

ВИРТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТОМАТОЛОГИИ

С.В. КАЗУМЯН, И.А. ДЕГТЕВ, В.В. БОРИСОВ, К.А. ЕРШОВ

Кафедра пропедевтики стоматологических заболеваний, Институт стоматологии им. Е.В. Боровского, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Российская Федерация

В статье представлена информация о том, что в век цифровой стоматологии виртуальное планирование лечения становится всё более важным элементом стоматологической практики. Благодаря новым технологическим достижениям в области компьютерного проектирования и автоматизированного производства (CAD/CAM) зубных реставраций, предсказуемое междисциплинарное лечение с использованием подхода обратного планирования представляется полезным и осуществимым. Отмечено, что, благодаря достижениям в области медицинской визуализации и компьютерного программирования, двумерные осевые изображения могут быть обработаны в другие переформатированные представления (сагиттальные и корональные) и трёхмерные (3D) виртуальные модели, представляющие собственную анатомию пациента. Показано, что среди современных технологий в стоматологии особое место занимает телемедицина, которая используется как для дистанционного консультирования, так и успешного лечения пациентов.

Ключевые слова: виртуальные помощники, виртуальные медсёстры, голосовые технологии, искусственный интеллект, виртуальная реальность, 3D-печать, телемедицина.

Для цитирования: Казумян СВ, Дегтев ИА, Борисов ВВ, Ершов КА. Виртуальные технологии в стоматологии. *Вестник Авиценны*. 2020;22(4):606-12. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2020-22-4-606-612>

VIRTUAL TECHNOLOGIES IN DENTISTRY

S.V. KAZUMYAN, I.A. DEGTEV, V.V. BORISOV, K.A. ERSHOV

Department of Propedeutics of Dental Diseases, E.V. Borovsky Institute of Dentistry, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

The article represents the information that in the age of digital dentistry, virtual treatment planning is becoming an increasingly important element of dental practice. With new technological advances in computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) of dental restorations, predictable interdisciplinary treatment using a reverse planning approach appears to be beneficial and feasible. It is noted that thanks to achievements in medical imaging and computer programming, 2D axial images can be processed into other reformatted representations (sagittal and coronal) and three-dimensional (3D) virtual models representing the patient's anatomy. It is shown that telemedicine occupies a special place among modern technologies in dentistry, which is used both for remote consultation and for the successful treatment of patients.

Keywords: Virtual assistants, virtual nurses, voice technologies, artificial intelligence, virtual reality, 3D printing, telemedicine.

For citation: Kazumyan SV, Degtev IA, Borisov VV, Ershov KA. Virtual'nye tekhnologii v stomatologii [Virtual technologies in dentistry]. *Vestnik Avicenna [Avicenna Bulletin]*. 2020;22(4):606-12. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2020-22-4-606-612>

Искусственный интеллект (ИИ) – это отрасль компьютерных наук, которая занимается разработкой алгоритмов, направленных на имитацию человеческого интеллекта [1, 2]. Известно, что понятие об ИИ ассоциируется с изобретением роботов. В этой связи, было бы несправедливым не упомянуть имя Леонардо да Винчи: сегодняшнее растущее использование роботизированной хирургии, названной в его честь, связано именно с ним. Альбомы да Винчи с набросками роботов помогли подготовить почву для этого нововведения. ИИ, описанный как наука и техника создания интеллектуальных машин, был официально рождён в 1956 году. Данный термин применим к широкому кругу предметов в медицине, таких как робототехника, медицинская диагностика, медицинская статистика и биология человека [3]. Благодаря своей удивительной силе в распознавании изображений, в ближайшем будущем ИИ найдёт огромное применение в идентификации зубочелюстных деформаций [4]. Лечение зубочелюстных деформаций занимается зубочелюстная хирургия, которая включает те хирургические процедуры, которые затрагивают зубы и поддерживающие структуры, связанные с полостью рта. Этот раз-

дел включает лечение одонтогенных инфекций; прорезавшихся, непрорезавшихся и ретинированных зубов; третьих моляров; перирадикулярной патологии; а также ревизию, уменьшение и коррекцию деформаций и дефектов зубочелюстного комплекса. Операции по имплантации, травматические повреждения, патологические состояния и реконструктивная хирургия, применимые к зубочелюстному комплексу, не включены [5].

Машинное обучение и ИИ применяются в стоматологических исследованиях для анализа больших объёмов данных с целью поддержки принятия различных медицинских решений, диагностики, прогноза и планирования лечения. Пока что лишь несколько роботизированных приложений стали реальностью, в основном это были пилотные варианты использования [6]. Компания Nuance Communications объявила о выпуске своего нового продукта – виртуального помощника на базе ИИ, предназначенного для взаимодействия с пациентами и врачами. Новый Dragon Medical Virtual Assistant, разработанный компанией Nuance Communications, предназначен для ускорения различных клинических рабочих процессов, и им могут пользоваться около 500 000

врачей, которые уже применяют программную систему Dragon Medical для своей клинической документации. Данное программное обеспечение применяет функционал разговорных диалогов и уже встроенных возможностей, которые автоматизируют рабочие процессы. Этот виртуальный медицинский помощник обладает свойствами технологии распознавания голоса, специально оптимизированной для здравоохранения, применяет технологии голосовой биометрии и перевода текста в голос, может интегрироваться с системой электронных медицинских карт и системой управления взаимоотношениями. Все эти функции предназначены для выполнения конкретных клинических задач, а сама платформа обеспечивает защиту данных [7].

Также известен пилотный проект международной интернет-группы Balint group в сотрудничестве с региональными движениями молодых врачей Всемирной организации семейных врачей и Международной федерацией Balint. Метод Балинта 2.0 возник благодаря заинтересованности руководства движения молодых врачей, обратившегося за помощью в Международную федерацию Балинта. Первоначальные обсуждения и некоторые испытания видеоконференционных платформ привели к ежемесячным групповым совещаниям через интернет. Опросы оценивали каждую отдельную сессию, а также ежеквартальный прогресс группы. Элементы обследования были заимствованы из существующих обследований, используемых американским и немецким обществами Балинта. Результаты сессионных опросов продемонстрировали эффективность платформы видеоконференцсвязи для созыва группы Балинта, причём большинство участников выразило согласие с пунктами опроса, оценивающими каждую сессию. Ежеквартальные ответы на опросы были более позитивными, отражая согласие с результатами, полученными от личных групп Балинта. Пилотный проект Balint 2.0 продемонстрировал способность группы Balint успешно собираться через интернет и достигать общих результатов личного совещания группы Balint. Движение молодых врачей и Международная федерация Балинта планируют расширить эту работу на основе данного успешного пилотного проекта [8].

По мере развития системы здравоохранения люди всё чаще обращаются за медицинской помощью в виртуальную среду. Медсёстры вполне готовы расширить сферу своей практики в этих условиях, которые могут выйти за пределы времени, пространства и местоположения [9]. В качестве виртуальных помощников разрабатываются медсёстры. Команда «Виртуально интегрированная помощь» – это модель оказания медицинской помощи, в которой используются технологии для виртуального привлечения опытных медсестёр к пациентам. Данная технология позволяет виртуальной медсестре направлять и контролировать уход за пациентом, взаимодействуя с ним. Основными её функциями являются обучение пациентов, наставничество персонала, наблюдение за качеством и безопасностью пациентов в режиме реального времени, мероприятия по приёму и выписке [10]. На основе философии расширения прав и возможностей была разработана виртуальная сестринская помощь, направленная на лечение людей, живущих с ВИЧ, для управления их ежедневной антиретровирусной терапией [11]. Таким образом, виртуальные медсёстры, выполняя качественно свою работу, приносят пользу пациентам и медицинским работникам [12].

Интеллектуальные разговорные агенты и виртуальные помощники, такие как чат-боты и голосовые помощники, используются для расширения возможностей медицинских служб по выявлению симптомов, предоставлению медицинской информации и снижению воздействия [13].

Голосовые помощники – это программные агенты, которые могут интерпретировать человеческую речь и реагировать с помощью синтезированных голосов [14]. Голосовые помощники имеют много потенциальных вариантов использования в здравоохранении, включая образование, отслеживание и мониторинг здоровья, а также помощь в поиске поставщиков медицинских услуг [15]. Применяя данные технологии, разрабатываются инновационные мобильные приложения для отчётности о потреблении пищи [7]. Также цифровые голосовые помощники способны реагировать на речь человека: отвечать на вопросы пациента, предоставлять необходимую медицинскую информацию, и в настоящее время проводятся исследования для улучшения качества их работы [16].

Голосовые технологии предлагают ряд новых и многообещающих стратегий клинического лечения диабета. Включение голосовых виртуальных помощников (таких как Apple Siri и Microsoft Cortana) в программы лечения диабета может повысить осведомлённость пациентов и их приверженность, облегчить комплексную интеграцию поставщика и пациента и сбор данных, ускорить консультации, процедуры и приготовление еды. Данное исследование представит качественный обзор литературы о существующих и предполагаемых применениях голосовых технологий в лечении диабета [17].

Таким образом, виртуальные помощники открывают перед медицинскими учреждениями новую возможность снизить затраты за счёт автоматизации тривиальных и повторяющихся задач. Одновременно виртуальные ассистенты помогают пациентам, оказывая им более удобную медицинскую помощь, проецируя безусловное сочувствие и терпение [7]. Голосовые технологии, предоставляя медицинскую информацию, улучшают качество работы врача и, отвечая на вопросы, помогают пациентам в лечении [16].

В век цифровой стоматологии виртуальное планирование лечения становится всё более важным элементом стоматологической практики. Благодаря новым технологическим достижениям в области компьютерного проектирования и автоматизированного производства (CAD/CAM) зубных реставраций предсказуемое междисциплинарное лечение с использованием подхода обратного планирования представляется полезным и осуществимым [18]. Виртуальная реальность – это компьютерная технология, связанная с будущим стоматологии и стоматологической практики [19-21]. Виртуальный артикулятор – одно из таких приложений в ортопедической и реставрационной стоматологии, основанное на виртуальной реальности, которое значительно снизит ограничения механического артикулятора и за счёт моделирования реальных данных пациента позволит проводить анализ статической и динамической окклюзии, а также соотношения челюстей [22].

Использование новейших технологий в дополненной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR) позволили разработать стоматологической школой США виртуальную стоматологическую библиотеку и виртуальный тест идентификации зубов AR. AR-тест на идентификацию виртуальных зубов – это приложение AR на основе зрения, в котором в качестве тестовых объектов используются трёхмерные модели удалённых человеческих зубов [23-25].

Хирургия виртуальной реальности (VR) с использованием устройств Oculus Rift и Leap Motion – это мультисенсорный, целостный хирургический опыт обучения. Комбинация мультимедиа, включающая видео в формате 360°, трёхмерное взаимодействие и стереоскопическое видео в виртуальной реальности,

была разработана, чтобы позволить слушателям испытать реалистичную операционную среду. Нововведение позволяет стажёрам взаимодействовать с отдельными компонентами челюстно-лицевой анатомии и применять хирургические инструменты, одновременно просматривая стереоскопические трёхмерные видеоролики операции крупным планом. В этом исследовании был разработан и утверждён новый обучающий инструмент для остеотомии LeFort I, основанный на иммерсивной виртуальной реальности (iVR). Семь консультантов-стоматологов и челюстно-лицевых хирургов оценили заявку на предмет достоверности лица и содержания. Используя структурированный процесс оценки, хирурги прокомментировали содержание разработанного обучающего инструмента, его реалистичность и удобство использования, а также применимость хирургии виртуальной реальности для ортогнатической хирургической подготовки. Результаты подтвердили клиническую применимость виртуальной реальности для обучения ортогнатической хирургии, которая развивалась на протяжении всей хирургической карьеры, поскольку ортогнатические хирургические цели эволюционировали, чтобы стать, в первую очередь, эстетическими [26-28].

Последние технологические достижения открывают новые возможности для применения в восстановительной стоматологии, ортодонтии и эндодонтии [29]. В отделении амбулаторной хирургии 20 пациентов с оценкой >11 баллов по Амстердамской шкале предоперационной тревожности и информации (APAIS) были практически погружены в естественную Вселенную на 5 минут. Их уровни стресса оценивались до и после этого опыта с помощью визуальной аналоговой шкалы (VAS), путём измерения уровня кортизола в слюне и определения физиологического стресса на основе показателей когерентности сердца. Оценка VAS была значительно снижена после моделирования ($p < 0,009$), как и уровень кортизола слюнных желёз. Таким образом, виртуальная реальность позволяет пациентам погрузиться в расслабляющую, умиротворяющую обстановку. Она представляет собой неинвазивный способ снижения уровня предоперационного стресса без каких-либо побочных эффектов и без необходимости привлечения дополнительного медицинского или парамедицинского персонала [30].

3D-визуализация в стоматологии играет важную роль в диагностике и планировании лечения [31]. Благодаря достижениям в области медицинской визуализации и компьютерного программирования двумерные осевые изображения могут быть обработаны в другие переформатированные представления (сагиттальные и корональные) и трёхмерные (3D) виртуальные модели, представляющие собственную анатомию пациента. Эта обработанная цифровая информация может быть детально проанализирована хирургами-ортопедами для выполнения специфических для пациента ортопедических процедур [32]. Модели и руководства, напечатанные на 3D-принтере, могут помочь операторам спланировать и решить сложное нехирургическое и хирургическое эндодонтическое лечение, а также могут помочь в приобретении навыков. Трёхмерная (3D) печать имеет множество применений и завоевала большой интерес в медицинском мире. Постоянное улучшение качества 3D печатных приложений способствовало их более широкому использованию на пациентах [33]. Также применяют 3D технологии в первичных и вторичных реконструктивных случаях пациентов, страдающих раком головы и шеи [34]. Тактильные тренажёры могут помочь в развитии навыков эндодонтических процедур путём приобретения психомоторных навыков. Таким образом, в настоящее время рассматриваются потенциальные применения 3D печатных мо-

делей и руководств, а также имитаторов осязания в обучении и управлении эндодонтическими процедурами [35].

Если трёхмерная рентгенограмма, которая в современной стоматологии часто состоит из набора данных конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ), доступна для компьютеризированного планирования имплантата, трёхмерное планирование также должно учитывать функциональные ортопедические аспекты. В обычном рабочем процессе КЛКТ выполняется с помощью специально изготовленной рентгеноконтрастной ортопедической установки, которая делает желаемую ортопедическую ситуацию видимой во время виртуального планирования имплантата. Если выбран исключительно цифровой рабочий процесс, снимаются внутриротовые цифровые слепки. На этих цифровых моделях конструируются желаемые протезные супраструктуры. Все наборы данных виртуально накладываются процессом «регистрации» на соответствующие структуры (зубы) в КЛКТ. Таким образом, как костные, так и протезные структуры видны в одном трёхмерном приложении и позволяют рассматривать хирургические и протезные аспекты. После определения положения имплантата на экране компьютера в цифровом виде создаётся шаблон для сверления. Согласно этому проекту (CAD) шаблон печатается или фрезеруется в процессе CAM. Этот шаблон является первым физически существующим продуктом во всём рабочем процессе [36].

Особое место среди современных технологий занимает телемедицина, которая используется для ухода за пациентами в отдалённых районах, чтобы помочь опытным хирургам, помочь другим специалистам в офисе или начинающим хирургам в операционной, а также для помощи в обучении хирургов следующего поколения. У врачей есть много возможностей применять эту технологию для оптимизации своей практики [37]. Telecare развивается по всему миру, как и сети медсестёр, которые практикуют его, и исследователей, которые анализируют результаты [38]. Коммуникационные технологии всё чаще используются в приложениях телемедицины для улучшения доступа к медицинскому обслуживанию в сельских районах. Наиболее рентабельными являются приложения, оплачиваемые страховщиками, такие как использование телемедицины в радиологии, охране здоровья заключённых, психиатрии и уходе на дому [14]. Технологии мобильного здравоохранения могут улучшить коммуникацию и управление клинической информацией при бедствиях [39]. Таким образом, имеется большая потребность в исследованиях телемедицины для дальнейшего улучшенного его использования [30, 40-43].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Виртуальные технологии открыли новые возможности в развитии медицины и работе медицинских сотрудников. Стоматология продвигается, используя виртуальную реальность, на которой разрабатываются приложения для обучения студентов и компьютерные системы для проведения лечения пациентов, виртуальных помощников, основанных на искусственном интеллекте, которые выполняют различные функции медсестёр и другие программы. ИИ – это очень мощный инструмент, и вся медицинская профессия несёт ответственность за достижение положительного симбиоза между клиническим смыслом и ИИ. Голосовые помощники активно используются в здравоохранении. Также трёхмерная печать применяется в разных направлениях стоматологии: эндодонтии, хирургии, ортопедии. Виртуальные технологии вносят большой вклад в развитие медицины.

ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Kapoor R, Walters SP, Lama A-A. The current state of artificial intelligence in ophthalmology. *Survey of Ophthalmology*. 2018;64(2):233-40. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2018.09.002>
2. Benke K, Benke G. Artificial intelligence and big data in public health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018;15(12):2796. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph15122796>
3. Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*. 2017;69:36-40. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.01.011>
4. Bouletreau P, Makaremi M, Ibrahim B, Louvrier A, Sigaux N. Artificial intelligence: applications in orthognathic surgery. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*. 2019;120(4):347-54. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2019.06.001>
5. Lieblisch SE, Kleiman MA, Zak MJ. Dentoalveolar surgery. *Oral and Maxillofacial Surgery*. 2012;70(11):50-71. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joms.2012.07.031>
6. Grischke J, Johannsmeier L, Eich L, Griga L, Haddadin S. Dentronics: towards robotics and artificial intelligence in dentistry. *Dental Materials*. 2020;36(6):765-78. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.03.021>
7. Liu Y-C, Chen C-H, Lin Y-S, Chen H-Y, Irianti D, Jen T-N, et al. Design and usability evaluation of mobile voice-added food reporting for elderly people: randomized controlled trial. *JMIR mHealth and uHealth*. 2020;8(9):e20317. Available from: <https://doi.org/10.2196/20317>
8. Donald Nease EJ, Lichtenstein A, Luis P-C, Hoedebecke K. Balint 2.0: a virtual Balint group for doctors around the world. *The International Journal of Psychiatry in Medicine*. 2018;53(3):115-25. Available from: <https://doi.org/10.1177/0091217418765036>
9. Fronczek AE. Nursing theory in virtual care. *Nursing Science Quarterly*. 2019;32(1):35-8. Available from: <https://doi.org/10.1177/0894318418807926>
10. Schuelke S, Aurit S, Connot N, Denney S. Virtual nursing: the new reality in quality care. *Nursing Administration Quarterly*. 2019;43(4):322-8. Available from: <https://doi.org/10.1097/NAQ.0000000000000376>
11. Cote J, Pilar R-G, Rouleau G, Saulnier D, Gueheneuc Y-G, Hernandez A, et al. A nursing virtual intervention: real-time support for managing antiretroviral therapy. *Computer, Informatics, Nursing*. 2011;29(1):43-51. Available from: <https://doi.org/10.1097/NCN.0b013e3181f9dc02>
12. Schuelke S, Aurit S, Connot N, Denney S. The effect of virtual nursing and missed nursing care. *Nursing Administration Quarterly*. 2020;44(3):280-7. Available from: <https://doi.org/10.1097/NAQ.0000000000000419>
13. Sezgin E, Huang Y, Ramtekkar U, Lin S. Readiness for voice assistants to support healthcare delivery during a health crisis and pandemic. *NPJ Digital Medicine*. 2020;3:122. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41746-020-00332-0>
14. Hoy MB. Alexa, Siri, Cortana, and more: an introduction to voice assistants. *Medical Reference Services Quarterly*. 2018;37(1):81-8. Available from: <https://doi.org/10.1080/02763869.2018.1404391>
15. Chung AE, Griffin AC, Selezneva D, Gotz D. Health and fitness apps for hands-free voice-activated assistants: content analysis. *JMIR mHealth and uHealth*. 2018;6(9):e174. Available from: <https://doi.org/10.2196/mhealth.9705>
16. Palanica A, Thommandram A, Lee A, Li M, Fossat Y. Do you understand the words that are comin outta my mouth? Voice assistant comprehension of medication names. *NPJ Digital Medicine*. 2019;25:50. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0133-x>
17. Tan S, Fatehi F. Sweet talking: voice technology and virtual assistants in clinical diabetes management. *Studies in Health Technology and Informatics*. 2019;264:1787-8. Available from: <https://doi.org/10.3233/SHTI190648>
18. Calabro RS, Naro A, Russo M, Leo A, Luca RD, Balletta T, et al. The role of virtual reality in improving motor performance as revealed by EEG: a randomized clinical trial. *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation*. 2017;14(1):53. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0268-4>
19. Головченко СГ, Денисенко ЛН, Федотова ЮМ. Совершенствование образовательных технологий профессиональной подготовки врачей-стоматологов. *Фундаментальные исследования*. 2014;10:1085-8.
1. Kapoor R, Walters SP, Lama A-A. The current state of artificial intelligence in ophthalmology. *Survey of Ophthalmology*. 2018;64(2):233-40. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2018.09.002>
2. Benke K, Benke G. Artificial intelligence and big data in public health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018;15(12):2796. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph15122796>
3. Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*. 2017;69:36-40. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.01.011>
4. Bouletreau P, Makaremi M, Ibrahim B, Louvrier A, Sigaux N. Artificial intelligence: applications in orthognathic surgery. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*. 2019;120(4):347-54. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2019.06.001>
5. Lieblisch SE, Kleiman MA, Zak MJ. Dentoalveolar surgery. *Oral and Maxillofacial Surgery*. 2012;70(11):50-71. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joms.2012.07.031>
6. Grischke J, Johannsmeier L, Eich L, Griga L, Haddadin S. Dentronics: towards robotics and artificial intelligence in dentistry. *Dental Materials*. 2020;36(6):765-78. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.03.021>
7. Liu Y-C, Chen C-H, Lin Y-S, Chen H-Y, Irianti D, Jen T-N, et al. Design and usability evaluation of mobile voice-added food reporting for elderly people: randomized controlled trial. *JMIR mHealth and uHealth*. 2020;8(9):e20317. Available from: <https://doi.org/10.2196/20317>
8. Donald Nease EJ, Lichtenstein A, Luis P-C, Hoedebecke K. Balint 2.0: a virtual Balint group for doctors around the world. *The International Journal of Psychiatry in Medicine*. 2018;53(3):115-25. Available from: <https://doi.org/10.1177/0091217418765036>
9. Fronczek AE. Nursing theory in virtual care. *Nursing Science Quarterly*. 2019;32(1):35-8. Available from: <https://doi.org/10.1177/0894318418807926>
10. Schuelke S, Aurit S, Connot N, Denney S. Virtual nursing: the new reality in quality care. *Nursing Administration Quarterly*. 2019;43(4):322-8. Available from: <https://doi.org/10.1097/NAQ.0000000000000376>
11. Cote J, Pilar R-G, Rouleau G, Saulnier D, Gueheneuc Y-G, Hernandez A, et al. A nursing virtual intervention: real-time support for managing antiretroviral therapy. *Computer, Informatics, Nursing*. 2011;29(1):43-51. Available from: <https://doi.org/10.1097/NCN.0b013e3181f9dc02>
12. Schuelke S, Aurit S, Connot N, Denney S. The effect of virtual nursing and missed nursing care. *Nursing Administration Quarterly*. 2020;44(3):280-7. Available from: <https://doi.org/10.1097/NAQ.0000000000000419>
13. Sezgin E, Huang Y, Ramtekkar U, Lin S. Readiness for voice assistants to support healthcare delivery during a health crisis and pandemic. *NPJ Digital Medicine*. 2020;3:122. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41746-020-00332-0>
14. Hoy MB. Alexa, Siri, Cortana, and more: an introduction to voice assistants. *Medical Reference Services Quarterly*. 2018;37(1):81-8. Available from: <https://doi.org/10.1080/02763869.2018.1404391>
15. Chung AE, Griffin AC, Selezneva D, Gotz D. Health and fitness apps for hands-free voice-activated assistants: content analysis. *JMIR mHealth and uHealth*. 2018;6(9):e174. Available from: <https://doi.org/10.2196/mhealth.9705>
16. Palanica A, Thommandram A, Lee A, Li M, Fossat Y. Do you understand the words that are comin outta my mouth? Voice assistant comprehension of medication names. *NPJ Digital Medicine*. 2019;25:50. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0133-x>
17. Tan S, Fatehi F. Sweet talking: voice technology and virtual assistants in clinical diabetes management. *Studies in Health Technology and Informatics*. 2019;264:1787-8. Available from: <https://doi.org/10.3233/SHTI190648>
18. Calabro RS, Naro A, Russo M, Leo A, Luca RD, Balletta T, et al. The role of virtual reality in improving motor performance as revealed by EEG: a randomized clinical trial. *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation*. 2017;14(1):53. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0268-4>
19. Golovchenko CG, Denisenko LN, Fedotova YuM. Sovershenstvovanie obrazovatel'nykh tekhnologiy professional'noy podgotovki vrachey-stomatologov [Improvement of educational technologies for professional training of dentists]. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014;10:1085-8.

20. Beheiry ME, Doutreligne S, Caporal C, Ostertag C, Dahan M, Masson J-B. Virtual reality: beyond visualization. *Journal of Molecular Biology*. 2019;431(7):1315-21. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2019.01.033>
21. Kim K, Choi B, Lim W. The efficacy of virtual reality assisted versus traditional rehabilitation intervention on individuals with functional ankle instability: a pilot randomized controlled trial. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 2019;14(3):276-80. Available from: <https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1429501>
22. Koralakunte PR, Aljanakh M. The role of virtual articulator in prosthetic and restorative dentistry. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2014;8(7):ZE25-8. Available from: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/8929.4648>
23. Hera K-B, Karl E, Sherbel J, Sytek L, Ramaswamy V. Validity and user experience in an augmented reality virtual tooth identification test. *Journal of Dental Education*. 2019;83(11):1345-52. Available from: <https://doi.org/10.21815/JDE.019.139>
24. Izard SG, Juanes JA, García Peñalvo FJ, Estella JMG, Ledesma MJS, Ruisoto P. Virtual reality as an educational and training tool for medicine. *J Med Syst*. 2018;42(3):50. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10916-018-0900-2>
25. Huang T-K, Yang C-H, Hsieh Y-H, Wang J-C, Hung C-C. Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) applied in dentistry. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2018;34(4):243-8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2018.01.009>
26. Rosen HM. Evolution of a surgical philosophy in orthognathic surgery. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2017;139(4):978-90. Available from: <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000003216>
27. Pulijala Y, Ma M, Pears M, Peebles D, Ayoub A. An innovative virtual reality training tool for orthognathic surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2018;47(9):1199-205. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2018.01.005>
28. Miki T, Iwai T, Kotani K, Dang J, Sawada H, Miyake M. Development of a virtual reality training system for endoscope-assisted submandibular gland removal. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2016;44(11):1800-5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2016.08.018>
29. Kwon H-B, Park Y-S, Han J-S. Augmented reality in dentistry: a current perspective. *Acta Odontol Scand*. 2018;76(7):497-503. Available from: <https://doi.org/10.1080/00016357.2018.1441437>
30. Ganry L, Hersant B, Sidahmed-Mezi M, Dhonneur G, Meningaud JP. Using virtual reality to control preoperative anxiety in ambulatory surgery patients: a pilot study in maxillofacial and plastic surgery. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*. 2018;119(4):257-61. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2017.12.010>
31. Moser N, Santander P, Quast A. From 3D imaging to 3D printing in dentistry – a practical guide. *International Journal of Computerized Dentistry*. 2018;21(4):345-56.
32. Wong KC. 3D-printed patient-specific applications in orthopedics. *Orthopedic Research and Reviews*. 2016;8:57-66. Available from: <https://doi.org/10.2147/ORR.S99614>
33. Tack P, Victor J, Gemmel P, Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. *Biomedical Engineering Online*. 2016;15(1):115. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12938-016-0236-4>
34. Witjes MJH, Schepers RG, Kraeima J. Impact of 3D virtual planning on reconstruction of mandibular and maxillary surgical defects in head and neck oncology. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*. 2018;26(2):108-14. Available from: <https://doi.org/10.1097/MOO.0000000000000437>
35. Shah P, Chong BS. 3D imaging, 3D printing and 3D virtual planning in endodontics. *Clinical Oral Investigations*. 2018;22(2):641-654. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2338-9>
36. Reich S, Kern T, Ritter L. Options in virtual 3D, optical-impression-based planning of dental implants. *International Journal of Computerized Dentistry*. 2014;17(2):101-13.
37. Huang EY, Knight S, Guetter CR, Davis CH, Moller M, Slama E, et al. Telemedicine and telementoring in the surgical specialties: A narrative review. *American Journal of Surgery*. 2019;218(4):760-6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2019.07.018>
38. Bartz CC. Nursing care in telemedicine and telehealth across the world. *Soins; La Revue de Reference Infirmiere*. 2016;61:57-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.soin.2016.09.013>
39. Case T, Morrison C, Vuylsteke A. The clinical application of mobile technology to disaster medicine. *Prehospital and Disaster Medicine*. 2012;27(5):473-80. Available from: <https://doi.org/10.1017/S1049023X12001173>
20. Beheiry ME, Doutreligne S, Caporal C, Ostertag C, Dahan M, Masson J-B. Virtual reality: beyond visualization. *Journal of Molecular Biology*. 2019;431(7):1315-21. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2019.01.033>
21. Kim K, Choi B, Lim W. The efficacy of virtual reality assisted versus traditional rehabilitation intervention on individuals with functional ankle instability: a pilot randomized controlled trial. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 2019;14(3):276-80. Available from: <https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1429501>
22. Koralakunte PR, Aljanakh M. The role of virtual articulator in prosthetic and restorative dentistry. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2014;8(7):ZE25-8. Available from: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/8929.4648>
23. Hera K-B, Karl E, Sherbel J, Sytek L, Ramaswamy V. Validity and user experience in an augmented reality virtual tooth identification test. *Journal of Dental Education*. 2019;83(11):1345-52. Available from: <https://doi.org/10.21815/JDE.019.139>
24. Izard SG, Juanes JA, García Peñalvo FJ, Estella JMG, Ledesma MJS, Ruisoto P. Virtual reality as an educational and training tool for medicine. *J Med Syst*. 2018;42(3):50. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10916-018-0900-2>
25. Huang T-K, Yang C-H, Hsieh Y-H, Wang J-C, Hung C-C. Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) applied in dentistry. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2018;34(4):243-8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2018.01.009>
26. Rosen HM. Evolution of a surgical philosophy in orthognathic surgery. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2017;139(4):978-90. Available from: <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000003216>
27. Pulijala Y, Ma M, Pears M, Peebles D, Ayoub A. An innovative virtual reality training tool for orthognathic surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2018;47(9):1199-205. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2018.01.005>
28. Miki T, Iwai T, Kotani K, Dang J, Sawada H, Miyake M. Development of a virtual reality training system for endoscope-assisted submandibular gland removal. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2016;44(11):1800-5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2016.08.018>
29. Kwon H-B, Park Y-S, Han J-S. Augmented reality in dentistry: a current perspective. *Acta Odontol Scand*. 2018;76(7):497-503. Available from: <https://doi.org/10.1080/00016357.2018.1441437>
30. Ganry L, Hersant B, Sidahmed-Mezi M, Dhonneur G, Meningaud JP. Using virtual reality to control preoperative anxiety in ambulatory surgery patients: a pilot study in maxillofacial and plastic surgery. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*. 2018;119(4):257-61. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2017.12.010>
31. Moser N, Santander P, Quast A. From 3D imaging to 3D printing in dentistry – a practical guide. *International Journal of Computerized Dentistry*. 2018;21(4):345-56.
32. Wong KC. 3D-printed patient-specific applications in orthopedics. *Orthopedic Research and Reviews*. 2016;8:57-66. Available from: <https://doi.org/10.2147/ORR.S99614>
33. Tack P, Victor J, Gemmel P, Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. *Biomedical Engineering Online*. 2016;15(1):115. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12938-016-0236-4>
34. Witjes MJH, Schepers RG, Kraeima J. Impact of 3D virtual planning on reconstruction of mandibular and maxillary surgical defects in head and neck oncology. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*. 2018;26(2):108-14. Available from: <https://doi.org/10.1097/MOO.0000000000000437>
35. Shah P, Chong BS. 3D imaging, 3D printing and 3D virtual planning in endodontics. *Clinical Oral Investigations*. 2018;22(2):641-654. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2338-9>
36. Reich S, Kern T, Ritter L. Options in virtual 3D, optical-impression-based planning of dental implants. *International Journal of Computerized Dentistry*. 2014;17(2):101-13.
37. Huang EY, Knight S, Guetter CR, Davis CH, Moller M, Slama E, et al. Telemedicine and telementoring in the surgical specialties: A narrative review. *American Journal of Surgery*. 2019;218(4):760-6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2019.07.018>
38. Bartz CC. Nursing care in telemedicine and telehealth across the world. *Soins; La Revue de Reference Infirmiere*. 2016;61:57-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.soin.2016.09.013>
39. Case T, Morrison C, Vuylsteke A. The clinical application of mobile technology to disaster medicine. *Prehospital and Disaster Medicine*. 2012;27(5):473-80. Available from: <https://doi.org/10.1017/S1049023X12001173>

40. Torre-Diez IDL, Lopez-Coronado M, Vaca C, Aguado JS, Castro CD. Cost-utility and cost-effectiveness studies of telemedicine, electronic, and mobile health systems in the literature: a systematic review. *Telemedicine Journal and E-Health*. 2015;21(2):81-5. Available from: <https://doi.org/10.1089/tmj.2014.0053>
41. Аполихин ОИ, Шадркин ИА, Перхов ВИ, Сабгайда ТП, Леонов СА. Научное обоснование организации медицинской помощи пациентам с урологическими заболеваниями на базе телемедицинских технологий. *Урологические ведомости*. 2017;7(3):14-21.
42. Шепель РН, Кутчер АВ, Ваховская ТВ, Драпкина ОМ. История развития телемедицины в Российской Федерации. *Неотложная кардиология и кардиоваскулярные риски*. 2019;3(2):765-71.
43. Бабенко АИ, Кострубин СА, Бабенко ЕА. Востребованность медицинских технологий при оказании стоматологической помощи взрослому населению в поликлинике. *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2020;28(3):444-8. Available from: <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2020-28-3-444-448>
40. Torre-Diez IDL, Lopez-Coronado M, Vaca C, Aguado JS, Castro CD. Cost-utility and cost-effectiveness studies of telemedicine, electronic, and mobile health systems in the literature: a systematic review. *Telemedicine Journal and E-Health*. 2015;21(2):81-5. Available from: <https://doi.org/10.1089/tmj.2014.0053>
41. Apolikhin OI, Shaderkin IA, Perkhov VI, Sabgayda TP, Leonov SA. Nauchnoe obosnovanie organizatsii meditsinskoy pomoshchi patsientam s urologicheskimi zabolevaniyami na baze telemeditsinskikh tekhnologiy [Scientific substantiation of the organization of medical care for patients with urological diseases based on telemedicine technologies]. *Urologicheskie vedomosti*. 2017;7(3):14-21.
42. Shepel RN, Kutcher AV, Vakhovskaya TV, Drapkina OM. Istoriya razvitiya telemeditsiny v Rossiyskoy Federatsii [History of telemedicine in the Russian Federation]. *Neotlozhnaya kardiologiya i kardiovaskulyarnye riski*. 2019;3(2):765-71.
43. Babenko AI, Kostrubin SA, Babenko EA. Vostrebovannost' meditsinskikh tekhnologiy pri okazanii stomatologicheskoy pomoshi vzrosloму naseleniyu v poliklinike [The demand for medical technologies during provision of stomatological care to adult population in polyclinic]. *Problemy sotsialnoy gigieny, zdravoookhraneniya i istorii meditsiny*. 2019;27(5):796-802. Available from: <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2020-28-3-444-448>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Казумян Сабина Врамовна, студентка 2 курса, Институт стоматологии им. Е.В. Боровского, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова
ORCID ID: 0000-0002-1420-0770
E-mail: sabina.kazumyan@yandex.ru

Дегтев Иван Антонович, студент 2 курса, Институт стоматологии им. Е.В. Боровского, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова
ORCID ID: 0000-0001-9256-8741
E-mail: funnybarboss@mail.ru

Борисов Виталий Викторович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний, Институт стоматологии им. Е.В. Боровского, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова
Researcher ID: T-2504-2017
Scopus ID: 57204615723
ORCID ID: 0000-0001-6233-0775
SPIN-код: 9738-3412
Author ID: 780997
E-mail: karapeta@yandex.ru

Ершов Кирилл Александрович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний, Институт стоматологии им. Е.В. Боровского, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова
Researcher ID: P-8176-2019
Scopus ID: 57204619679
ORCID ID: 0000-0003-4547-2821
SPIN-код: 1235-2135
Author ID: 835713
E-mail: carriesmedia197@gmail.com

Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования авторы не получали

Конфликт интересов: отсутствует

AUTHOR INFORMATION

Kazumyan Sabina Vramovna, 2nd-year Student, E.V. Borovsky Institute of Dentistry, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University
ORCID ID: 0000-0002-1420-0770
E-mail: sabina.kazumyan@yandex.ru

Degtev Ivan Antonovich, 2nd-year Student, E.V. Borovsky Institute of Dentistry, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University
ORCID ID: 0000-0001-9256-8741
E-mail: funnybarboss@mail.ru

BorISOV Vitaliy Viktorovich, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Propedeutics of Dental Diseases, E.V. Borovsky Institute of Dentistry, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University
Researcher ID: T-2504-2017
Scopus ID: 57204615723
ORCID ID: 0000-0001-6233-0775
SPIN: 9738-3412
Author ID: 780997
E-mail: karapeta@yandex.ru

Ershov Kirill Aleksandrovich, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Propedeutics of Dental Diseases, E.V. Borovsky Institute of Dentistry, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University
Researcher ID: P-8176-2019
Scopus ID: 57204619679
ORCID ID: 0000-0003-4547-2821
SPIN: 1235-2135
Author ID: 835713
E-mail: carriesmedia197@gmail.com

Information about the source of support in the form of grants, equipment, and drugs

The authors did not receive financial support from manufacturers of medicines and medical equipment

Conflicts of interest: The authors have no conflicts of interest

✉ АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

Борисов Виталий Викторович

кандидат медицинских наук, доцент кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний, Институт стоматологии им. Е.В. Боровского, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова

119992, Российская Федерация, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

Тел.: +7 (499) 1760116

E-mail: karapeta@yandex.ru

✉ ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Borisov Vitaliy Viktorovich

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Propedeutics of Dental Diseases, E.V. Borovsky Institute of Dentistry, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

119992, Russian Federation, Moscow, Trubetskaya str., 8, bldg. 2

Tel.: +7 (499) 1760116

E-mail: karapeta@yandex.ru

ВКЛАД АВТОРОВ

Разработка концепции и дизайна исследования: КСВ, ДИА, БВВ, ЕКА

Сбор материала: КСВ, БВВ

Анализ полученных данных: КСВ, ДИА, БВВ, ЕКА

Подготовка текста: КСВ, ДИА, БВВ, ЕКА

Редактирование: КСВ, ДИА, БВВ, ЕКА

Общая ответственность: БВВ

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conception and design: KSV, DIA, BVV, EKA

Data collection: KSV, BVV

Analysis and interpretation: KSV, DIA, BVV, EKA

Writing the article: KSV, DIA, BVV, EKA

Critical revision of the article: KSV, DIA, BVV, EKA

Overall responsibility: BVV

Поступила 30.11.2020

Принята в печать 28.12.2020

Submitted 30.11.2020

Accepted 28.12.2020