

ЗНАЧЕНИЕ CAD/CAM-ТЕХНОЛОГИЙ В ЭКТОПРОТЕЗИРОВАНИИ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Н.И. Черезова

Самарский государственный медицинский университет, Самара

Резюме. *Актуальность.* У пациентов, страдающих дефектами органов челюстно-лицевой области, зачастую наиболее остро стоит не столько проблема нарушения функции, сколько неудовлетворительная эстетика. Потеря того или иного органа челюстно-лицевой области во многих случаях становится причиной стойкого нарушения со стороны психоэмоционального состояния [1–3]. В современном мире лицо является основной «визитной карточкой» человека, наиболее привлекая к себе внимание со стороны окружающих людей. Наличие какого-либо дефекта челюстно-лицевой области формирует ряд психологических проблем у пациента, вызывая чувство стыда от своего неполноценного внешнего вида. *Материалы и методы.* Проведен литературный анализ применяющихся методов эктопротезирования в челюстно-лицевой области. *Результаты и обсуждение.* Проводя сравнение традиционного и компьютерного методов изготовления лицевых эпитезов, следует отметить единое сходство – трудоемкость процесса, требующего отличного понимания анатомии челюстно-лицевой области, свободного владения компьютерным программным обеспечением. Проанализировав большое количество зарубежной литературы, хочется отметить, что успех проведенного эктопротезирования во многом зависит от четкой и полной визуализации клинической картины в целом, не акцентируя внимания на конкретном органе. Именно это является ключевым условием создания гармоничной эстетики лица и всего внешнего вида пациента после проведенного лечения в целом. Восстановленный гармоничный вид лица пациента позволит более быстро адаптироваться в социуме. В настоящее время однозначно определить лучший метод не представляется возможным. Уменьшение скорости производства и необязательность наличия медицинского образования, по мнению ряда авторов [4, 5, 16, 18, 19], являются мотивом выбора и широкого внедрения CAD/CAM технологий, при том, что некоторые ученые [28] сомневаются в их эффективности. Однако стоит помнить, что для пациента важен результат лечения, а не сам метод, и только это является результатом его конечной оценки.

Ключевые слова: прототипирование, 3D-технологии, CAD/CAM технологии, эктопротезы.

Для цитирования: Черезова Н.И. Значение CAD/CAM-технологий в эктопротезировании челюстно-лицевой области (обзор литературы). *Вестник медицинского института «Реавиз». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2021;3(51):92-97. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2021.3.DENT.3>



IMPORTANCE OF CAD/CAM TECHNOLOGIES IN ECTOPROSTHETICS OF THE MAXILLOFACIAL AREA (LITERATURE REVIEW)

N.I. Tcherezova

Samara State Medical University, Samara

Abstract. *Relevance.* In patients suffering from defects in the organs of the maxillofacial region, often the most acute problem is not so much the problem of dysfunction, but rather unsatisfactory aesthetics. The loss of a particular organ of the maxillofacial region leads in many cases to become the cause of persistent disorders on the part of psychoemotional problems [1–3]. In the modern world, the face is the main "visiting card" of a person, most attracting attention from the people around him. The presence of one or another defect in the maxillofacial region forms a number of psychological problems in the patient, causing a feeling of shame from his inferior appearance. *Materials and methods.* The literature analysis of the applied methods of ectoprosthetics in the maxillofacial region was carried out. *Results and discussion.* Comparing the traditional and computer methods of making facial epitheses, one should note a common similarity – the laboriousness of the process, which requires an excellent understanding of the anatomy of the maxillofacial region, fluency in computer software. Having analyzed a large amount of foreign literature, I would like to emphasize that the success of the performed ectoprosthetics largely depends on a clear and complete visualization of the clinical picture as a whole, without focusing on a specific organ. This is the key condition for creating a harmonious aesthetics of the face and the entire appearance of the patient after the treatment as a whole. The restored harmonious appearance of the patient's face will allow for faster adaptation in society. Currently, it is not possible to unambiguously determine the best method. A decrease in the speed of production and the optional availability of medical education, according to a number of authors [4, 5, 16, 18, 19], are the motive for the choice and widespread introduction of CAD/CAM technologies, while some scientists [28] doubt their effectiveness. However, it is worth remembering that the result of the treatment is important for the patient, not the method itself, and only this is the result of his final assessment.

Key words: prototyping, 3D-technologies, CAD/CAM technologies, ectoprostheses.

Cite as: Tcherezova N.I. Importance of CAD/CAM technologies in ectoprosthetics of the maxillofacial area (literature review). *Bulletin of the Medical Institute Reaviz. Rehabilitation, Doctor and Health.* 2021;3(51):92-97. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2021.3.DENT.3>

У пациентов, страдающих дефектами органов челюстно-лицевой области, зачастую наиболее остро стоит не столько проблема нарушения функции, сколько неудовлетворительная эстетика. Потеря того или иного органа челюстно-лицевой области во многих случаях становится причиной стойкого нарушения со стороны психоэмоционального состояния [1–3]. В современном мире лицо является основной «визитной карточкой» человека, наиболее привлекая к себе внимание со стороны окружающих людей. Наличие какого-либо дефекта челюстно-лицевой области формирует ряд психологических проблем у пациента, вызывая чувство стыда от своего неполноценного внешнего вида.

Данный факт значительно снижает качество жизни пациента [4]. Основной целью хирургического лечения таких пациентов является восстановление полноценного объема отсутствующего органа и нормализация его эстетики [6].

Качество проведенного хирургического лечения зависит от ряда факторов: классификации хирурга, протяженности дефекта, топографии восстанавливаемого органа и т.д. [2, 4, 5, 7]. Стоит отметить, что хирургическое восстановление утраченных органов или тканей челюстно-лицевой области – процесс трудоемкий и небыстрый, поэтому важно еще на дооперационном этапе предупредить пациента о длительности лечения. Также причиной отказа от проведения

хирургического лечения может явиться наличие хронических заболеваний в стадии обострения.

Исходя из вышеизложенного, возможность замещения дефекта челюстно-лицевой области эпитезом является в настоящее время наиболее востребованной среди пациентов, страдающих данными недугами. К тому же полное исключение хирургических вмешательств или их минимизация способствует снижению уровня стресса и нормализации психоэмоционального состояния у пациентов. Использование эпитезов с различными методами фиксации позволяют более точно прогнозировать результат проведенного лечения, а также вносить изменения по ходу проводимого лечения.

Несмотря на все вышесказанное, неоспоримым плюсом проведения хирургического лечения является сохранение органа у пациента, в то время как при восстановлении дефекта челюстно-лицевой области эпитезом пациент вынужден ежедневно использовать искусственный протез.

В настоящее время для изготовления эпитезов применяется две методики: компьютерная и традиционная. Традиционная методика является более старой и заключается в снятии оттисков с области дефекта, отливки гипсовой модели, моделировании восковой конструкции, кюветировании. Возможность виртуального 3D-моделирования и последующего прототипирования позволило значительно упростить не только процесс изготовления эктопротеза, но и повысить их точность [4, 5, 10–12]. Многие авторы, проводя сравнение между 3D-моделированием и традиционными способами изготовления эпитезов, отдают пальму первенства первому вследствие значительно меньшему количеству затрачиваемого времени на изготовление и бесконтактной технологии [13, 14]. К тому же снятие слепка альгинатной массой при классическом методе изготовления эпитеза может привести к искажению рельефа мягких тканей. При снятии слепков с дефектов большой протяженно-

сти очень важным является проблема обеспечения адекватного дыхания. Решение достигается проведением интубации носовых ходов, однако данная манипуляция является малоприятной для пациента, а также требует наличия высоких мануальных навыков от врача [15, 16]. Наличие у пациента стойких нарушений со стороны центральной нервной системы или ранний детский возраст вообще не представляют возможным осуществление данной манипуляции [13].

Моделирование воском требует значительных технических навыков, а также полное понимание анатомии воспроизводимого органа, так как зачастую в каждой клинической ситуации следует исходить, в первую очередь, из индивидуальной ситуации [16, 17]. Эстетика лица, а также его гармония в целом обеспечивается не только анатомическим соответствием воспроизводимого органа, но и верными пропорциями и симметрией. Эти условия в большинстве клинических случаев трудновыполнимы вследствие малого объема срезаемых тканей, а также отсутствия изображения симметричного органа.

Моделирование на компьютере с использованием CAD/CAM-технологий позволяет четко визуализировать полную картину за счет сканирования лица пациента, при этом достигается результат гармоничного соответствия анатомии восстанавливаемого органа окружающим органам и тканям [18].

Использование компьютерных технологий при восстановлении дефектов челюстно-лицевой области позволяет создать «библиотеку» восстанавливаемых органов и тканей, что позволяет в дальнейшем использовать эти STL модели как донорские для последующих пациентов. К тому же, при необходимости повторного изготовления эпитеза, значительно упрощается вся процедура – зубному технику достаточно лишь найти в базе необходимую 3D-модель.

Немаловажным плюсом использования компьютерного моделирования лицевых протезов является скорость их выполнения. Так, при традиционном способе изготовления эпитеза, затрачиваемое время составляет до 5–7 дней, а при компьютерном моделировании – 2–4 часа [17, 18, 31].

При изготовлении эпитеза с использованием компьютерного 3D-моделирования последний проходит 4 этапа: сканирование, создание дизайна эпитеза, моделирование, изготовление протеза [2, 8].

При прохождении первого этапа проводится КТ- и МРТ-исследование, преобразующиеся в DICOM формат (Digital Imaging Communications in Medicine). Данные, полученные с использованием сканирования лазером, соответствуют формату STL. Данный процесс реализуется следующим образом: посылается лазерный луч, анализируя поверхность изучаемого объекта, затем сканер рассчитывает координаты каждой из точек плоскости относительно друг друга [14].

Методу 3D-фотографирования отведена очень малая роль в диагностике. Скорее всего это связано с тем, что фотография относится к изображениям типа 2D. Техника выполнения достаточно проста: пациента усаживают в кресло, при этом его лицо фотографируется с нескольких ракурсов, после чего все полученные снимки системой автоматически соединяются воедино в специальной программе (3dMD, Atlanta). Однако работа с данным методом требует специальных навыков фотографа, таких как знание анатомии лица, умение работать с программой. Несомненным достоинством данного метода является полное отсутствие дискомфорта для пациента.

Если необходимо получить данные о мягкотканых и костных образованиях, локализующихся внутри черепа, то используют КТ- и МРТ-исследование. Для планирования топографии инсталляции имплантатов, необходимых при фиксации эпитезов, следует четко представлять расположение костных структур [2, 20–22]. Применение

томограмм значительно упрощает диагностику и позволяет определить выбор эктопротеза и способ его фиксации.

Однако ряд авторов описывают и недостатки перечисленных методов. Например, при КТ-исследовании пациент подвергается вредному излучению, а МРТ противопоказано целому ряду пациентов с пейсмекерами и аневризмальными клипсами. Также немаловажным фактором является и то, что конвертация DICOM формата в STL сопровождается значительной потерей времени и требованием специально обученного персонала. Лазерное сканирование позволяет получить поверхностное изображение объекта, но за очень короткий промежуток времени, что, разумеется, более удобно для пациента [21, 24]. При МРТ-исследовании имеется неудобство в довольно длительном нахождении в замкнутом пространстве и статичном положении, что, несомненно, большая проблема для лиц, страдающих клаустрофобией [2]. Этот способ не требует конвертации информации, так как лазерные сканеры сопоставимы с STL форматом. Однако существенным минусом данного способа является прямолинейность лазерного луча и неспособность обходить рельеф поверхности по контуру, а также проводить сканирование поднутрений. Все это отрицательно сказывается на качестве выполнения виртуальной модели лица.

Сейчас на рынке представлено несколько лазерных сканеров: ATOS (GOM), Polhemus FastScan (Polhemus), VIVID 700 (Minolta) и др. Для того, чтобы воспроизвести 3D-дизайн эктопротеза, врач должен получить виртуальную 3D-модель головы пациента и непосредственно протезного ложа (формат STL). При этом какой бы метод выбран не был, полученная модель все равно может содержать различные дефекты и артефакты в виде неровностей или непроснявшихся участков поверхности. Все это требует дальнейшей коррекции, «компьютерного ремоделирования», так как отражается на точности изготовления эпите-

за и качестве прилегания к протезному ложу [14]. Данный процесс осуществляется на CAD аппаратах.

В результате компьютерного ремоделирования получается качественная виртуальная 3D-модель, после чего техник создает 3D-дизайн протеза, который берется со стороны-антагониста или же из библиотеки базы данных [24, 25]. В современной научной литературе существует терминология, отражающая этапность изготовления протеза: Computer Aided Design и Rapid Prototyping. Смысл заключается в создании пробного образца эктопротеза, который может быть откорректирован в случае необходимости изменений. На данный момент существует пять основных технических методик: stereolithography (STL, стереолитография), selective laser sintering (SLS, лазерное спекание), solid ground curing (SGC, отверждение на твердом основании), fused deposition modeling (FDM, нанесение термопластов) и laminated object manufacturing (LOM, ламинирование, моделирование при помощи склейки) [26]. Преобладающее большинство авторов приходят к единому мнению, что наиболее высокоточным и быстрым является метод лазерного спекания [2, 5, 6, 8, 11, 30].

Используя метод быстрого прототипирования, техник получает негативную или пробную заготовку для готового эктопротеза. Это позволяет значительно ускорить процесс. Например, чтобы получить форму для паковки силикона и ее последующую вулканизацию от момента создания виртуальной модели было затрачено порядка

8 часов [27]. Получение пробной заготовки позволяет осуществить припасовку эктопротеза на протезном ложе, при этом оценить краевое прилегание и точность позиционирования.

Проводя сравнение традиционного и компьютерного методов изготовления лицевых эпитезов, следует отметить единое сходство – трудоемкость процесса, требующего отличного понимания анатомии челюстно-лицевой области, свободного владения компьютерным программным обеспечением. Проанализировав большое количество зарубежной литературы, хочется отметить, что успех проведенного эктопротезирования во многом зависит от четкой и полной визуализации клинической картины в целом, не акцентируя внимания на конкретном органе. Именно это является ключевым условием создания гармоничной эстетики лица и всего внешнего вида пациента после проведенного лечения в целом. Восстановленный гармоничный вид лица пациента позволит более быстро адаптироваться в социуме. В настоящее время однозначно определить лучший метод не представляется возможным. Уменьшение скорости производства и необязательность наличия медицинского образования, по мнению ряда авторов [4, 5, 16, 18, 19], являются мотивом выбора и широкого внедрения CAD/CAM-технологий, при этом некоторые ученые [28] сомневаются в их эффективности. Однако стоит помнить, что для пациента важен результат лечения, а не сам метод, и только это является результатом его конечной оценки.

Литература/References

- 1 Ciocca L., De Crescenzo F., Fantini M. et al. *Int. J. Oral & Maxillofac. Surg.* 2017;25:808–812.
- 2 Chi-Mun Cheah, Chee-Kai Chua et al. *Intergation of Laser Surface Digitizing with CAD/CAM Techniques for Developing Facial Prostheses. Part 1: Design and Fabrication of Prosthesis Replicas.*
- 3 Banu Karayazgan, Yumushan Gunay, Arzu Atay, Fuat Noyun. *Facial Defects Restored With Extraoral Implant-Supported Prostheses.*
- 4 Marafon P.G., Camara Mattos B.S. et al. *Int. J. Prosthodont.* 2020;23:271–276.
- 5 Ting Jiao, Fuqiang Zhang et al. *Int. J. Prosthodont.* 2017;17:460–463.
- 6 Jing Qiu, Xiao-yu Gu, Yao-yang Xiong, Fu-qiang Zhang. *Support Care Cancer.* 2019;19:1055–1059.
- 7 Banu Karayazgan-Saracoglu, Yumushan Gunay, Arzu Atay. *J. Craniofac. Surg.* 2009;20:1169–1172.
- 8 Gursel Turgut, Bulent Sacak, Kazim Kiran, Lutfu Bas. *J. Craniofac. Surg.* 2019;20:321–325.
- 9 Kurdyanskij V.YU. *Ortopedicheskaya stomatologiya.* Moscow, 1977.

- 10 Zhi-hong Feng, Yan Dong, Shi-zu BAi et al. *Int. J. Prosthodont.* 2016;23:513–520.
- 11 Fumi Yoshioka, Shogo Ozawa, Sachiko Okazaki et al. *J. Prosthodont.* 2015;19:598–600.
- 12 Brasier S. *Int. J. Prosthodont.* 2013;16:435–441.
- 13 Chi-Mun Cheah, Chee-Kai Chua et al. *Int. J. Prosthet. Dent.* 2021;16:543–548.
- 14 Derya Germec-Cakan, Halil Ibrahim Canter, Burcu Nur. *J. Craniofac. Surg.* 2013;21:1393–1399.
- 15 Holberg C., Schwenger K., Mahaini L. et al. *Angle Orthodont.* 2016;76:605–611.
- 16 Coward T., Scott B., Watson R. *Int. J. Prosthodont.* 2017;20:275–285.
- 17 Sykes L., Parrott A., Owen P. et al. *Int. J. Prosthodont.* 2018;17:454–459.
- 18 Liacouras P., Ganes J., Roman N. et al. *J. Prosthet. Dent.* 2017;105:78–82.
- 19 Ciocca L., De Crescenzo F., Fantini M. et al. *Comput. Meth. Biomechan. Biomed. Eng.* 13(3):379–386.
- 20 Worthington P., Branemark P.-I. *Advanced Osteointegration Surgery: Applications in the Maxillofacial Region.* Chicago, 1992.
- 21 Goliato M. C., dos Santos D. M., de Carvalho Dekon S. F. et al. *J. Craniofac. Surg.* 2020;22:241–242.
- 22 Giocca L., Fantini M., Marchetti C. et al. *Support Care Cancer.* 2016;18:723–728.
- 23 Vegter F., Hage J.J. *Cleft Palate Craniofac. J.* 1998;35:379–395.
- 24 Al Mardini M., Ercoli C., Graser G. N. *J. Prosthet. Dent.* 2005;94:195–198.
- 25 Zhihong Feng, Yan Dong J., Yimin Zhao et al. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2016;48:105–109.
- 26 Lin, Chua, Chou. *Proceedings of the 20th Annual International Conference on IEEE Engineering in Medicine and Biology*, 29 Oct. 1 Nov, HongKong. Hong Kong, 2018;5:2746–2749.
- 27 Ciocca L., Mingucci R., Gassino G., Scotti R. *J. Prosthet. Dent.* 2017;98:339–343.
- 28 Guofeng Wu, Yunpeng Bi, Bing Zhou et al. *Int. J. Prosthodont.* 2019;22:293–295.
- 29 Kimoto K., Garret N.R. *J. Oral Rehabil.* 2001;34:201–205.
- 30 Guofeng Wu, Bing Zhou, Yunpeng Bi, Yimin Zhao. *Selective laser sintering technology for customized fabrication of facial prostheses* October 2017.
- 31 Fumi Yoshioka, Shogo Ozawa, Sachiko Okazaki, Yoshinobu Tanak. *J. Prosthodont.* 2020;19:598–600.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Competing interests. The author declares no compet interest.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Funding. This research received no external funding.

Авторская справка

Черезова Нигяр

Ильгар кызы

врач-челюстно-лицевой хирург, аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии, Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия

e-mail: s1131149@yandex.ru

ORCID 000-0003-2201-3593

Вклад в статью 100 % – разработка дизайна исследования, сбор и анализ материала, подготовка выводов