



ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ дополненной реальности при оперативных вмешательствах на верхней челюсти. Клинический случай

А.В.Лысенко

• старший научный сотрудник
отдела челюстно-лицевой
хирургии, НИИ стоматологии
и челюстно-лицевой хирургии
Адрес: 197101, СПб., Петроградская наб., д. 44
Тел.: +7 (812) 429-03-33
E-mail: Lysenko.anna@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5625-1085>

А.Я.Разумова

• к.м.н., доцент кафедры стоматологии
хирургической и челюстно-лицевой хирургии,
ПСПбГМУ им. акад. И.П.Павлова
Адрес: 197022, СПб., ул. Льва Толстого, д. 6/8
Тел.: +7 (812) 429-03-37
E-mail: alserova@yandex.ru
<http://orcid.org/0000-0002-0415-3413>

А.И.Яременко

• д.м.н., профессор, заведующий
кафедрой стоматологии хирургической
и челюстно-лицевой хирургии,
ПСПбГМУ им. акад. И.П.Павлова
Адрес: 197022, СПб., ул. Льва Толстого, д. 6/8
Тел.: +7 (812) 429-03-37
E-mail: ayaremenko@me.com
<http://orcid.org/0000-0002-7700-7724>

В.М.Иванов

• д.ф.-м.н., профессор, Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра Великого
Адрес: 195251, СПб., Политехническая ул., д. 29
Тел.: +7 (812) 552-64-37
E-mail: voliva@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8194-2718>

С.В.Стрелков

• ведущий программист, Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра
Великого, Санкт-Петербург
Адрес: 195251, СПб., Политехническая ул., д. 29
Тел.: +7 (812) 552-64-37
E-mail: sergin3d2d@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4830-5407>

Резюме. В этой статье описывается использование технологии дополненной реальности в лечении одонтогенной кисты верхней челюсти при помощи совмещения изображения компьютерной томографии в очках HoloLens. Чтобы получить трехмерное представление об образовании, разработана специальная регулируемая рамка с маркером для позиционирования голограмм анатомических структур в смешанной реальности.

Ключевые слова: дополненная реальность, верхняя челюсть, рамка, маркер, киста.

The use of augmented reality technology in surgical interventions on the upper jaw. Clinical case (A.V.Lysenko, A.Y.Razumova, A.I.Yaremenko, V.M.Ivanov, S.V.Strelkov).

Summary. This report describes the use of augmented reality technology in the treatment of an odontogenic cyst of the upper jaw by combining the image of computed tomography in HoloLens glasses. To get a three-dimensional view of education, a special adjustable frame with a marker has been developed for positioning holograms of anatomical structures in mixed reality.

Key words: augmented reality, upper jaw, frame, marker, cyst.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день технологии дополненной реальности прочно вошли в обычную жизнь человека. Они применяются в образовании, робототехнике, военной промышленности и т.д. [2]. В челюстно-лицевой хирургии данные технические достижения также являются перспективным направлением [4]. Изучение применения дополненной реальности, главным образом, проводится в дентальной имплантации, ортогнатической хирургии и пластической хирургии [5]. Например, была разработана система для отображения пучков альвеолярных нервов в челюстно-лицевой хирургии. Для установления связи между виртуальным изображением и реальным объектом был использован новый подход, основанный на маркерах внутри окклюзионной шины [6].

Применение технологии дополненной реальности позволит проводить оперативные вмешательства со значительной точностью, определять границы образования, место доступа, проводить дополнительную предоперационную подготовку [3].

Одними из самых частых оперативных вмешательств в области челюсти являются цистэктомия или цистостомия с резекцией верхушек корней.

При формировании доступа к полости кисты необходимо трепанировать наружную кортикальную пластинку, чтобы обнажить оболочку образования, избегая при этом

анатомических структур внутри нее, таких как сосудисто-нервный пучок, корни зубов или верхнечелюстная пазуха. Оперативные вмешательства, направленные на полное удаление образования или на уменьшение размера кисты за счет ее декомпрессии, зачастую сопряжены с риском травматизации анатомических структур.

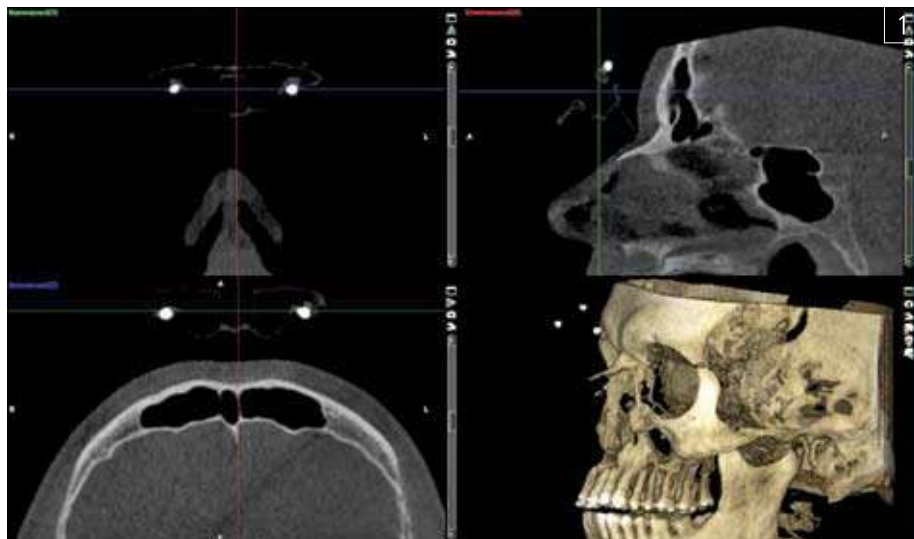
В практике наиболее часто встречаются следующие осложнения: парестезия на фоне травмы канала нерва, травма корней витальных зубов, прилегающих к образованию, перфорация полости гайморовой пазухи и полости носа. Развитие данных осложнений можно объяснить сложностью в сопоставлении данных рентгенологического исследования и зоны операции непосредственно в момент вмешательства.

Поэтому понимание и знание индивидуальных анатомических особенностей каждого пациента важны для разработки оптимального плана лечения и оценки риска хирургического вмешательства.

Целью данного исследования было изучение потенциала интраоперационного применения технологии дополненной реальности при лечении одонтогенной кисты верхней челюсти.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

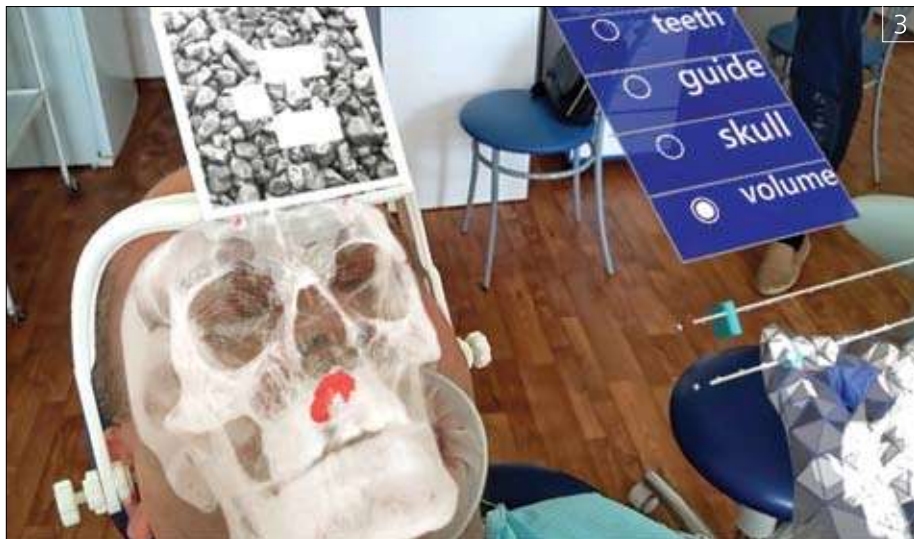
Пациент С., 48 лет, обратился в клинику стоматологии НИИ стоматологии и челю-



■Рис. 1
Конусно-лучевая компьютерная томография верхней челюсти пациента с рентгеноконтрастными метками



■Рис. 2
Очки дополненной реальности HoloLens (Microsoft Corporation, Redmond, WA)



■Рис. 3
Внешний вид пациента
в очках дополненной реальности
в режиме изображения черепа



■Рис. 4
Внешний вид протеза с небной стороны.
Видно отверстие декомпрессионной трубки

с реальными анатомическими структурами в полости рта в момент проведения оперативного вмешательства посредством технологии дополненной реальности. Совмещенная модель наглядно показывает анатомо-топографическое положение и геометрию образования. Эта информация позволила определить этапы и тактику хирургического лечения.

В представленном клиническом случае, по результатам сегментирования данных конусно-лучевой компьютерной томографии с последующим 3D-моделированием, выявлены топографические особенности образования, которые определили тактику лечения. Имея данные анатомо-топографического расположения, формы и объема кисты, проведена декомпрессия кисты для снижения травматичности хирургического лечения. Объем и топография кисты и прилегающих анатомических образований полностью соответствовали данным, полученным в ходе виртуального планирования.

Выводы

Сегментация данных конусно-лучевой компьютерной томографии челюстно-лицевой области позволяет распознать следующие анатомические объекты: кортикальный и губчатый слои костей, верхнечелюстной синус, полость носа, зубы, пагологические образования в толще челюстей, в том числе одонтогенные кисты, а также их взаимосвязь.

Наложение трехмерных моделей, полученных в результате сегментации данных конусно-лучевой компьютерной томографии, на реальные объекты при использовании технологии дополненной реальности является перспективным направлением, позволяющим точно и достоверно определить топографо-анатомическое расположения различных образований челюстей.

Применение технологии дополненной реальности в челюстно-лицевой хирургии позволит определить оптимальную тактику оперативного лечения, снизить риск развития осложнений и сократить время операции.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Иванов В.М., Клыгач А.С., Стрелков С.В. Держатель маркера, используемый для хирургии головы на основе смешанной реальности. Патент РФ № 202367, 2021 [Ivanov V.M., Klygach A.S., Strelkov S.V. Derzhatel' markera, ispol'zuemyj dlya hirurgii golovy na osnove smeshannoj real'nosti. Patent RF № 202367, 2021].
2. Ivanov V.M., Klygach A.S., Strelkov S.V., Shterenberg S., Levy J. Advances in augmented reality (AR) for medical simulation and training. 3C Tecnologia. Glosas de innovación aplicadas a la pyme. Edición Especial, April 2020, 303-312. <http://doi.org/10.17993/3ctecno.2020.specialissue5.303-31>
3. Ivanov V.M., Krivtsov A.M., Strelkov S.V., Kalakutskiy N.V., Yaremko A.I., Petropavlovskaya M.Yu., Portnova M.N., Lukina O.V., Litvinov A.P. Intraoperative use of mixed reality technology in median neck and branchial cyst excision // Future Internet 2021, 13(8), 214. <https://doi.org/10.3390/fi13080214>
4. Lysenko A., Razumova A., Yaremko A., Mirzakhmedov R., Zubareva A., Chibisova M. The First Clinical Use of Augmented Reality to Treat Salivary Stones. Case Reports in dentistry. 2020 Jul 9;2020:5960421. doi: 10.1155/2020/5960421
5. Zhu M., Liu F., Chai G., Pan J.J., Jiang T., Linh L., Xin Y., Zhang Y., Li Q. A novel augmented reality system for displaying alveolar nerve bundles in maxillofacial surgery. Scientific Reports. 2017;7(42365):1-10. doi: 10.1038/srep4236
6. Waard O., Baan F., Verhamme L., Breuing H., Kuijpers-Jagtman A.M., Maal T. A novel method for fusion of intra-oral scans and cone-beam computed tomography scans for orthognathic surgery planning. Craniomaxillofacial Surgery. 2016;44(2):160-166. doi: 10.1016/j.icms.2015.11.017

стно-лицевой хирургии с жалобами на дискомфорт в области отсутствующего зуба 1.2 и зубов 2.1-2.2.

Из данных анамнеза: В 2019 году производилось удаление зуба 12. Лечение зубов 2.1, 2.2 не проводилось.

Status localis: При осмотре лицо пациента было симметрично. Кожа лица физиологической окраски, без патологических высыпных элементов. Открывание рта в полном объеме, безболезненно. Глотание безболезненно. Регионарные лимфатические узлы не пальпировались. В полости рта слизистая оболочка бледно-розовая, умеренно увлажнена. При массаже околоушных и подчелюстных слюнных желез выделялась чистая слюна.

Выполнена конусно-лучевая компьютерная томография верхней челюсти (КЛКТ). Установлен диагноз: *резидуальная киста верхней челюсти от удаленного зуба 1.2.*

Чтобы получить трехмерное представление об образовании и его взаимосвязи с окружающими структурами, DICOM-файл рентгенологического исследования был загружен в программу сегментации медицинских изображений с открытым исходным кодом 3D-slicer. Выполнена сегментация кисты и ближайших анатомических образований.

Обнаружено, что корни зубов 2.1 и 2.2 не имеют непосредственной связи с кистой.

Оболочка кисты располагается в непосредственной близости к лунке удаленного зуба 1.2 в области вершины альвеолярного отростка верхней челюсти.

Учитывая большие размеры образования, его расположение и статус соседних зубов (зубы 2.1, 2.2 витальные), принято решение о проведении фистулизации кисты при поддержке дополненной реальности. Выполнено компьютерное планирование зоны фистулизации, с учетом анатомических особенностей, и спланирован дизайн декомпрессионной трубки: ее длина, ширина и расположение.

Для осуществления работы технологии дополненной реальности проведены подготовительные мероприятия. Разработана специальная регулируемая рамка с маркером для позиционирования голограмм анатомических структур в смешанной реальности, которая надевается на пациента и настраивается под параметры головы [1]. В эту рамку также встроены рентгеноконтрастные метки, по которым происходит привязка КЛКТ данных пациента к положению рамки. С использованием этой системы делается КЛКТ, и во время операции рамка снова надевается с выставленными параметрами, в результате чего она встает в то же положение, что было на КЛКТ (рис. 1).

В свою очередь, голограмма с анатомией пациента выставляется по маркеру, закрепленному на рамке, за счет использования встроенной в очки видеокамеры.

Изготовлен временный съемный протез со встроенной фистулой. Оперативное вмешательство выполнялось при поддержке дополненной реальности в очках HoloLens (Microsoft Corporation, Redmond, WA (рис. 2).

В момент формирования оперативно-го доступа хирург ориентировался на проекцию анатомических образований и рекомендуемый, заранее спланированный доступ к кисте (рис. 3).

Произведена установка фистулы по заранее изготовленным размерам, дополнительная ее коррекция не потребовалась.

Послеоперационный период протекал без особенностей. При контрольном осмотре на 3-и сутки после оперативного вмешательства не выявлено воспалительной реакции окружающих тканей. Промывание через фистулу не затруднено (рис. 4).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полученные в результате сегментации объекты кистозного образования, зубов и альвеолярного отростка верхней челюсти совмещены