

DOI: 10.18481/2077-7566-2023-19-3-114-118

УДК: 616.288.7-77:004.94

СРАВНЕНИЕ ТРАДИЦИОННОЙ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭПИТЕЗА УШНОЙ РАКОВИНЫ

Мурашов М. А., Степанова С. Ю., Платонова М. С., Гринденко С. С., Дерезина С. А.

Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова, г. Москва, Россия

Аннотация

Предмет исследования — цифровые и традиционные технологии изготовления эпитезов на примере ушной раковины.

Цель — сравнить различные методики изготовления эпитеза по следующим критериям: хронометраж, точность получаемого трехмерного изображения, эргономичность.

Методология. Исследование проведено на кафедре пропедевтики и технологий протезирования в стоматологии СФ, ФГБОУ ВО МГМСУ имени А. И. Евдокимова. Проводилось сканирование ушной раковины студентов-добровольцев тремя различными приложениями для смартфона, двумя внутриротными сканерами и лицевым сканером.

Результаты. 3D-изображение, получаемое с помощью камеры смартфона, является сопоставимым с моделями, полученными при помощи лицевых сканеров, при этом процесс сканирования простой и не требует специальных навыков. Лицевые сканеры — это дорогостоящее оборудование, требующее для правильного функционирования внимательного обслуживания и определенных навыков. Внутриротные сканеры изначально не предназначены для работы по изготовлению эпитезов лица, они захватывают интересующую поверхность частично, из-за чего требуется вмешательство оператора, что исключает точность изготовленной конструкции. Традиционный метод является наименее эргономичным, трудоемким и требует профессиональных компетенций, навыков в моделировании сложной анатомии эпитезов.

Выводы. Наиболее рациональным оказалось создание эпитеза ушной раковины с использованием смартфона из-за простоты и удобства в работе, при этом требуется минимальное вмешательство оператора в редактирование и доработку полученного изображения, что исключает наличие неточностей в готовой 3D-копии здоровой ушной раковины пациента.

Ключевые слова: эпитез ушной раковины, сканирование с помощью смартфона, 3D-сканирование, приложение для сканирования, лицевое протезирование, дефект ушной раковины

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Михаил Александрович МУРАШОВ ORCID ID 0000-0002-3309-538X

к.м.н., доцент кафедры пропедевтики и технологий протезирования в стоматологии СФ, Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова, г. Москва, Россия
mmurashov@yahoo.com

Светлана Юрьевна СТЕПАНОВА ORCID ID 0000-0001-5006-4799

ассистент кафедры пропедевтики и технологий протезирования в стоматологии СФ, Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова, г. Москва, Россия
sveta-for4ik@mail.ru

Мария Сергеевна ПЛАТОНОВА ORCID ID 0000-0002-0137-8579X

ассистент кафедры пропедевтики и технологий протезирования в стоматологии СФ, Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова, г. Москва, Россия
mashunya_s88@mail.ru

София Сергеевна ГРИНДЕНКО ORCID ID 0009-0005-6934-0008

студентка 2 курса стоматологического факультета, Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова, г. Москва, Россия
soft-dance20@mail.ru

Софья Алексеевна ДЕРЕЗИНА ORCID ID 0009-0001-6162-1228

студентка 1 курса стоматологического факультета, Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова, г. Москва, Россия
sofa2002@mail.ru

Адрес для переписки: Михаил Александрович МУРАШОВ

127206, г. Москва, ул. Вучетича, 9а, стр. 1

+7 (495) 7489119

mmurashov@yahoo.com

Образец цитирования:

Мурашов М. А., Степанова С. Ю., Платонова М. С., Гринденко С. С., Дерезина С. А.
СРАВНЕНИЕ ТРАДИЦИОННОЙ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ЭПИТЕЗА УШНОЙ РАКОВИНЫ. Проблемы стоматологии. 2023; 3: 114-118.

© Мурашов М. А. и др., 2023

DOI: 10.18481/2077-7566-2023-19-3-114-118

Поступила 27.09.2023. Принята к печати 21.10.2023

DOI: 10.18481/2077-7566-2023-19-3-114-118

COMPARISON OF CONVENTIONAL AND DIGITAL TECHNOLOGIES FOR MAKING THE EAR EPITHESES

Murashov M.A., Stepanova S.Yu., Platonova M.S., Grindenko S.S., Derezhina S.A.

Moscow State University of Medical Dentistry named after A. I. Evdokimov, Moscow, Russia

Annotation

Subject. Digital and conventional technologies for the making of ear epitheses.

Objectives. To compare different methods of making ear epithesis according to the following criteria: timing, accuracy, ergonomics.

Methodology. The study was carried out in Department of Propaedeutics and Prosthetics Technologies in Dentistry of DF, at the Moscow State University of Medial Dentistry named after A.I. Evdokimov. The students – volunteers' auricles were scanned with three different smartphone apps, two intraoral scanners and a facial scanner.

Results. The 3D image obtained using a smartphone camera is comparable to models obtained using facial scanners, and the scanning process is simple and does not require special skills. Facial scanners are expensive equipment that require careful maintenance and certain skills for proper operation. Intraoral scanners are not initially designed for the production of facial epitheses; they partially capture the surface of interest, which requires operator intervention, which eliminates the accuracy of the manufactured structure. The conventional method is the least ergonomic, labor-intensive and requires professional competencies and skills in modeling the complex anatomy of epitheses.

Conclusion. The most user friendly for making the ear epithesis was smartphone scanning, because in this case required minimal intervention by an operator for finishing the image of 3D copy healthy auricle of the patient.

Keywords: ear epithesis, smartphone scanning, 3D scanning, scanning application, facial prosthetics, ear defects

The authors declare no conflict of interest.

Mikhail A. MURASHOV ORCID ID 0000-0002-3309-538X

PhD in Medical sciences, Associate Professor of the Department of Propaedeutics and Prosthetic Technologies in Dentistry of DF, Moscow State University of Medical Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia
mmurashov@yahoo.com

Svetlana Yu. STEPANOVA ORCID ID 0000-0001-5006-4799

Assistant of the Department of Propaedeutics and Prosthetic Technologies in Dentistry, Moscow State University of Medical Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia
sveta-for4ik@mail.ru

Mariya S. PLATONOVA ORCID ID 0000-0002-0137-857X

Assistant of the Department of Propaedeutics and Prosthetic Technologies in Dentistry, Moscow State University of Medical Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia
mashunya_s88@mail.ru

Sofiya S. GRINDENKO ORCID ID 0009-0005-6934-0008

2nd year Student of the Faculty of Dentistry, Moscow State University of Medical Dentistry named after A. I. Evdokimov, Moscow, Russia
sofi-dance20@mail.ru

Sofia A. DEREZHINA ORCID ID 0009-0001-6162-1228

1st year Student of the Faculty of Dentistry, Moscow State University of Medical Dentistry named after A. I. Evdokimov, Moscow, Russia
cofa2002@mail.ru

Correspondence address: Mikhail A. MURASHOV

Str. Vucheticha, 9a/1, Moscow, Russia, 127206
+7 (495) 7489119
mmurashov@yahoo.com

For citation:

Murashov M.A., Stepanova S.Yu., Platonova M.S., Grindenko S.S., Derezhina S.A.

COMPARISON OF CONVENTIONAL AND DIGITAL TECHNOLOGIES FOR MAKING THE EAR EPITHESES. *Actual problems in dentistry.* 2023; 3: 114-118. (In Russ.)

© Murashov M.A. et al., 2023

DOI: 10.18481/2077-7566-2023-19-3-114-118

Received 27.09.2023. Accepted 21.10.2023

Введение

Челюстно-лицевое протезирование и реабилитация пациентов с дефектами челюстно-лицевой области различной этиологии с помощью изготовления эпитезов остается востребованным направлением на протяжении многих десятков лет [1]. Реалии современного мира, террористические акты, аварии и вооруженные конфликты делают данное направление еще более актуальным. На сегодняшний день, по статистике, существует большое количество пациентов с врожденными и приобретенными дефектами ушной раковины, которым нецелесообразно проводить оперативные вмешательства [2]. Такие пациенты реабилитируются путем изготовления силиконовых эпитезов, что повышает социальную адаптацию пациентов, улучшает качество их жизни [7, 9].

В последние годы цифровизация внесла существенный вклад в стремительное развитие медицины, в разы упростив процесс и повысив качество лечения пациентов [6, 10, 12]. Научным достижением стало применение в стоматологии 3D-сканирования [14, 16]. В большей степени сканеры применяются для изготовления зубных протезов, восстанавливающих целостность зубных рядов, — подобные технологии еще не получили широкого применения при реабилитации пациентов с дефектами челюстно-лицевой области, вследствие чего большинство специалистов продолжают работать по традиционному протоколу. Минимизация трудозатрат при использовании цифровых технологий и их совмещение с традиционными методиками могут значительно оптимизировать такие параметры, как эффективность и производительность при реабилитации пациентов как с дефектами ушной раковины, так и с дефектами средней зоны лица в целом [3–5, 8, 11, 15]. Таким образом, сравнение традиционной методики изготовления эпитезов с цифровыми технологиями приобретает особую актуальность с учетом повышенных эстетических требований пациентов, желающих получить зеркально точную копию здоровой ушной раковины, и с учетом потребности оптимизировать трудоемкий процесс изготовления эпитезов средней зоны лица.

Цель исследования — провести сравнение традиционной и цифровых технологий изготовления эпитеза ушной раковины по следующим критериям: хронометраж, точность получаемого трехмерного изображения, эргономичность.

Материалы и методы исследования

Традиционный метод

Эксперимент, проведенный с использованием традиционного метода, включал в себя моделирование ушной раковины из воска и индивидуализацию.

Цифровые методы

Смартфон

Для получения наиболее точного изображения и достижения объективного результата сравнение проводилось с использованием смартфона последней модели «iPhone 13 Pro» Apple (США) с установленными приложениями «Polycam», «Scaniverse» и «3D Scanner App». Данная и более современные модели смартфонов торговой марки Apple оснащены встроенной функцией LiDar, обеспечивающей трехмерное сканирование без использования дополнительного оборудования.

Внутриротовые сканеры

В качестве представителей внутриротовых сканеров были отобраны следующие модели: «Primescan» AC Dentsply Sirona (США) и «3Shape» Trios (Дания). Внутриротовые стоматологические сканеры были включены в исследование по причине бытующего в профессиональных кругах мнения, что все сканеры идентичны.

Лицевые сканеры

В эксперименте использовался сканер «Shining 3D Einscan NX» (Китай).

Полученные сканы от всех представителей сохраняли в формате STL, при необходимости обрабатывали с помощью программы «ZBrush» Pixologic. Хронометраж пакования силикона и изготовления эпитеза был обозначен как «одинаковый во всех группах».

Результаты исследования и их обсуждение

Приложения для смартфона

Лучшее время обработки модели показала программа «Scaniverse» — 2 мин. Формирование трехмерной модели с помощью «Polycam» заняло 17 мин., с использованием «3D Scanner App» — 41 мин. Хронометраж процесса сканирования во всех приложениях един — 3 мин.

По критерию «эргономичность» лидирует «Scaniverse», т. к. поддерживает гаджеты без встроенного LiDAR (Light Detection and Ranging — «обнаружение и определение дальности с помощью света» — встроенный 3D-сканер, появляется на Apple iPhone 12 и более поздних моделях), что недоступно в остальных приложениях. Однако общее удобство работы одинаково, т. к. используется один и тот же компактный смартфон, обеспечивающий высокую портативность.

Самый точный скан был также получен в «Scaniverse» (рис. 1.), сущность данного показателя — наименьшее количество/отсутствие неотсканированных зон. Сканеры «Polycam» и «3D Scanner App» не захватили некоторые участки из-за сложной анатомии ушной раковины.

Внутриротовые сканеры

Среди внутриротовых сканеров лидирующее время построения 3D-модели — 20 мин. в 3Shape TRIOS 3 Basic. Система Primescan AC Dentsply Sirona обработала модель за 70 мин. (рис. 2.). Средний хронометраж непосредственно сканирования не зависит от модели сканера — 30 мин. Эргономичность внутриротовых сканеров в целом проигрывает смартфону из-за наличия стационарной установки и длинных проводов, ограничивающих свободу движения сканера при работе. Точность полученных изображений приблизительно одинаковая — устройства не рассчитаны на сканирование вне ротовой полости, из-за чего не захватывают труднодоступные участки и не достраивают их автоматически, в чем уступают смартфону. Камеры сканера изначально не предназначены для сканирования лица — требуется более мелкая насадка для захвата всех поверхностей ушной раковины.

Лицевые сканеры

Лицевой сканер Einscan NX работает быстрее, чем внутриротовые — максимальное время сканирования 5 мин., время на формирование трехмерного изображения — 20 мин. Несмотря на это, сканер не мобилен, имеет слишком большие размеры рабочей части для захвата мелких деталей, отчего не эргономичен. Готовый объект обладает недостаточной точностью, т. к. не захватывает мелкие детали, поскольку рассчитан на сканирование лица в целом, а при включении функции автоматического достраивания делает это ошибочно. Кроме того, работа с лицевым сканером требует от оператора определенных профессиональных компетенций.

Традиционный метод

Создание копии здоровой ушной раковины традиционным методом занимает около 1 часа времени опытного специалиста. Метод наименее эргономичный, т. к. требует знания анатомии и художественных умений в создании восковой заготовки эпитеза. В итоге процесс является достаточно трудоемким, и получить точную копию здоровой ушной раковины пациента не всегда представляется возможным.

3D-изображение, полученное с помощью смартфона, является точным, не требует доработки. Готовая модель создается минимум в 10 раз быстрее в сравнении с другими цифровыми методами, при этом преимуществом оказывается относительно низкая себестоимость на начальном этапе (стоимость приложения и смартфона), что позволяет в итоге получить высокое качество готового эпитеза. Методика проста и эргономична в использовании и не предполагает получения дополнительных компетенций, так как приложения рассчитаны на стандартного пользователя.



Рис. 1. Скан, сделанный с помощью смартфона iPhone 13 Pro
Fig. 1. Scan, made using smartphone iPhone 13 Pro



Рис. 2. Внутриротовой сканер
Fig. 2. Intraoral scanner



Рис. 3. Эпитез после индивидуализации
Fig. 3. Epithesis after individualization

Внутриротовые сканеры не рекомендуется применять для изготовления эпитезов лица ввиду того, что они не рассчитаны на использование вне ротовой полости и способны захватывать поверхность частично, из-за чего готовое изображение в большей степени строится путем дополнительной коррекции, что исключает точность изготовления копии здоровой ушной раковины.

Лицевые сканеры имеют высокую стоимость, позволяют получить достаточно точное изображение, но для этого необходимо пройти специальный курс по изучению работы со сканером. Лицевые сканеры капризны в эксплуатации и требуют особенно бережной работы, постоянной калибровки. Тем не менее они являются альтернативным цифровым методом. Более детальное изучение данной проблематики должно подтолкнуть программистов к разработке и выпуску на рынок наиболее эргономичных моделей сканеров, которые позволят совместить в себе преимущества смартфонов и лицевых сканеров.

Выводы

По данным нашего исследования, создание эпитезов ушной раковины с использованием смартфона является наиболее рациональным и эргономичным методом.

Внутриротовые сканеры не рекомендуется применять для изготовления эпитезов лица.

Использование смартфонов и лицевых сканеров в процессе изготовления эпитезов лица требует детального анализа и глубоких исследований.

Заключение

Для повышения эффективности лечения врач-стоматологу и зубному технику — анапластологу необходимо идти в ногу со временем и быть постоянно осведомленными о том спектре возможностей,

который предоставляют цифровые технологии. Использование современных цифровых технологий в процессе лечения позволяет улучшить реабилитацию пациентов с дефектами челюстно-лицевой области,

усовершенствовать процесс реабилитации и иметь возможность изготовить эпитезы лица в короткие сроки наиболее простыми и доступными цифровыми методами.

Литература/References

1. Диаб Х.М. О классификации аномалий развития уха. PO. 2012;2. [Kh.M. Diab. Classification of the ear malformations. PO. 2012;2. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/o-klassifikatsii-anomalii-razvitiya-uha>
2. Диаб Х.М., Гулямов Ш.Б., Коробкин А.С. Роль 3d-кт-моделирования в оценке причин тугоухости и выборе тактики лечения у детей с аномалиями среднего уха. Вопросы практической педиатрии. 2019;6:47-54. [Kh.M. Diab, Sh.B. Gulyamov, A.S. Korobkin, V.S. Korvyakov, T.I. Garashchenko, Ya.M. Sapozhnikov, I.Yu. Serebryakova, Yu.S. Kuyun, D.S. Kondratchikov. Role of 3d ct modeling in assessing the causes of hearing loss and choosing treatment strategy in children with middle ear anomalies. Clinical Practice in Pediatrics. 2019;14(6):47-54. (In Russ.)]. DOI:10.20953/1817-7646-2019-6-47-54
3. Апресян С.В., Степанов А.Г., Суоннио В.К., Канцерова Л.Р., Вартапетов А.Г., Матело С.К. Разработка и оценка физико-механических свойств конструкционного материала, применяемого в технологии производства эпитезов лица методом объемной печати. Стоматология. 2023;102(3):23-27. [S.V. Apresyan, A.G. Stepanov, V.K. Suonio, L.R. Kantserova, A.G. Vartapetov, S.K. Matelo. Development of structural material for the manufacture of facial prosthesis by 3d printing. Dentistry. 2023;102(3):23-27. (In Russ.)]. DOI:10.17116/stomat202310203123
4. Диаб Х.М., Назарян Д.Н., Дайхес Н.А. Функциональная и эстетическая реабилитация пациентов с врожденной атрезией наружного слухового прохода и микротией. Клиническая больница. 2017;4:11-16. [Kh.M. Diab, D.N. Nazaryan, N.A. Daihes. Functional and aesthetic rehabilitation of the patients with hearing analyzer pathology. Clinical hospital. 2017;4:11-16. (In Russ.)]. https://med122.com/news/1/Magazine_04_2017.pdf
5. Николаенко С.А., Ильченко О.А., Халапян А.А. Биомиметическая реабилитация пациентов с лицевыми дефектами после радикальных онкологических операций с помощью эпитезов. Злокачественные опухоли. 2022;12(3):164-164. [S.A. Nikolaenko, O.A. Ilchenko, A.A. Khalapyan. Biomimetic rehabilitation of patients with facial defects after radical oncological operations using epitheses. J. Malignant tumors. 2022;12(3):164-164. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/biomimeticheskaya-reabilitatsiya-patsientov-s-litsevymi-defektami-posle-radikalnykh-onkologicheskikh-operatsiy-s-pomoschyu-epitezov>
6. Черезова Н.И. Значение cad/cam-технологий в эктопротезировании челюстно-лицевой области (обзор литературы). Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. 021;3(51):92-97. [N.I. Tcherезova. Importance of cad/cam technologies in ectoprosthetics of the maxillofacial area (literature review. J. Bulletin of the medical Institute «Reaviz»: rehabilitation, doctor and health. 2021;3(51):92-97. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2021.3.DENT.3>
7. Пустовая И.В., Енгибарян М.А., Светицкий П.В., Аединова И.В., Волкова В.Л., Чертова Н.А., Ульянова Ю.В., Баужадзе М.В. Ортопедическое лечение у онкологических больных с челюстно-лицевой патологией. Южно-российский онкологический журнал. 2021;2(2):22-33. [I.V. Pustovaya, M.A. Engibaryan, P.V. Svetitskiy, I.V. Aedinova, V.L. Volkova, N.A. Chertova, Yu.V. Ulianova, M.V. Bauzhadze. Orthopedic treatment in cancer patients with maxillofacial pathology. South Russian Journal of Cancer. 2021;2(2):22-33. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.37748/2686-9039-2021-2-2-3>
8. Мураев А.А., Дымников А.Б., Короткова Н.Л., Кобец К.К., Иванов С.Ю. Оптимизация метода планирования пластических операций в челюстно-лицевой области. Современные технологии в медицине. 2013;5(3):57-62. [A.A. Muraev, S.Y. Ivanov, A.B. Dymnikov, N.L. Korotkova, K.K. Kobets. Planning technique in maxillofacial plasty. J. Modern technologies in medicine. 2013;5(3):57-62. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-metoda-planirovaniya-plasticheskikh-operatsiy-v-chelyustno-litsevoy-oblasti/viewer>
9. Унковский А.С., Деев М.С., Арутюнов С.Д., Лебеденко И.Ю. CAD/CAM-технологии в стоматологическом эктопротезировании (обзор литературы). Российский стоматологический журнал. 2012;6:45-48. [A.S. Unkovsky, M.S. Deev, S.D. Arutyunov, I.Yu. Lebedenko. CAD/CAM technology in the dental ectoprosthetics. Russian Dental Journal. 2012;6:45-48. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/cad-sam-tehnologii-v-stomatologicheskomektoptrotezirovanii-obzor-literatury/pdf>
10. Domingue D., Sinada N., White J.R. Digital surgical planning and placement of osseointegrated implants to retain an auricular prosthesis using implant software with cone-beam computed tomography and 3d-printed surgical guides // A case report. – 9(1):203-209. (In Russ.)]. DOI:10.1002/ccr3.3499
11. Flores R.L., Liss H., Raffaelli S., The technique for 3d printing patient-specific models for auricular reconstruction // Journal Craniomaxillofacial Surgery. – 2017;45(6):937-943. DOI: 10.1016/j.jcms.2017.03.022
12. Nuseir A., Hatamleh M., Watson J., Al-Wahadni A.M., Alzoubi F., Murad M. Improved construction of auricular prosthesis by digital technologies // Journal Craniofac Surg. – 2015;26(6):e502-e505. DOI:10.1097/SCS.0000000000002012
13. Maureen T. Ross, Rena Cruz, Trent Brooks-Richards, Louise M. Hafner, Sean K. Powell, Maria A. Woodruff. Smartphones for frugal three-dimensional scanning of the external ear with application to microtia // J Plast Reconstr Aesthet Surg. – 2018;71(9):1362-1380. DOI: 10.1016/j.bjps.2018.05.037
14. Unkovskiy A., Spintzyk S., Beuer F., Huettig F., Röhlér A., Kraemer-Fernandez P. Accuracy of capturing nasal, orbital, and auricular defects with extra- and intraoral optical scanners and smartphone: an in vitro study // Journal of Dentistry. – 2022. DOI:10.1016/j.jdent.2021.103916
15. Renee C. Nightingale, Maureen T. Ross, Rena L. J. Cruz, Mark C. Allenby, Sean K. Powell, Maria A. Woodruff. Frugal 3d scanning using smartphones provides an accessible framework for capturing the external ear // J Plast Reconstr Aesthet Surg. – 2021;74(11):3066-3072. DOI:10.1016/j.bjps.2021.03.131
16. Yuming Chong, Xinyu Liu, Mai Shi, Jiuzuo Huang, Nanze Yu, Xiao Long. Three-dimensional facial scanner in the hands of patients: validation of a novel application on ipad/iphone for three-dimensional imaging // Ann Transl Med. – 2021;9(14):1115. DOI: 10.21037/atm-21-1620