

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ОГЛЕДАЛНО ТРАНСЛОЦИРАН ОБРАЗ И ПРОТОТИП ПРИ РЕКОНСТРУКЦИЯ НА ДОЛНАТА ЧЕЛЮСТ НА ПАЦИЕНТ С ДЕСНОСТРАНЕН АМЕЛОБЛАСТОМ

Д. Йовчев¹, П. Станимиров² и Р. Романски³

¹*Катедра по образна и орална диагностика, Факултет по дентална медицина, Медицински университет – София*

²*Клиника по лицево-челюстна хирургия, УМБАЛ „Св. Анна“ – София, Катедра по орална и лицево-челюстна хирургия, Факултет по дентална медицина, Медицински университет – София*

³*Клиника по пластично-възстановителна и естетична хирургия, УБ „Александровска“ – София*

Резюме. Представя се случай на реконструкция на десностранен хемимандибуларен дефект на долната челюст вследствие на оперативно лечение на амелобластом. Използвани са възможностите на дигиталната обемна томография (ДОТ) за сегментация и изработване на огледално транслоциран долночелюстен прототип чрез 3D принтер. Създаденият прототип на долната челюст на пациента служи за модел за предоперативно оформяне на титаниевата пластина. Мандибуларният дефект е реконструиран чрез свободна васкулизирана костна присадка от фибула и титаниева пластина със ставна главичка. Целта на настоящата работа е да се коментират възможностите на ДОТ и 3D принтер методите за предоперативно планиране и виртуално възстановяване на патологично променената мандибула чрез огледално транслоциране на образа.

Ключови думи: амелобластом, ДОТ, бързо прототипиране

MIRROR IMAGING AND RAPID PROTOTYPING IN THE TREATMENT OF RIGHT SIDED AMELOBLASTOMA – A CASE REPORT

D. Yovchev¹, P. Stanimirov² and R. Romanski³

¹*Department of Imaging and Oral Diagnostic, Faculty of Dentistry, Medical University – Sofia,*

²*Department of Oral and Maxillofacial Surgery, University Hospital “Sv. Anna” Clinic of Maxillo-Facial Surgery, Faculty of Dentistry, Medical University – Sofia,*

³*Clinic of Plastic-Reconstructive and Aesthetic Surgery, University Hospital “Alexandrovska” – Sofia*

Summary. A case of reconstruction of right mandibular defect following surgical treatment of ameloblastoma is presented. Digital volume tomography (DVT) data were used for segmentation and producing of mirrored prototype of the lower jaw using a 3D printing technique. The prototype was used to shape a

titanium plate to replace the resected bone. The reconstruction was done using vascularized fibular bone graft and titanium TMJ condyle with a reconstruction plate. The aim of this work is to comment on the possibilities for preoperative planning and virtual reconstructions using DVT, mirroring and 3D printing technology.

Key words: ameloblastoma, DVT, rapid prototyping

Въведение

Коничнолъчевата компютърна томография (*cone beam computed tomography – СВСТ*), позната и като дигитална обемна томография – ДОТ (*digital volume tomography – DVT*), е образен диагностичен метод, който продължава да набира популярност за посрезово и триизмерно изобразяване на костите и зъбите в лицево-челюстната област. Тя позволява изследване на лицевия скелет при по-ниска доза спрямо спиралната компютърна томография (КТ) [2, 3, 17, 20]. Данните от ДОТ могат да бъдат обработени така, че при засягане на едната половина на лицето от даден процес болната страна може да се смени с контралатералната здрава половина (*mirroring*). По този начин чрез близката анатомична симетрия се добива представа за желанния краен резултат, може да се извърши планиране на хирургичната интервенция, да се информира пациентът и съответно да се подпомогне реконструкцията на дефекта [8, 14, 21]. Тази възможност става още по-атраaktivна и полезна с приложението на технологиите за бързо прототипиране. Чрез тях при деформация на засегнатата област може да се получи реално копие на „обърнатата“ на болната страна здрава половина. Така клиницистът може да пипне в ръка модела, да планира лечението, като моделира предоперативно титаниеви мрежи, пластини и др. Предоперативното планиране и предварително моделиране на титаниевата пластина води до намаляване на интраоперативното време с повече от 60 min по наши наблюдения и освен това довежда до предсказуем и подобър резултат, защото се избягва свободноръчното натъкмяване на пластината.

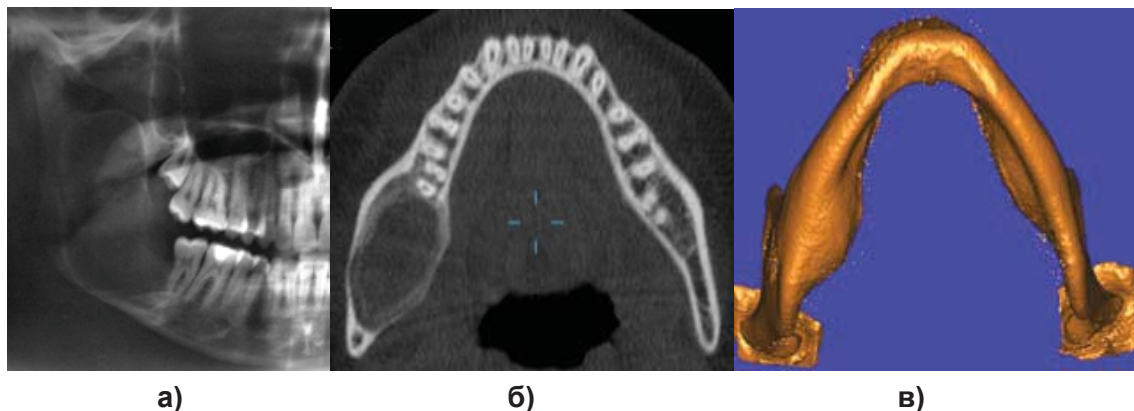
Материал и методи

Представяме случай на 18-годишна жена с амелобластом на тялото и клона на долната челюст вдясно. Образните изследва-

ния показаха остеолитична формация, експандираща десния вертикален клон и ъгъл на мандибулата (фиг. 1). Резултатът от хистопатологичното предоперативно биопсично изследване потвърди амелобластом. Стандартният оперативен протокол включва извършване на хемирезекция с постигане на хистологично чисти резекционни граници, което за амелобластома означава резекция в здрава кост на отстояние над 1-1.5 cm от рентгенографските контури на лезията.

Поради туморната деструкция на мандибулата се взе решение за предварително изработване на прототип на мандибулата, като се използва огледален образ на контралатералната половина.

За да получим необходимата информация, използвахме апарат за дигитална обемна компютърна томография (CBCT, ILUMA™, Imtec Imaging, Ardmore, OK). Напрежението и силата на тока бяха 120 kV, респ. 3.6 mA. Данните реконструирахме при воксел 0.3 mm и експортирахме в DICOM формат. Масивът от DICOM данни се въведе в софтуер за симулация на имплантати ILUMA V-implant™. Същият софтуер бе използван за постпроцесинг (сегментация) и генериране на STL (Standard Tessellation Language) файл. В нашия случай използвахме прагова стойност за сегментация – 329 единици (фиг. 1).



Фиг. 1. Предоперативна ортопантомография (а), аксиален срез от ДОТ (б) и сегментиран 3D реконструиран образ, използван за постпроцесинг и генериране на STL файл (в). Вижда се деформираната от амелобластома дясна мандибуларна половина

Чрез сагиталната равнина се извърши транслокация на данните (mirroring), при което здравата лява половина се премести вдясно, а засегнатата от амелобластома дясна половина – вляво.

Това извършихме с цел използване на здравата страна за предварително оформяне на анатомичната кривина на титаниевата пластина.

Експортирахме файл за бързо прототипиране, който въведохме в софтуера на 3D принтер (Zprinter 450, Z Corporation, USA). Чрез него с наслагване на слоеве прахообразна субстанция (ZP 130, Z Corporation, USA) с дебелина 0.089 mm и свързващ материал (ZB59, Z Corporation, USA) се получи долночелюстният прототип (фиг. 2).



Фиг. 2. Прототип на челюстта. Вижда се „преместеният“ вляво амелобластом и здравата мандибуларна половина, намираща се вече вдясно

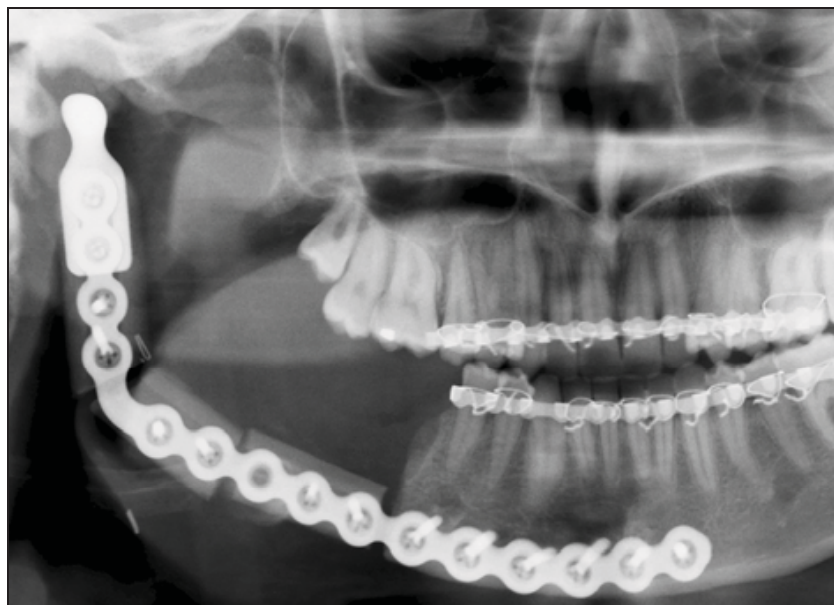
Резултати

Хирургичното лечение включваше хемимандибулектомия под обща анестезия и реконструкция на мандибуларния дефект чрез свободен костен микроваскуларен трансплантат от фибула. Костната присадка се фиксира към предварително моделираната по прототипа титаниева пластина със ставна главичка и извършване на микросъдови анастомози към *vena et arteria facialis*.

Екипът отчете чувствителна редукция (от около 60 min) на времето, необходимо за интервенцията, в сравнение с аналогич-

ни операции, при които не е използван модел на челюстта. Постоперативният период протече без усложнения.

На контролната рентгенография се установи оптимална адаптация на металната остеосинтеза (фиг. 3).



Фиг. 3. Постоперативна ортопантомография. Вижда се оптималната форма и позиция на титаниевата пластина и закрепената за нея ставна глава

Обсъждане

Триизмерно реконструираният образ доставя полезна информация и силно подпомага хирургичното планиране, но все пак съществува „празнина“ между тях и работата с реални анатомични структури [15]. По тази причина поради възможността за възпроизвеждане на анатомични структури чрез методите за бързо прототипиране тези методи все по често се прилагат в оралната хирургия и травматология [1, 5-7, 10-13, 15].

Моделите, получени чрез прототипиране, разкриват възможности за улеснено и интуитивно възприемане на анатомията и патологичния процес, улесняват комуникацията между хирурга и пациента и могат да се използват за симулация на хирургични интервенции при обучението [1, 9, 13, 15, 19].

Използването на здравата половина за реконструкция на деформираната контралатерална може да позволи точно възстановяване на симетрията [21]. Неточности могат да възникнат при

значителна асиметрия между двете половини, при постпроцесингова обработка на DICOM данните, при изработването на прототипа, при огъването на пластината/ите, както и при самата хирургична интервенция.

Barker и сътр. отбелязват, че изборът на прагова стойност при получаването на STL файловете е от голямо значение за точността на възпроизвеждане [4]. От друга страна, инфилтрацията на повърхностите на прототипите с лепило в последния етап от получаването им вероятно също повлиява точната репродукция, респективно размерите на прототипа [16, 18]. Поради тези потенциални възможности за възникване на отклонения за постигане на оптимален резултат е необходим индивидуален, екипен подход при всеки конкретен случай.

В резултат на предоперативното моделиране на титаниевата пластина отчитаме намаляване на оперативното време с повече от един час, както и сигурност, спокойствие и предсказуемост на очаквания резултат. Предоперативното формиране на титаниевата пластина по предоперативно изработен прототип осигурява дефинираност на процеса на огъване, като се избягват излишните корекции и увреди. Такива неминуемо се налагат в случаите с интраоперативно натъкмяване на пластината, а това би било предпоставка и за по-висок риск от последваща възможна фрактура на титаниевата пластина.

В заключение, представеният случай онагледява постигането на оптимална реконструкция на частично резецирана долна челюст с помощта на огледален прототип, получен от ДОТ. Прототипите, получени чрез данни от ДОТ, създават възможност за намаляне на дозата йонизиращи лъчения спрямо традиционно използваната за тази цел информация от КТ.

Библиография

1. Й о в ч е в , Д., Е. Деливерска, Ж. Инджова и Р. Угринов. Бързо прототипиране чрез използване на СВСТ данни: начален опит. – Рентгенол. радиол., **50**, 2011, № 3, 213-215
2. Й о в ч е в , Д. СВСТ в денталната образна диагностика. – Рентгенол. радиол., **48**, 2009, № 1, 17-21.

3. Михайлова, Хр. Възможности за оптимизиране на рентгеновата диагностика при мандибуларни фрактури. Дисертационен труд за научна степен доктор, 2010, 135-136.
4. Barker, T. M., W. J. Earwaker et D. A. Lisle. Accuracy of stereolithographic models of human anatomy. – Australas. Radiol., **38**, 1994, № 2, 106-111.
5. Chow, B. K. et J. K. Chow. Applications of office-based three-dimensional technologies including cone-beam computed tomography and rapid prototyping in the management of maxillofacial trauma – literature review and a case report. – Hong Kong Dent. J., **6**. 2009, 93-97.
6. Chow, L. K. et L. K. Cheung. The usefulness of stereomodels in maxillofacial surgical management. – J. Oral Maxillofac. Surg., **65**, 2007, № 11, 2260-2268.
7. Cohen, A. et al. Mandibular reconstruction using stereolithographic 3-dimensional printing modeling technology. – Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endodontol., **108**, 2009, № 5, 661-666.
8. Drstvensek, I. et al. Applications of rapid prototyping in cranio-maxillofacial surgery procedures. **1**, 2008, № 2, 29-38.
9. Ibrahim, D. et al. Dimensional error of selective laser sintering, three-dimensional printing and Poly Jet models in the reproduction of mandibular anatomy. – J. Craniomaxillofac. Surg., **37**, 2009, № 3, 167-173.
10. Keightley, A. J. et al. Autotransplantation of an immature premolar, with the aid of cone beam CT and computer-aided prototyping: a case report. – Dent. Traumatol., **26**, 2010, № 2, 195-199.
11. Kim, S. H. et al. Surgical positioning of orthodontic mini-implants with guides fabricated on models replicated with cone-beam computed tomography. – Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., **131**, 2007, № 4, 82-89.
12. Lambrecht, J. Th. et al. Generation of three-dimensional prototype models based on cone beam computed tomography. – Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg., **4**, 2009, № 2, 175-180.
13. Lambrecht, J. T. et al. Haptic model fabrication for undergraduate and postgraduate teaching. – Int. J. Oral Maxillofac. Surg., **39**, 2010, № 12, 1226-1229.
14. Metzger, M. C. et al. Verification of clinical precision after computer-aided reconstruction in craniomaxillofacial surgery. – Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod., **104**, 2007, e1-10.
15. Rengier, F. et al. 3D printing based on imaging data: review of medical applications – Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg., **5**, 2010, № 4, 335-341.
16. Sachs, E. Dimensional control in 3D printing: a solid free form fabrication process. In: Sachs E (ed.). MIT Materials Processing Center. Precision in Shape, Process Control, Structure and Properties. <http://web.mit.edu/mpc/www/Events/Materials1998>.
17. Scarfe, W., A. Farman et P. Sukovic. Clinical applications of cone beam computed tomography in dental practice. – J. Can. Dent. Assoc., **72**, 2006, № 1, 75-80.

18. S i l v a , D. N. et al. Dimensional error in selective laser sintering and 3D-printing of models for craniomaxillary anatomy reconstruction – J. Craniomaxillofac. Surg., **36**, 2008, № 3, 443-449.
19. V e s c a n , A. D. et al. C-arm cone beam ct guidance of sinus and skull base surgery: quantitative surgical performance evaluation and development of a novel high-fidelity phantom. – Prog. Biomed. Optics Imag., **10**, 2009, № 37, 1-10.
20. D e V o s , W. J. et al. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. – Int. J. Oral Maxillofac. Surg., **38**, 2009, № 6, 609-625.
21. Z h o u , L. et al. Correction of hemifacial microsomia with the help of mirror imaging and a rapid prototyping technique: case report. – Br. J. Oral Maxillofac. Surg., **47**, 2009, № 6, 486-488.

☰ *Адрес за кореспонденция:*

Д-р П. Станимиров

Клиника по лицево-челюстна хирургия

УМБАЛ „Св.Анна“ – София

0888 40 23 93

① e-mail: stanimirov.p@gmail.com