

РОЛЬ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ У ПАЦИЕНТОВ С ПРИОБРЕТЕННЫМИ ДЕФЕКТАМИ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ

Кудасова Е.В.¹, Кочурова Е.В.¹, Николенко В.Н.^{1,2}

Цель исследования: провести сравнение лучевых методов диагностики, применяемых в стоматологической практике для лечения пациентов с приобретенными дефектами челюстно-лицевой области (ЧЛО) после противоопухолевого лечения новообразования (НО).

Поиск литературы осуществлялся по базам данных SCOPUS, Web of Science, Pubmed, РИНЦ.

Предложенные лучевые методы диагностики в совокупности с IT-технологиями позволяют улучшать ортопедическое лечение пациентов с приобретенными дефектами ЧЛО, особенно больших анатомических размеров. Однако непростая клиническая ситуация и сложность анатомических взаимоотношений приобретенного дефекта не всегда позволяет выбрать определённый метод или технологию, что негативно отражается на качестве будущей стоматологической протетической конструкции.

Ключевые слова: обзор, лучевые методов диагностики, IT-технологии, приобретенный дефект, челюстно-лицевая область, новообразование.

Контактный автор: Кочурова Е.В., e-mail: evkochurova@mail.ru

Для цитирования: Кудасова Е.В., Кочурова Е.В., Николенко В.Н. Роль лучевых методов диагностики у пациентов с приобретенными дефектами челюстно-лицевой области. REJR 2021; 11(1):63-71. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-1-63-71.

Статья получена: 03.10.20

Статья принята: 04.02.21

THE ROLE OF DIFFERENT METHODS OF RADIOLOGY IN PATIENTS WITH ACQUIRED MAXILLOFACIAL DEFECTS

Kudasova E.O.¹, Kochurova E.V.¹, Nikolenko V.N.^{1,2}

Purpose. To compare radiological methods in clinical dental practice of the patients with acquired defects of the maxillofacial region after tumor treatment manipulations.

The search of literature has been done in the date bases SCOPUS, Web of Science, Pubmed, Russian Science Citation Index.

The usage of different radiology methods combined with IT-technology makes it possible to improve prosthetic dental treatment of the patients with acquired defects of the maxillofacial region, especially of large anatomical size.

However, difficult clinical condition and complicated anatomical relations of the acquired defect do not always allow to choose the specific method or technology. This fact affects on quality of the future dental prosthetic denture. **Conclusion.** According to the obtained data, both visual analysis and semi-quantitative assessment of ¹⁸F-fluorodeoxyglucose PET/CT images showed a good diagnostic performance in the detection of PV IE. The optimal parameter for the diagnosis of IE PV is the SUVratio using aorta with threshold of 1.95 (AUC=0.961).

Keywords: review, methods of radiology, IT-technology, acquired defect, maxillofacial region, tumor.

1 - ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). г. Москва, Россия.
2 - ФГОУ ВПО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, Россия.

1 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).
2 - M.V. Lomonosov Moscow State University. Moscow, Russia.

Corresponding author: Kochurova E.V., e-mail: evkochurova@mail.ru

For citation: Kudasova E.O., Kochurova E.V., Nikolenko V.N. The role of different methods of radiodiagnostics in patients with acquired maxillofacial defects. REJR 2021; 11(1):63-71. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-1-63-71.

Received: 03.10.20

Accepted: 04.02.21

В большем проценте случаев онкологические пациенты на стоматологическом этапе реабилитации являются наиболее бюджетной категорией граждан. Отсутствие государственного квотирования их стоматологического лечения и дороговизна цифровых технологий является мощным ингибитором внедрения инновационных методов в сложно-челюстную практику [1].

Однако, изготовление съёмных стоматологических протезов с помощью 3D-прототипирования только начинает внедряться в клиническую практику из-за необходимости специального оборудования, постоянно обновляющегося программного обеспечения, дополнительного образования врачей, дороговизны фрезеровочных блоков и требования высокой эстетики со стороны пациентов [2].

Компьютерное моделирование позволяет учитывать функции жевательного комплекса в зависимости от индивидуальных особенностей и клинического состояния полости рта. Расчет траектории движения нижней челюсти, наклон зубов и другое позволяют достоверно рассчитать жевательное давление протеза на различные участки протезного ложа [3, 4].

Все вышеуказанные параметры доступны благодаря разработке 3D-сканирования. Принцип работы оптического сканера основан на бесконтактных оптических технологиях конфокальной микроскопии, когерентной томографии, фотограмметрии, стереоскопии и триангуляции, интерферометрии, а также с учетом принципов расчета фазового сдвига [5].

Впервые заговорили о возможности компьютерного прототипирования и изготовления стоматологических ортопедических конструкций методом 3D в 1973 году, когда F. Duret опубликовал концепцию CFAO (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur), и лишь через 10 лет (1984) появились первые CAD / CAM (computer aided design / computer aided manufacturing) технологии.

Преимуществами внутриротовых оптических оттисков по сравнению с традиционными чаще всего считают нивелирование неприятных ощущений для пациента, отсутствие усадки оттисковой массы и расширения гипса, моментальное получение, бесконтактная мгновенная передача в зуботехническую лабораторию, сокращение сроков изготовления протеза, гигиеничность [6].

Интраоральные, челюстно-лицевые скане-

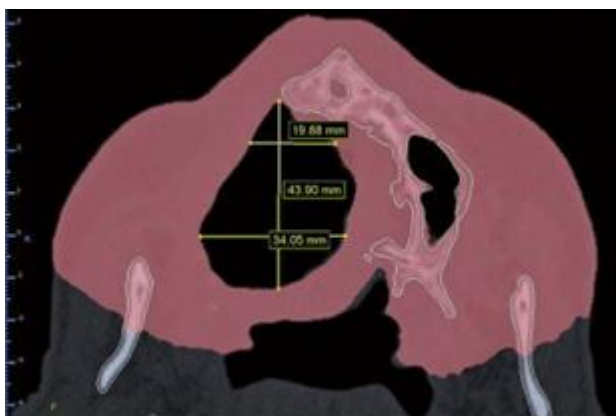


Рис. 1 а (Fig. 1 а)



Рис. 1 б (Fig. 1 б)

Рис. 1. Изготовление полного съёмного протеза-обтуратора.

а – срез в области резекции, полученное с помощью интраорального сканера; б – вид готового протеза-обтуратора [9].

Fig. 1. Manufacturing of a complete removable obturator prosthesis.

а – section in the area of resection obtained using an intraoral scanner; б – type of finished obturator prosthesis [9].

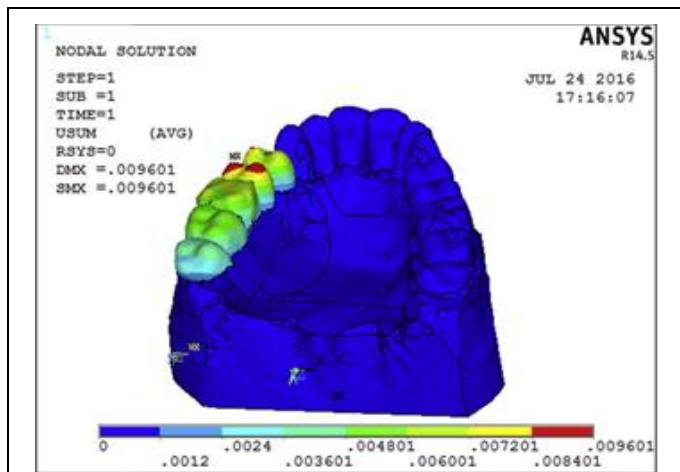


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. Визуализация титанового каркаса при дефекте Арамани II класса (красный цвет изображает максимальную нагрузку на область зубов при горизонтальной нагрузке) [14].

Fig. 2. Visualization of a titanium frame with an Aramani defect of class II (red color shows the maximum load on the area of teeth under horizontal load) [14].

ры и конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) позволяют врачу-стоматологу «собрать» трехмерную (3D) информацию о пациенте для создания виртуальной модели зубов, челюстей и структур лица [7]. Благодаря точному предварительно полученному оптическому оттиску челюстно-лицевой области, в последующем можно использовать мягкий силиконовый материал для подкладки, чтобы адаптировать протез, например, к дефекту носа.

Существуют пакеты программных обеспечений, которые экспортируют информацию в виде файла стереолитографии и объединяют в 3D-модель, [8] создавая образ «виртуального пациента», позволяют импортировать данные любому члену междисциплинарной команды для планирования или внесения коррективов, разрабатывать хирургические шаблоны, экто- и эндопротезы, а также ортодонтические устройства [9], которые фрезеруются или печатаются на 3D-принтере (рис. 1).

Трехмерная печать (3D-печать) в стоматологии признана эволюционной тенденцией, как наиболее лабильная, применимая к изготовлению: сложночелюстных протезов из различных материалов [10], шаблонов для дентальной имплантации, моделей челюстей для протезирования, изготовления как дентальных, так и лицевых имплантатов, эндо и экзопротезов [11]. Полезным инструментом для определения окклюзионных взаимоотношений при работе в системе 3D является виртуальный артикулятор [12]. Стоматологическое материаловедение для 3D-

печати получило новое вдохновение при работе с полимерными материалами: DENTCA denture tooth resin (DENTCA, Inc), Artic 6 (Kulzer GmbH), Preference (Candulor AG), Premium 6 (Kulzer GmbH), Surpass (GC Corp), которые обеспечивают достаточную износостойкость съемных зубных протезов [13]. Предложена инновационная технология изготовления полых верхнечелюстных съемных протезов с использованием трехмерной печати из смолы с использованием двойных колб и включения поллой прокладки (рис. 2) [14].

Одной из весомых проблем, с которой сталкиваются врачи-стоматологи при изготовлении съемных протезов пациентам с дефектами ЧЛО, является высокая степень резорбции и атрофии альвеолярных отростков челюстей [15]. Большая область резекции костных структур приводит не только к увеличению размера протезов челюстей, но и веса конструкции, что в целом ставит под сомнение возможность фиксации, стабилизации и функциональности съемного протеза [16] и, в конечном итоге, успех съемного протезирования.

Цифровой рабочий процесс изготовления сложночелюстного протеза приводит к снижению веса самой конструкции, улучшенной фиксации и стабилизации и в целом облегчает этапы изготовления [17]. Цифровая революция в области протезирования оказывает сильное влияние, в настоящее время врач-стоматолог может получать оптические оттиски даже с помощью интраоральных сканеров [18]. Эти оттиски используются зубным техником для планирования и, следовательно, для изготовления как съемных, так и несъемных зубных протезов [19]. В свою очередь пациенты отдают предпочтение оптическим оттискам, что устраняет необходимость в традиционной технике получения оттиска с помощью оттискных ложек и материалов [20].

Использование CAD/CAM-технологий последнего поколения с программным обеспечением позволяет спроектировать и изготовить съемные и несъемные протезы с фиксацией на имплантатах высокой точности [21], что особенно востребовано для сложночелюстных протезов у пациентов с дефектами челюстно-лицевой области.

Несмотря на то, что цифровая технология получения оттисков становится широко распространенным и полезным инструментом для получения оттисков у пациентов с частичным отсутствием зубов, данных за широкое внедрение в практику для изготовления протезов при полном отсутствии зубов недостаточно [22].

Sarrafè и соавт. [23] в своем исследовании провели сравнительный анализ точности цифровых оттисков и оттисков, полученных традиционным методом, у пациентов с полным



Рис. 3 а (Fig. 3 а)



Рис. 3 б (Fig. 3 б)

Рис. 3. Виртуальное моделирование протеза [23].

а – имплантаты, связанные между собой; б – моделировка зубов.

Fig. 3. Virtual modeling of the prosthesis [23].

а – implants connected to each other; б – modeling of the teeth.

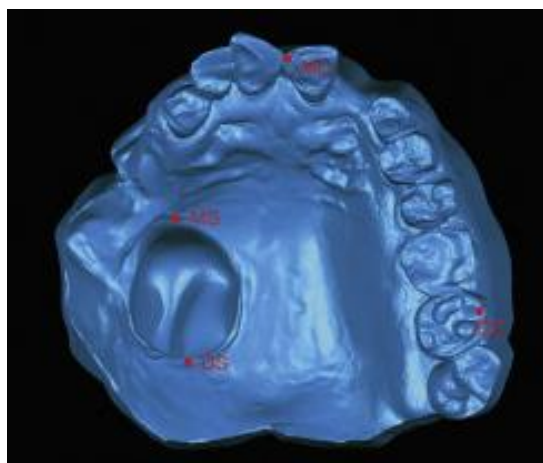


Рис. 4 а (Fig. 4 а)

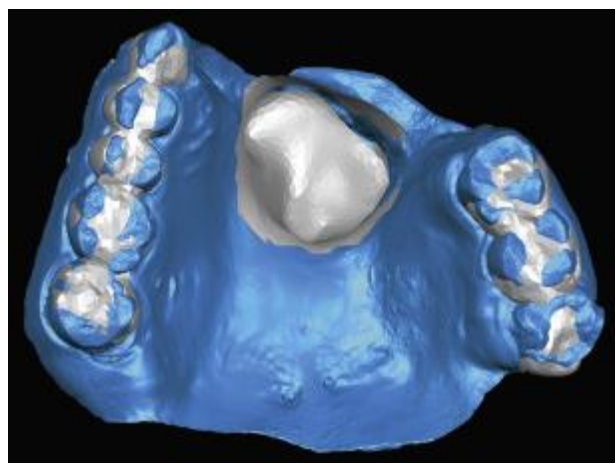


Рис. 4 б (Fig. 4 б)

Рис. 4. 3D-сканирование полости резекции [24].**Fig. 4. 3D-scanning of the resection cavity [24].**

отсутствием зубов на верхней челюсти (рис. 3).

Однако другие авторы опровергают точность трехмерного цифрового оттиска верхнечелюстных дефектов по сравнению с традиционным и заявляют о невозможности его использования для изготовления полного съемного протеза-обтуратора [24], предлагая в резекционных протезах верхней челюсти цифровые методы использовать лишь для изготовления обтурирующей части (рис. 4).

По мнению современных авторов, моделирование масштабного съемного протеза предполагает следующие практические проблемы: сканирование зубных дуг с учетом высоты нижнего отдела лица, окклюзионных взаимоотношений и получение функционального оттиска [25]. В связи с чем, Tallarico и соавт. [7] предложили нивелировать погрешности при большом челюстно-лицевом дефекте сканированием абатментов, закрепленных на индивидуальной

ложке.

Именно функциональный оттиск позволяет зафиксировать информацию об анатомических элементах СОПР (тяжи, уздечки), что является ключевым параметром при изготовлении полного протеза [26]. Однако способность интраорального сканера уловить и зафиксировать динамические изменения мягких тканей полости рта не всегда представляется возможной [25], в связи с чем, при изготовлении полных съемных протезов с помощью цифровых технологий рекомендуется всегда использовать функциональные оттиски.

Другие авторы, наоборот, предлагают использовать CAD-CAM технологии для изготовления временного полого обтуратора для наложения непосредственно после операции резекции верхней челюсти [27], в том числе методом быстрого прототипирования для улучшения клинической эффективности обтуратора [28].

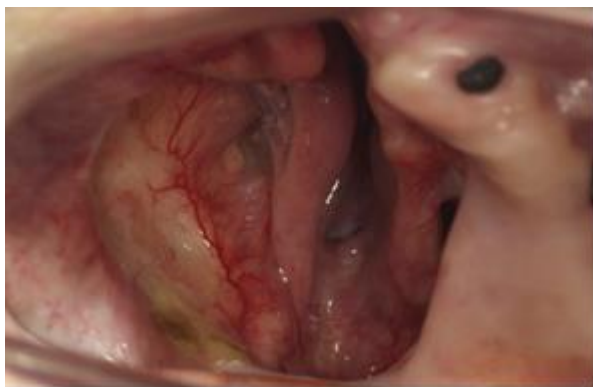


Рис. 5 а (Fig. 5 а)

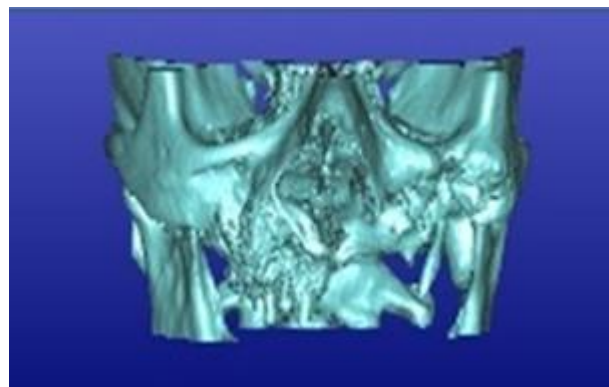


Рис. 5 б (Fig. 5 б)



Рис. 5 в (Fig. 5 с)



Рис. 5 г (Fig. 5 д)

Рис. 5. Использование КЛКТ.

а – фотография, клиническая картина; б – КТ лицевого скелета; в – фотография, obtурирующая часть на модели, и г – в полости рта [9].

Fig. 5. Usage of CBCT.

а – photo; б – CT of the facial skeleton; в – obturating part on the model, d – and in the oral cavity [9].

Ороназальные/антральные сообщения приводит к появлению глубокой полости резекции, что затрудняет точный охват клинической ситуации с помощью оптических сканеров, используемых в стоматологии в связи с их глубинными ограничениями. В таком случае, фиксация и стабилизация протеза возможна только лишь за счет оставшихся зубов [29].

При добавлении КЛКТ возможно получить глубинные данные дефекта [30], однако точность для 3D-реконструкции снижается при наличии несъемных металлических конструкций в полости рта [31].

У пациентов с дефектами челюстно-лицевой области могут развиваться такие послеоперационные осложнения, как тризм, боль, нарушения открывания рта, в том числе рубцовые [32].

В этих случаях сочетание цифровых технологий и традиционных методов обеспечивает

точное изготовление протеза. Например, для создания 3D-модели дефекта были использованы данные КТ и программное обеспечение 3D-планирования. Затем восковая структура полый obtурирующей части была изготовлена из термопластичной силиконовой мягкой подкладки (рис. 5). Окончательный оттиск получен с помощью obtурирующей части, помещенной в полость рта [33].

Цифровая диагностика окклюзии с помощью аппарата T-scan претерпела эволюционное изменение как самого аппарата, так и программного обеспечения (рис. 6) [34].

Возможности аппарата направлены на расчет и анализ окклюзии [35], прочем как отдельного зуба, так и группы [36]. Данные представлены в виде динамических 2D- и 3D-изображений с силовыми диаграммами.

Внедрение современных цифровых технологий в стоматологическую практику позволяет

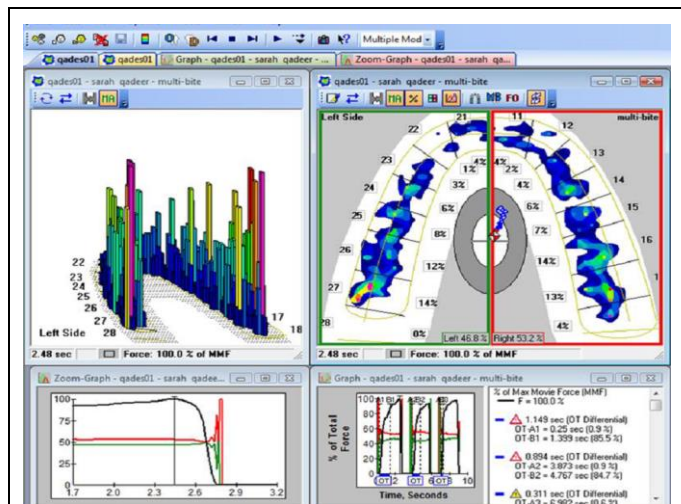


Рис. 6 (Fig. 6)

Рис. 6. Снимок экрана T-Scan Multi-Bite с отображением 2D, 3D, графика и окна с увеличенным графиком [34].

Fig. 6. Screenshot of the T-Scan Multi-Bite with 2D, 3D, graphs and magnified window display [34].

иметь представление об окклюзии пациента от первой точки контакта до максимального соприкосновения с точностью более 100 кадров в секунду, записанной в виде фильма в окне реального времени [37]. Окклюзионный анализ T-Scan повышает способность врача делать коррекцию на основе измеримых данных, а также позволяет пациенту понимать процедуру окклюзионной коррекции зубов посредством визуальной информации в режиме реального времени.

Технологический прогресс сменился пер-

Список литературы:

1. Быков И.М., Ижнина Е.В., Кочурова Е.В., Лапина Н.В. Радио-индуцированные изменения в слюноотделении пациентов со злокачественными новообразованиями челюстно-лицевой области. *Стоматология*. 2018; 97 (1): 67-70. DOI: 10.17116/stomat201897167-70.
2. Kochurova E.V., Nikolenko V.N. Estimation of expression of oral fluid biomarkers in the diagnosis of pretumor diseases of oral mucosa. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2017; 163 (1): 87-91. DOI: 10.1007/s10517-017-3744-8.
3. Noh, K. Fabricating a tooth- and implant-supported maxillary obturator for a patient after maxillectomy with computer-guided surgery and CAD/CAM technology: a clinical report / K. Noh, A. Pae, J.W. Lee, Y.D. Kwon. *J Prosthet Dent*. 2016; 115 (5): 637-642.
4. Терновой С.К., Серова Н.С., Иванова Д.В. Методы лучевой диагностики аномалий зубов. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2012; 6: 4-7.
5. Soltanzadeh P., Su J.M., Habibabadi S.R., Kattadiyil M.T. Obturator fabrication incorporating computer-aided design and 3-dimensional printing technology: A clinical report. *J Prosthet*

вым поколением компьютеризированной системы окклюзионного анализа T-Scan, разработанной в 1987 году компанией Tekscan Inc. (Саут-Бостон, США), которая способна точно анализировать окклюзию пациента в режиме реального времени [38]. На сегодняшний день именно программное обеспечение T-Scan III версии 9.0 является новейшим поколением технологии окклюзионных взаимоотношений, которая позволяет врачу с высокой точностью регистрировать и исследовать смыкание челюстей пациента.

Таким образом, что точность цифровых оттисков не уступает таковым в традиционном исполнении, однако изготовленные с помощью методики 3D-прототипирования и печати сложночелюстные протезы имеют ряд преимуществ.

Внедрение в стоматологическую практику цифровых технологий способствует изготовлению уникальной конфигурации частичного или полного съёмного протеза. За счет применения компьютерных моделей повышается эффективность работы врачей-стоматологов-ортопедов, а также повышается качество жизни пациентов при полном отсутствии зубов, осложненным наличием дефекта челюстно-лицевой области [39, 40].

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить. Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых – докторов наук № МД-36.2020.7.

- Dent. 2019; 121 (4): 694-697. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.06.019.
6. Farook T.H., Jamayet N.B., Abdullah J.Y., Asif J.A. [et al.] Designing 3D prosthetic templates for maxillofacial defect rehabilitation: A comparative analysis of different virtual workflows. *Comput Biol Med*. 2020; 118: 103646. doi: 10.1016/j.compbimed.2020.103646.
7. Tallarico M., Xhanari E., Martinolli M., Baldoni E., Meloni S.M. Extraoral chairside digitalization: clinical reports on a new digital protocol for surgical and prosthetic treatment of completely edentulous patients. *Journal of Oral Science and Rehabilitation*. 2018; 4 (2): 16-20.
8. González-Henríquez C.M., M.A. Sarabia-Vallejos, J.R. Hernandez. Antimicrobial Polymers for Additive Manufacturing. *Int J Mol Sci*. 2019; 20 (5): 1210. doi: 10.3390/ijms20051210.
9. Tasopoulos T., D. Chatziemmanouil, G. Karaiskou, G. Kouveliotis Fabrication of a 3D-printed interim obturator prosthesis: A contemporary approach. *J Prosthet Dent*. 2019; 121 (6): 960-963. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.10.004.
10. Jiang F.F., Y. Hou, L. Lu, X.X. Ding [et al.] Functional evalua-

tion of a CAD/CAM prosthesis for immediate defect repair after total maxillectomy: a case series of 18 patients with maxillary sinus cancer. *J Esthet Restor Dent.* 2015; 27 (Suppl 1): 80-89.

11. Srinivasan M., H. Gjengedal, M. Cattani-Lorente, M. Moussa [et al.] CAD/CAM milled complete removable dental prostheses: An in vitro evaluation of biocompatibility, mechanical properties, and surface roughness. *Dent Mater J.* 2018.

12. Alla R.K., S. Sajjan, V.R. Alluri, K. Ginjupalli, N. Upadhya Influence of Fiber Reinforcement on the Properties of Denture Base Resins. *J Biomater Nanobiotechnol.* 2013.

13. Cha H.S., J.M. Park, T.H. Kim, J.H. Lee Wear resistance of 3D-printed denture tooth resin opposing zirconia and metal antagonists. *J Prosthet Dent.* 2019. pii: S0022-3913(18)30888-6.

14. Shah R.J., S.B. Lagdive, A.H. Machchhar, K. Periyanan, S. Cherian Technique to Fabricate Hollow Maxillary Complete Denture Using 3D Printed Template. *J Prosthodont.* 2020.

15. Кочурова Е. В., Николенко В. Н., Кудасова Е. О. Особенности синтетической деятельности коры головного мозга при определении адаптивности у пациентов при полном отсутствии зубов. *Медицинский вестник Северного Кавказа.* 2019; 14 (2): 356-359. DOI – <http://dx.doi.org/10.14300/mnnc.2019.14087>.

16. Kochurova E.V., Nikolenko V.N. Matrixins in the Salivary Fluid of Patients with Tumors of the Maxillofacial Region during Orthopedic Rehabilitation with Different Prosthetic Structures. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine.* 2017; 163 (5): 663-666. DOI: 10.1007/s10517-017-3874-z.

17. Kortjes J., H. Dehnad, A.N.T. Kotte, W.M.M. Fennis, Rosenberg A.JWP A novel digital workflow to manufacture personalized three-dimensional-printed hollow surgical obturators after maxillectomy. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2018; 47 (9): 1214-1218. doi: 10.1016/j.ijom.2018.03.015.

18. Imburgia M., S. Logozzo, U. Hauschild, G. Veronesi [et al.] Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2017; 17 (1): 92.

19. Joda T., U. Bragger, N.U. Zitzmann CAD/CAM implant crowns in a digital workflow: five-year follow-up of a prospective clinical trial. *Clinical Implant. Dentistry and Related Research.* 2019; 21 (1): 169-174. doi: 10.1111/cid.12681.

20. Yuzbasioglu E., H. Kurt, R. Turunc, H. Bilir Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health.* 2014; 14 (1): 10.

21. Tallarico M., D. Schiappa, F. Schipani, F. Cocchi [et al.] Improved fully digital workflow to rehabilitate edentulous patient with an implant overdenture in 4 appointments: a case report. *Journal of Oral Science and Rehabilitation.* 2017; 3 (3): 38-46.

22. Fiore A. Di, R. Meneghello, L. Graiff [et al.] Full arch digital scanning systems performances for implant-supported fixed dental prostheses: a comparative study of 8 intraoral scanners. *Journal of Prosthodontic Research.* 2019. doi: 10.1016/j.jpor.2019.04.002.

23. Cappare P., G. Sannino, M. Minoli, P. Montemezzi, F. Ferrini Conventional versus digital impressions for full arch screw-retained maxillary rehabilitations: a randomized clinical trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2019; 16 (5): 829. doi: 10.3390/ijerph16050829.

24. Ye H., Q. Ma, Y. Hou, M. Li, Y. Zhou Generation and evaluation of 3D digital casts of maxillary defects based on multisource data registration: A pilot clinical study. *J Prosthet Dent.* 2017;

118 (6): 790-795. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.01.014.

25. Unkovskiy A., E. Wahl, A.T. Zander, F. Huettig, S. Spintzyk Intraoral scanning to fabricate complete dentures with functional borders: a proof-of-concept case report. *BMC Oral Health.* 2019; 19 (1): 46. doi: 10.1186/s12903-019-0733-5.

26. Bonnet G., C. Batisse, M. Bessadet, E. Nicolas, J.L. Veyrune A new digital denture procedure: a first practitioners appraisal. *BMC Oral Health.* 2017; 17 (1): 155. doi: 10.1186/s12903-017-0440-z.

27. Revoredo E.C.V., A. Galembeck, E.C. Ponzi, J.C. Leão [et al.] Palatal obturator designed by 3-dimensional prototyping for a patient with a large ameloblastoma: a case report. *Gen Dent.* 2018; 66 (5): 12-17.

28. Jiao T., C. Zhu, X. Dong, X. Gu Rehabilitation of maxillectomy defects with obturator prostheses fabricated using computer-aided design and rapid prototyping: a pilot study. *Int J Prosthodont.* 2014; 27 (5): 480-6. doi: 10.11607/ijp.3733.

29. Кочурова Е. В., Николенко В. Н. Мониторинг пациентов с новообразованиями челюстно-лицевой области на этапах комплексного лечения. *Вопросы онкологии.* 2017; 63 (1): 90-94.

30. Терновой С.К. Основы лучевой диагностики и терапии: национальное руководство. М., ГЭОТАР-Медиа, 2013.

31. Koyama S., H. Kato, T. Harata, N. Sato [et al.] Evaluation of water absorption properties and fabrication of hollow obturator model using 3D digital dentistry. *Dent Mater J.* 2018; 37 (4): 521-525. doi: 10.4012/dmj.2017-241.

32. Vasilieva T., Hein A.M., Vargin A., Kudasova E., Kochurova E., Nekludova M. The effect of polymeric denture modified in low-temperature glow discharge on human oral mucosa: Clinical case. *Clinical Plasma Medicine.* 2018; 9: 1-5. DOI: 10.1016/j.cpm.2017.10.002.

33. Tasopoulos T., G. Kouveliotis, G. Polyzois, V. Karathanasi Fabrication of a 3D Printing Definitive Obturator Prosthesis: a Clinical Report. *Acta Stomatol Croat.* 2017; 51(1): 53-58. doi: 10.15644/asc51/1/7.

34. Qadeer. S. Role of T-Scan III Digital Occlusal Analysis Technology in Current Dental Scenarios-Part1. 2015. <https://www.researchgate.net/publication/278673257>.

35. Akácsos S.R., M. Kis, M. Székely, S. Popşor, K. Dörner Jaw relationship assessment for removable complete dentures using the t-scan computerised system – a case report. *Med Pharm Rep.* 2019; 92 (Suppl №3): 85-90. doi: 10.15386/mpr-1522.

36. Chutchalermpan T., J. Pumklin, T. Piyapattamin Evaluation of Disclusion Time in Various Angle's Malocclusions by T-Scan III System. *Eur J Dent.* 2019; 13 (4): 510-513. doi: 10.1055/s-0039-1696896.

37. Ayuso-Montero R., Y. Mariano-Hernandez, L. Khoury-Ribas, B. Rovira-Lastra [et al.] Reliability and Validity of T-scan and 3D Intraoral Scanning for Measuring the Occlusal Contact Area. *J Prosthodont.* 2020; 29 (1): 19-25. doi: 10.1111/jopr.13096.

38. Solaberrieta E., O. Etxaniz, J.R. Otegi, A. Brizuela, G. Pradies Customized procedure to display T-Scan occlusal contacts. *J Prosthet Dent.* 2017; 117 (1): 18-21. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.07.006.

39. Utyuzh A.S., A.V. Yumashev, M.V. Mikhailova Spectrographic analysis of titanium alloys in prosthetic dentistry. *Journal of Global Pharma Technology.* 2016; 8 (12): 7-11.

40. Riakhovskii A.N., S.I. Zheltov, V.A. Kniaz', A.V. Yumashev A hardware and software complex for producing 3D models of the

teeth. *Apparatno-programmnyi kompleks polucheniiia 3D-*

modelei zubov. Stomatologiya. 2000; 79 (3): 41-45.

References:

1. Bykov, I.M., Izhnina, E.V., Kochurova, E.V., Lapina, N.V. Radiation-associated changes in salivation of patients with cancer of maxillofacial region. *Stomatologiya. 2018; 97 (1): 67-70. DOI: 10.17116/stomat201897167-70 (in Russian).*
2. Kochurova E.V., Nikolenko V.N. Estimation of expression of oral fluid biomarkers in the diagnosis of pretumor diseases of oral mucosa. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2017; 163 (1): 87-91. DOI: 10.1007/s10517-017-3744-8.*
3. Noh, K. Fabricating a tooth- and implant-supported maxillary obturator for a patient after maxillectomy with computer-guided surgery and CAD/CAM technology: a clinical report / K. Noh, A. Pae, J.W. Lee, Y.D. Kwon. *J Prosthet Dent. 2016; 115 (5): 637-642.*
4. Ternovoy S.K., Serova N.S., Ivanova D.V. Radiodiagnostic methods for dental anomalies. *Journal of radiology. 2012; 6: 4-7 (in Russian).*
5. Soltanzadeh P., Su J.M., Habibabadi S.R., Kattadiyil M.T. Obturator fabrication incorporating computer-aided design and 3-dimensional printing technology: A clinical report. *J Prosthet Dent. 2019; 121 (4): 694-697. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.06.019.*
6. Farook T.H., Jamayet N.B., Abdullah J.Y., Asif J.A. [et al.] Designing 3D prosthetic templates for maxillofacial defect rehabilitation: A comparative analysis of different virtual workflows. *Comput Biol Med. 2020; 118: 103646. doi: 10.1016/j.compbimed.2020.103646.*
7. Tallarico M., Khanari E., Martinolli M., Baldoni E., Meloni S.M. Extraoral chairside digitalization: clinical reports on a new digital protocol for surgical and prosthetic treatment of completely edentulous patients. *Journal of Oral Science and Rehabilitation. 2018; 4 (2): 16-20.*
8. González-Henríquez C.M., M.A. Sarabia-Vallejos, J.R. Hernandez. Antimicrobial Polymers for Additive Manufacturing. *Int J Mol Sci. 2019; 20 (5): 1210. doi: 10.3390/ijms20051210.*
9. Tasopoulos T., D. Chatziemmanouil, G. Karaiskou, G. Kouveliotis Fabrication of a 3D-printed interim obturator prosthesis: A contemporary approach. *J Prosthet Dent. 2019; 121 (6): 960-963. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.10.004.*
10. Jiang F.F., Y. Hou, L. Lu, X.X. Ding [et al.] Functional evaluation of a CAD/CAM prosthesis for immediate defect repair after total maxillectomy: a case series of 18 patients with maxillary sinus cancer. *J Esthet Restor Dent. 2015; 27 (Suppl 1): 80-89.*
11. Srinivasan M., H. Gjengedal, M. Cattani-Lorente, M. Moussa [et al.] CAD/CAM milled complete removable dental prostheses: An in vitro evaluation of biocompatibility, mechanical properties, and surface roughness. *Dent Mater J. 2018.*
12. Alla R.K., S. Sajjan, V.R. Alluri, K. Ginjupalli, N. Upadhyia Influence of Fiber Reinforcement on the Properties of Denture Base Resins. *J Biomater Nanobiotechnol. 2013.*
13. Cha H.S., J.M. Park, T.H. Kim, J.H. Lee Wear resistance of 3D-printed denture tooth resin opposing zirconia and metal antagonists. *J Prosthet Dent. 2019. pii: S0022-3913(18)30888-6.*
14. Shah R.J., S.B. Lagdive, A.H. Machchhar, K. Periyanan, S. Cherian Technique to Fabricate Hollow Maxillary Complete
15. Kochurova E. V., Nikolenko V. N., Kudasova E. O. Peculiarities of cerebral cortex synthetic activity at determination of adaptive ability in patients with completely absent dentition. *Medical News of North Caucasus. 2019; 14 (2): 356-359. DOI – http://dx.doi.org/10.14300/mnnc.2019.14087 (in Russian).*
16. Kochurova E.V., Nikolenko V.N. Matrixins in the Salivary Fluid of Patients with Tumors of the Maxillofacial Region during Orthopedic Rehabilitation with Different Prosthetic Structures. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2017; 163 (5): 663-666. DOI: 10.1007/s10517-017-3874-z. (in Russian).*
17. Kortés J., H. Dehnad, A.N.T. Kotte, W.M.M. Fennis, Rosenberg AJWP A novel digital workflow to manufacture personalized three-dimensional-printed hollow surgical obturators after maxillectomy. *Int J Oral Maxillofac Surg. 2018; 47 (9): 1214-1218. doi: 10.1016/j.ijom.2018.03.015.*
18. Imburgia M., S. Logozzo, U. Hauschild, G. Veronesi [et al.] Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health. 2017; 17 (1): 92.*
19. Joda T., U. Bragger, N.U. Zitzmann CAD/CAM implant crowns in a digital workflow: five-year follow-up of a prospective clinical trial. *Clinical Implant. Dentistry and Related Research. 2019; 21 (1): 169-174. doi: 10.1111/cid.12681.*
20. Yuzbasioglu E., H. Kurt, R. Turunc, H. Bilir Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health. 2014; 14 (1): 10.*
21. Tallarico M., D. Schiappa, F. Schipani, F. Cocchi [et al.] Improved fully digital workflow to rehabilitate edentulous patient with an implant overdenture in 4 appointments: a case report. *Journal of Oral Science and Rehabilitation. 2017; 3 (3): 38-46.*
22. Fiore A. Di, R. Meneghello, L. Graiff [et al.] Full arch digital scanning systems performances for implant-supported fixed dental prostheses: a comparative study of 8 intraoral scanners. *Journal of Prosthodontic Research. 2019. doi: 10.1016/j.jpor.2019.04.002.*
23. Capparè P., G. Sannino, M. Minoli, P. Montemezzi, F. Ferrini Conventional versus digital impressions for full arch screw-retained maxillary rehabilitations: a randomized clinical trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019; 16 (5): 829. doi: 10.3390/ijerph16050829.*
24. Ye H., Q. Ma, Y. Hou, M. Li, Y. Zhou Generation and evaluation of 3D digital casts of maxillary defects based on multisource data registration: A pilot clinical study. *J Prosthet Dent. 2017; 118 (6): 790-795. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.01.014.*
25. Unkovskiy A., E. Wahl, A.T. Zander, F. Huettig, S. Spintzyk Intraoral scanning to fabricate complete dentures with functional borders: a proof-of-concept case report. *BMC Oral Health. 2019; 19 (1): 46. doi: 10.1186/s12903-019-0733-5.*
26. Bonnet G., C. Batisse, M. Bessadet, E. Nicolas, J.L. Veyrone A new digital denture procedure: a first practitioners appraisal. *BMC Oral Health. 2017; 17 (1): 155. doi: 10.1186/s12903-017-0440-z.*
27. Revoredo E.C.V., A. Galembeck, E.C. Ponzi, J.C. Leão [et al.] Palatal obturator designed by 3-dimensional prototyping for a patient with a large ameloblastoma: a case report. *Gen Dent. 2018; 66 (5): 12-17.*
28. Jiao T., C. Zhu, X. Dong, X. Gu Rehabilitation of maxillectomy defects with obturator prostheses fabricated using computer-

aided design and rapid prototyping: a pilot study. *Int J Prosthodont.* 2014; 27 (5): 480-6. doi: 10.11607/ijp.3733.

29. Kochurova, E.V., Nikolenko, V.N. Monitoring of patients with tumors of the maxillofacial region on stages of complex treatment. *Voprosy Onkologii.* 2017; 63 (1): 90-94 (in Russian).

30. Temovoy S.K. *Basic of Radiation diagnostics and therapy.* Moscow, GEOTAR-Media, 2013 (in Russian).

31. Koyama S., H. Kato, T. Harata, N. Sato [et al.] Evaluation of water absorption properties and fabrication of hollow obturator model using 3D digital dentistry. *Dent Mater J.* 2018; 37 (4): 521-525. doi: 10.4012/dmj.2017-241.

32. Vasilieva T., Hein A.M., Vargin A., Kudasova E., Kochurova E., Nekludova M. The effect of polymeric denture modified in low-temperature glow discharge on human oral mucosa: Clinical case. *Clinical Plasma Medicine.* 2018; 9: 1-5. DOI: 10.1016/j.cpme.2017.10.002.

33. Tasopoulos T., G. Kouveliotis, G. Polyzois, V. Karathanasi. Fabrication of a 3D Printing Definitive Obturator Prosthesis: a Clinical Report. *Acta Stomatol Croat.* 2017; 51(1): 53-58. doi: 10.15644/asc51/1/7.

34. Qadeer. S. Role of T-Scan III Digital Occlusal Analysis Technology in Current Dental Scenarios-Part1. 2015. <https://www.researchgate.net/publication/278673257>.

35. Akácsos S.R., M. Kís, M. Székely, S. Popşor, K. Dömer. Jaw relationship assessment for removable complete dentures using the t-scan computerised system – a case report. *Med Pharm Rep.* 2019; 92 (Suppl №3): 85-90. doi: 10.15386/mpr-1522.

36. Chutchalermpan T., J. Pumklin, T. Piyapattamin. Evaluation of Disclusion Time in Various Angle's Malocclusions by T-Scan III System. *Eur J Dent.* 2019; 13 (4): 510-513. doi: 10.1055/s-0039-1696896.

37. Ayuso-Montero R., Y. Mariano-Hernandez, L. Houry-Ribas, B. Rovira-Lastra [et al.] Reliability and Validity of T-scan and 3D Intraoral Scanning for Measuring the Occlusal Contact Area. *J Prosthodont.* 2020; 29 (1): 19-25. doi: 10.1111/jopr.13096.

38. Solaberrieta E., O. Etxaniz, J.R. Otegi, A. Brizuela, G. Pradies. Customized procedure to display T-Scan occlusal contacts. *J Prosthet Dent.* 2017; 117 (1): 18-21. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.07.006.

39. Utyuzh A.S., A.V. Yumashev, M.V. Mikhailova. Spectrographic analysis of titanium alloys in prosthetic dentistry. *Journal of Global Pharma Technology.* 2016; 8 (12): 7-11.

40. Riakhovskii A.N., S.I. Zheltov, V.A. Kniaz', A.V. Yumashev. A hardware and software complex for producing 3D models of the teeth. *Apparatno-programmnyi kompleks poluchenii 3D-modelei zubov.* *Stomatologiya.* 2000; 79 (3): 41-45.