

Технология виртуальной реальности в обучении терапевтов: в фокусе оказание экстренной и неотложной медицинской помощи

Ройтберг Г.Е., Шархун О.О., Давыдова А.Ш.

ФГАОУ ВО "Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова" Минздрава России.
Москва, Россия

Технология виртуальной реальности в последние два десятилетия быстро развивается и становится доступной в различных областях здравоохранения — в хирургии, неврологии, реабилитации, в обучении. Потребность технологии виртуальной реальности проявляется и в отработке алгоритмов оказания экстренной и неотложной помощи врачами первичного звена. В настоящее время разработано 6 интерактивных ситуационных задач по наиболее часто встречающимся неотложным состояниям, приводящим в т.ч. к необходимости проведения реанимационных мероприятий. Концепция преподавания с использованием технологии виртуальной реальности стала основой для разработки дополнительной профессиональной программы повышения квалификации врачей-терапевтов "Отработка алгоритма оказания экстренной и неотложной медицинской помощи при внезапных острых заболеваниях и состояниях". Уникальной особенностью программы является возможность отработки алгоритма оказания неотложной медицинской помощи с применением технологии виртуальной реальности, а также отработки практических навыков с использованием манекена (тренажера) и автоматического наружного дефибриллятора.

Ключевые слова: виртуальная реальность, экстренная медицинская помощь, неотложная помощь, отработка навыков, терапия.

Отношения и деятельность: нет.

Благодарности. Авторы выражают благодарность сотрудникам Центра развития непрерывного медицинского и фармацевтического образования (руководитель — Природова О.Ф.) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, сотрудникам мультипрофильного аккредитационно-симуляционного центра "Учебный центр инновационных медицинских технологий" (директор — Лопанчук П.А.) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России.

Поступила 27/07-2022

Получена рецензия 20/10-2022

Принята к публикации 24/10-2022



Для цитирования: Ройтберг Г.Е., Шархун О.О., Давыдова А.Ш. Технология виртуальной реальности в обучении терапевтов: в фокусе оказание экстренной и неотложной медицинской помощи. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022;21(S4):3372. doi:10.15829/1728-8800-2022-3372. EDN MICDOK

Virtual reality technology in physician education: focus on emergency medical care

Roitberg G. E., Sharkhun O. O., Davydova A. Sh.

Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Virtual reality technology has been developing rapidly over the past two decades and is becoming available in various areas of healthcare — in surgery, neurology, rehabilitation, and education. The need for virtual reality technology is also manifested in the development of algorithms for emergency medical care by primary care physicians. Currently, 6 interactive case problems have been developed for the most common emergency conditions, requiring, among other things, resuscitation. The concept of teaching using virtual reality technology has become the basis for the development of an additional professional advanced training program for general practitioners "Development of an algorithm for providing emergency medical care for sudden acute diseases and conditions". A unique feature of the program is the ability to practice the emergency medical care algorithm using virtual reality technology,

as well as practice skills using a simulation manikin and an automatic external defibrillator.

Keywords: virtual reality, emergency medical care, skill development, therapy.

Relationships and Activities: none.

Acknowledgments. The authors express their gratitude to the staff of the Center for the Development of Continuous Medical and Pharmaceutical Education (the head — Prirodova O.F.) of the Pirogov Russian National Research Medical University, employees of the multidisciplinary accreditation and simulation center "Training Center for Innovative Medical Technologies" (Director — Lopanchuk P.A.) N.I. Pirogov of the Ministry of Health of Russia.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: olga_sharkhun@mail.ru

[Ройтберг Г.Е. — д.м.н., профессор, академик РАН, зав. кафедрой терапии, общей врачебной практики и ядерной медицины факультета дополнительного профессионального образования, ORCID: 0000-0003-0514-9114, Шархун О.О.* — д.м.н., доцент, профессор кафедры терапии, общей врачебной практики и ядерной медицины факультета дополнительного профессионального образования, ORCID: 0000-0001-8527-4681, Давыдова А.Ш. — аспирант кафедры терапии, общей врачебной практики и ядерной медицины факультета дополнительного профессионального образования, ORCID: 0000-0002-5738-0740].

Roitberg G. E. ORCID: 0000-0003-0514-9114, Sharkhun O. O.* ORCID: 0000-0001-8527-4681, Davydova A. Sh. ORCID: 0000-0002-5738-0740.

*Corresponding author: olga_sharkhun@mail.ru

For citation: Roitberg G. E., Sharkhun O. O., Davydova A. Sh. Virtual reality technology in physician education: focus on emergency medical care. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022;21(S4):3372. doi:10.15829/1728-8800-2022-3372. EDN MICDOK

Received: 27/07-2022

Revision Received: 12/10-2022

Accepted: 24/10-2022

Ключевые моменты

- Технология виртуальной реальности востребована в отработке алгоритмов оказания экстренной и неотложной помощи врачами первичного звена.
- Навыки и умения, необходимые для оказания экстренной и неотложной медицинской помощи, в отличие от получения знаний, тренируются в ситуации, близкой к реальной.
- По результатам обучения врач демонстрирует готовность быстро и правильно диагностировать внезапно возникающие жизнеугрожающие состояния, а также эффективно проводить неотложные мероприятия на догоспитальном этапе.

Key messages

- Virtual reality technology is in demand in the development of algorithms for the provision of emergency medical care by primary care physicians.
- Skills needed to provide emergency medical care should be trained in a situation close to the real one.
- Based on the training results, the doctor demonstrates readiness to quickly and correctly diagnose sudden life-threatening conditions, as well as to effectively carry out prehospital emergency care.

Виртуальная реальность в сфере здравоохранения

В последние два десятилетия в различных областях здравоохранения быстро развивается и становится доступной в практическом использовании технология виртуальной реальности (virtual reality, VR), позволяющая погрузить человека в иммерсивный мир при использовании специализированных устройств [1]. При этом пользователь оказывается в компьютерной среде, реагирующей на его действия естественным образом. Человек может взаимодействовать с трехмерной средой, а также манипулировать объектами или выполнять конкретные задачи. Постепенно достигается эффект полного погружения в VR до уровня, когда пользователь практически не может отличить визуализацию от реальной обстановки. Технология VR демонстрирует быстрый прогресс в различных сферах здравоохранения от обучения студентов и ординаторов медицинских ВУЗов до высокотехнологичных хирургических вмешательств [2, 3].

Технология VR в сфере обучения. В настоящее время созданы и активно используются в подготовке студентов-медиков различные мобильные приложения и интерактивные учебные программы, в частности, по анатомии. Программы визуализируют практически все анатомические структуры, нервную и кровеносную системы, детализируют отдельные элементы, позволяют в интерактивном режиме изучать органы и системы

человека¹. Разработаны и широко применяются тактильные VR-тренажеры, которые позволяют молодым докторам практиковать и отрабатывать свои навыки. Тренажеры с эффектом вибрации передают врачам ощущение того, что они держат в руках настоящие инструменты².

Технология VR в ранней диагностике заболеваний. VR позволяет диагностировать ряд социально значимых заболеваний еще на доклинической стадии. Например, ранние проявления болезни Альцгеймера, когда еще у пациента не страдают память, речевые функции и способность выполнения бытовых задач, VR технология позволяет выявлять эффективнее, чем обычные когнитивные неврологические тесты³. Активное применение различных лечебных методик на этой стадии заболевания (например, глубокая стимуляция мозга, электромагнитная терапия) позволяет замедлить его развитие. Ранние проявления рассеянного склероза также можно диагностировать при обследовании пациента в условиях VR. При этом удается выявить нарушения равновесия еще до того, как они начнут влиять на жизнь пациента, что позволяет начать своевременное лечение и реабилитацию.

¹ Medical Augmented Intelligence: BodyMap. <https://www.mai.ai/bodymap/>; Western Reserve University: HoloAnatomy. <https://www.microsoft.com/en-us/p/holoanatomy>.

² FundamentalVR. <https://www.fundamentalvr.com/>.

³ Habr: VR neural interface for people with Alzheimer's. <https://habr.com/ru/post/511398/>.

Технология VR в лечении и реабилитации заболеваний. Технологии VR широко используются для уменьшения острой и хронической боли, воздействуя на механизм ее восприятия. Иммерсивный виртуальный мир отвлекает внимание пациента от болезненного стимула, что приводит к измеримому повышению толерантности пациентов⁴. Во время первой волны пандемии COVID-19 было разработано обучение медицинского персонала в VR, направленное на обследование пациентов с коронавирусной инфекцией⁵. В настоящее время методы VR активно используются для когнитивной и двигательной реабилитации пациентов с неврологическими расстройствами, такими как инсульт, детский церебральный паралич, болезнь Паркинсона, а также с постковидным синдромом. Иммерсивные технологии применяются и для лечения наиболее распространенных тревожных расстройств, включая тревогу, фобии, стресс, посттравматический синдром, обсессивно-компульсивные расстройства⁶.

Технология VR в хирургии. Последние разработки VR активно используются для оперативного планирования, профессиональной подготовки и обучения хирургов. Разработано множество приложений для хирургического предоперационного планирования, что позволяет информировать пациента о деталях операции, а также спланировать действия хирургической бригады⁷. Технологии VR также находят активное применение в процессе интраоперационного руководства. Так, во время интервенционных процедур кардиохирургии могут просматривать 3D-изображение сердца и сосудов (изображение "всплывает" над пациентом на операционном столе) в режиме реального времени⁸.

Технология VR в оказании экстренной и неотложной медицинской помощи. В последние несколько лет в наибольшей степени потребность технологии VR проявляется в отработке алгоритмов оказания экстренной и неотложной помощи врачами первичного звена. Неотложные состояния, угрожающие жизни и здоровью пациента, требуют проведения срочных мероприятий на всех этапах оказания медицинской помощи. Согласно Федеральному закону Российской Федерации от 21 ноября 2011г № 323-ФЗ "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" (ст. 32) в нашей стране определены следующие формы оказания медицинской помощи: неотложная — медицинская помощь, оказываемая при внезапных острых заболеваниях, состояниях, обострении хронических заболеваний

без явных признаков угрозы жизни пациента; экстренная — медицинская помощь, оказываемая при внезапных острых заболеваниях, состояниях, обострении хронических заболеваний, представляющих угрозу жизни пациента; скорая медицинская помощь, в т.ч. специализированная — медицинская помощь, оказываемая при заболеваниях, несчастных случаях, травмах, отравлениях и других состояниях, требующих срочного медицинского вмешательства.

Важнейшее место при оказании помощи отводится проведению адекватных догоспитальных мероприятий. Умение врача правильно оценить тяжесть состояния пациента, провести первичную дифференциальную диагностику, оказать эффективную помощь влияет на дальнейшее течение и прогноз заболевания. При этом от врача требуются не только знания, но и умения быстро оказать помощь, поскольку растерянность и неспособность собраться могут даже усугубить ситуацию. Все действия врача должны быть обдуманными, решительными, быстрыми и спокойными. Навыки и умения, в отличие от получения знаний, тренируются в ситуации, близкой к реальной.

Таким образом, овладение приемами оказания неотложной медицинской помощи на догоспитальном этапе, выполнение с помощью технологии VR тренировочных сценариев для изучения необходимых клинических задач, улучшения навыков врачей и уменьшения количества ошибок на практике является важной и актуальной задачей.

Отработка алгоритма оказания экстренной и неотложной медицинской помощи в VR

Для работы в VR необходимы два основных условия: оборудование и обучающая программа (рисунок 1). Оборудование включает в себя шлем VR, камеры захвата движения в пространстве, манипуляторы, процессор с видеокартой, монитор. В качестве обучающей программы мы используем интерактивные образовательные модули, разработанные в Центре развития непрерывного медицинского и фармацевтического образования РНИМУ им. Н. И. Пирогова [3]. В настоящее время разработано 6 интерактивных ситуационных задач по наиболее часто встречающимся экстренным и неотложным состояниям, приводящим в т.ч. к необходимости проведения реанимационных мероприятий:

- 1) острый коронарный синдром с кардиогенным шоком,
- 2) острый коронарный синдром с отеком легкого,
- 3) анафилактический шок,
- 4) бронхообструктивный синдром,
- 5) обморок,
- 6) желудочно-кишечное кровотечение.

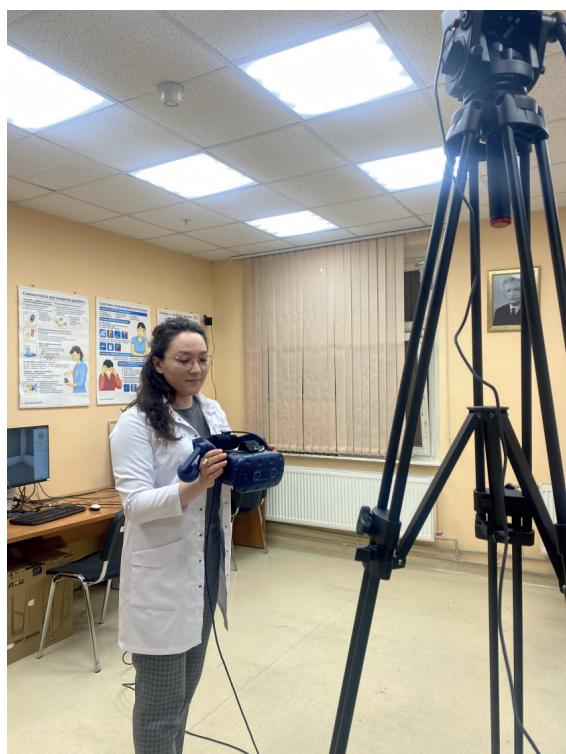
⁴ Virtual treatment rooms of the Metaverse. <https://www.xr.health/>.

⁵ Oxfordmedicalsimulation: Virtual reality simulation for optimal patient care. <https://oxfordmedicalsimulation.com/>.

⁶ OxfordVR. Evidence-based immersive treatments for Serious Mental Illness and behavioral health. <https://ovrhealth.com/>.

⁷ Virtual reality for surgery. <https://surgicaltheater.com/>.

⁸ SentiAR — realtime Clinical AR. <https://senti-ar.com/>.



А



Б

Рис. 1 На практическом занятии. А) подготовительный этап Б) доктор готов к работе.



А



Б

Рис. 2 Интерактивная ситуационная задача в VR. А) имитация реальной клинической ситуации, Б) работа врача в учебном классе.

Каждая клиническая ситуация имеет не <12 контролируемых параметров состояния пациента: артериальное давление, частота сердечных сокращений, частота дыхательных движений, сатурация, глюкоза крови, температура тела и т.д. Виртуальный пациент характеризуется внутренней динамикой состояния в режиме реального времени, активно реагирует на действия обучающегося врача и полностью имитирует реальный ответ на любое воздействие. При этом врач имеет возмож-

ность отслеживать состояние пациента. В симуляторе доступны основные клинические методы мониторинга, которые включают наблюдение за цветом кожи, экскурсией грудной клетки с подсчетом частоты дыхательных движений, определение реакции зрачков на свет, проведение аускультации легких и сердца, оценка термометрии. Также доступны такие инструментальные методы исследования, как электрокардиография, измерение артериального давления, пульсоксиметрия. Анализируя состояние



А



Б

Рис. 3 Контроль обучения. А) мониторинг действий врача, Б) контрольный режим обучения.

виртуального пациента, специалист должен самостоятельно выбрать и провести лечение (оксигенотерапию, пероральное и парентеральное введение лекарственных препаратов, дефибрилляцию и т.п.), в случае необходимости выполнить в режиме имитации сердечно-легочную реанимацию (рисунок 2).

Сценарий построен на нелинейном принципе: каждое лечебное воздействие влияет на все параметры в соответствии с реальной фармакодинамикой медикаментов. Для успешного прохождения задачи имеют значение время и порядок выполнения манипуляций. Кроме того, отсутствие лечения и необходимой помощи ухудшает состояние пациента вплоть до летального исхода.

Разработано три режима прохождения модуля: демонстрационный (не ограничен по времени, содержит подсказки и ограничения в действиях), обучающий (ограничен по времени, содержит подсказки, но без ограничений в действиях), контрольный (ограничен по времени, но не в действиях, подсказок нет) (рисунок 3).

Основные характеристики концепции технологии VR в отработке алгоритма оказания экстренной и неотложной медицинской помощи

1. Концепция предполагает практико-ориентированное обучение, направленное на совершенствование профессиональных компетенций врачей первичного звена, направленных на отработку навыков по проведению неотложных мероприятий при жизнеугрожающих состояниях с использованием симулятора VR.

2. Концепция основана на методах активного обучения с использованием технологии геймифи-

кации, требующих активного участия каждого обучающегося.

3. Обучение направлено на достижение конкретной цели, в частности, улучшение состояния больного или появление признаков жизни.

4. Диагностика и лечение в VR проводится в строгом соответствии с протоколами и клиническими рекомендациями.

5. Обучение с использованием технологии VR дает возможность как профессионального, так и личностного развития.

Внедрение технологии VR в учебный процесс.

Предложенная концепция преподавания с использованием технологии VR стала основой для разработки дополнительной профессиональной программы повышения квалификации врачей-терапевтов (далее — Программа) "Отработка алгоритма оказания экстренной и неотложной медицинской помощи при внезапных острых заболеваниях и состояниях" со сроком освоения 36 академических часов. В ходе реализации программы у врача совершенствуются следующие профессиональные компетенции: во-первых, врач должен знать основные клинические проявления внезапных острых состояний и заболеваний, их этиологию, патогенез и факторы риска их возникновения. Во-вторых, врач должен уметь быстро ориентироваться и принимать решение, назначать необходимый объем обследования, выявлять состояния, требующие оказания медицинской помощи в экстренной форме, в т.ч. клинические признаки внезапного прекращения кровообращения и/или дыхания. В-третьих, врач должен владеть навыками оказания медицинской помощи в экстренной форме пациентам при состояниях, представляющих угрозу жизни пациента, в т.ч. при остановке жизненно важных функций (клинической

смерти); навыками работы в команде. Программа предназначена для повышения профессионального уровня врача по оказанию медицинской помощи при развитии острых и неотложных состояний. Во время освоения Программы будет сформирована система теоретических и практических знаний в вопросах распознавания внезапно возникших жизнеугрожающих состояний и оказания экстренной и неотложной медицинской помощи на догоспитальном этапе.

При этом следует понимать, что технология VR позволяет отработать только алгоритм, последовательность действий врача при оказании этого вида помощи, но не дает возможность отработать навыки проведения неотложных мероприятий, в частности, проведение сердечно-легочной реанимации с использованием дефибриллятора. С учетом этого мы дополнили программу обучения, включив в нее работу с манекеном (тренажером), обеспечивающим имитацию различных витальных функций. Программа построена по модульному принципу и состоит из трех частей: теоретическая часть, отработка алгоритма оказания экстренной и неотложной медицинской помощи, отработка практических навыков.

1 модуль: теоретическая часть — направлена на совершенствование уже имеющихся у врача знаний в диагностике наиболее часто встречающихся неотложных и экстренных состояний: в кардиологии, пульмонологии, аллергологии, гастроэнтерологии, эндокринологии и т.д. Обучение предполагает решение интерактивных ситуационных задач (банк задач содержит 50 клинических кейсов) с акцентом на интерпретацию электрокардиограммы. Во время обучения актуализируется информация по правовым основам проведения базовой сердечно-легочной реанимации. Эта часть обучения может проводиться дистанционно в режиме онлайн.

2 модуль: отработка алгоритма оказания помощи — проводится с использованием новейших технологий в обучении оказанию экстренной и неотложной помощи — симулятора VR.

3 модуль: отработка навыков оказания помощи — проводится с использованием манекена (тренажера), обеспечивающего имитацию различных витальных функций.

Уникальной особенностью программы является возможность отработки алгоритма оказания неотложной медицинской помощи с применением технологии VR, а также отработки практических навыков с использованием манекена (тренажера) и автоматического наружного дефибриллятора. Ключевыми моментами обучения являются смешанный формат, использование VR-технологии и применение тренажеров. Девиз обучения: "Быстро! Качественно! Эффективно!".

Психолого-педагогические условия реализации Программы достаточно разнообразны и вклю-

чают, во-первых, невозможность смоделировать реальную ситуацию на пациенте и отработать навыки оказания экстренной и неотложной медицинской помощи в реальной ситуации. Во-вторых, у врачей первичного звена (терапевтов, врачей общей практики, семейных врачей) уровень знаний в вопросах оказания экстренной и неотложной помощи достаточно низкий. В-третьих, важным фактором является психологическое состояние врача, его страх, особенно у врача с многолетним опытом работы, показаться некомпетентным при оказании медицинской помощи. В плане квалификации педагогического состава — все преподаватели, участвующие в реализации программы, прошли обучение по базовой сердечно-легочной реанимации и имеют сертификаты Европейского совета по реанимации.

По результатам обучения врач демонстрирует готовность быстро и правильно диагностировать внезапно возникающие жизнеугрожающие состояния, а также эффективно проводить неотложные мероприятия при критических состояниях на догоспитальном этапе.

С 2021г программа успешно реализуется на кафедре терапии, общей врачебной практики и ядерной медицины (заведующий кафедрой — академик РАН Г.Е. Ройтберг) факультета дополнительного профессионального образования ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России на циклах повышения квалификации и профессиональной переподготовки врачей, а также при подготовке ординаторов по специальностям "Терапия" и "Общая врачебная практика (семейная медицина)". Программа дополняет интерактивные образовательные модули портала непрерывного медицинского и фармацевтического образования. Программа помогает специалистам в подготовке к прохождению первичной и первичной специализированной аккредитации и аттестации. Программа универсальна и подходит для врачей всех терапевтических специальностей первичного звена здравоохранения с целью улучшения качества оказания неотложной и экстренной помощи на догоспитальном этапе. Совместно со специалистами в Центре развития непрерывного медицинского и фармацевтического образования РНИМУ им. Н. И. Пирогова (руководитель — проректор О.Ф. Природова) планируется дальнейшая разработка новых и совершенствование имеющихся интерактивных ситуационных клинических задач в режиме VR.

Благодарности. Авторы выражают благодарность сотрудникам Центра развития непрерывного медицинского и фармацевтического образования (руководитель — Природова О.Ф.) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России, сотрудникам мультипрофильного аккредитационно-симуляционного центра "Учебный центр ин-

новационных медицинских технологий" (директор — Лопанчук П. А.) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

1. Ivanova AV. VR and AR technologies: opportunities and application obstacles. Strategic Decisions and Risk Management. 2018;(3):88-107. (In Russ.) Иванова А. В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения. Стратегические решения и риск-менеджмент. 2018;(3):88-107. doi:10.17747/2078-8886-2018-3-88-107.
2. Aksenova Yel, GorbatoV SYu. Technologies of natural and augmented reality in healthcare. M.: GBU NIIOZMM DZM 2021.p. 40. (In Russ.) Аксенова Е. И., Горбатов С. Ю. Технологии виртуальной и дополненной реальности в здравоохранении. М.: ГБУ "НИИОЗММ ДЗМ", 2021. p. 40. ISBN 978-5-907404-42-7.
3. Reznik EV, Krasnopol'skiy IA, Potemkina MN, Prirodova OF. Using virtual reality technologies to practice the algorithm of emergency medical care. Metodologiya i tekhnologiya nepreryvnogo professional'nogo obrazovaniya. 2020;2:6-14. (In Russ.) Резник Е. В., Краснополяский И. А., Потемкина М. Н. и др. Использование технологии виртуальной реальности для отработки алгоритма оказания экстренной и неотложной медицинской помощи. Методология и технология непрерывного профессионального образования. 2020;2:6-14. doi:10.24075/MTCPPE.2020.007.