., Браго А.С., Васильев Ю.Л., Кузнецова М.Ю. Анализ ошибок студентов-стоматологов при переходе от фантома в реальные условия препарирования // Наука молодых–Eruditio Juvenium. 2017. Т. 5. № 1. С. 83-88. DOI: 10.23888/HMJ2017183-88.
13. Гатиятуллина Л.Л., Тазиева А.Ф. Симуляционные технологии как продуценты качественно новых свойств содержательной части медицинского образования // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. 2021. № 3. С. 55-59. DOI: 10.37882/2223-2982.2021.03.08.

14. Мокренко Е.В., Алёшкин И.Г., Михайлов Р.А., Мокренко М.Е. Симулятор для отработки мануальных навыков перапикальной хирургии // Патент РФ на полезную модель №187802 от 19.03.2019 г.
15. Мокренко Е.В., Алешкин И.Г., Кострицкий И.Ю., Мокренко М.Е., Кострицкий Е.И., Слепнев А.В. Симулятор для отработки мануальных навыков исследования выводных протоков больших слюнных желез // Патент РФ на полезную модель №199320, приоритет от 19.11.2019 г.
16. Мокренко Е.В., Алешкин И.Г., Кострицкий И.Ю., Снетков А.В., Мокренко М.Е. Симулятор для обучения хирургической операции по латерализации нижнелуночкового нерва // Патент РФ на изобретение 2771506 С1, 05.05.2022.