

Immediate palatal obturator in 3D-printing technology for a patient with planned resection of a neoplastic lesion – a case report

Natychmiastowa płytką obturacyjną w technologii druku 3D dla pacjenta z zaplanowaną resekcją zmiany nowotworowej – opis przypadku

**Anna Cybulska¹, Anna Mydlak², Jakub Zwoliński², Karol Dominiak²,
Marcin Piotr Szerszeń¹, Jolanta Kostrzewa-Janicka¹**

¹ Katedra Protetyki Stomatologicznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Polska
Department of Prosthodontics, Medical University of Warsaw
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Jolanta Kostrzewa-Janicka

² Narodowy Instytut Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie Państwowy Instytut Badawczy,
Klinika Nowotworów Głowy i Szyi, Polska
The Maria Skłodowska-Curie National Research Institute of Oncology, The Head and Neck
Neoplasms Clinic, Poland
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Andrzej Kawecki

KEY WORDS:

cancer, head and neck neoplasms, palatal obturator, 3D-printing

HASŁA INDEKSOWE:

rak, nowotwory głowy i szyi, obturator, druk 3D

Summary

Surgical treatment of midface tumours may lead to tissue loss and, in consequence, to functional and aesthetic disorders. Providing the patient with a palatal obturator immediately after the resection procedure reduces the scope of reconstructive surgery, accelerates the wound healing process and allows physicians to restore functions such as chewing, swallowing, breathing and speech. The development of digital technologies enables their wider use in the prosthetic rehabilitation of patients, increasing the accuracy of the fabricated restorations and shortening the rehabilitation time; data archiving is possible, as well as efficient communication between various medical facilities. CAD/CAM technologies are also used in patients treated for head and neck neoplasms. The article presents a clinical case of a patient after tissue resection

Streszczenie

Chirurgiczne leczenie nowotworów środkowego piętra twarzy może prowadzić do powstania ubytku tkanek, a w konsekwencji do zaburzeń funkcji i estetyki. Natychmiastowe zaopatrzenie pacjenta w płytkę obturacyjną bezpośrednio po zabiegu resekcji zmniejsza zakres zabiegu rekonstrukcyjnego, przez co przyspiesza proces gojenia rany oraz pozwala przywrócić funkcje, takie jak żucie, połykanie, oddychanie i mowa. Rozwój technologii cyfrowych pozwala na coraz szersze ich wykorzystanie w rehabilitacji protetycznej pacjentów, zwiększając dokładność wykonywanych uzupełnień i skracając czas rehabilitacji oraz umożliwia archiwizację danych, a także sprawną komunikację między różnymi placówkami medycznymi. Technologie CAD/CAM znajdują zastosowanie również u pacjentów leczonych z powodu nowotworów głowy i szyi. W artykule

within the hard and soft palate with subsequent prosthetic rehabilitation with an immediate palatal obturator digitally designed in the Blue Sky Plan 4 program (Blue Sky Bio, USA) based on an intra-oral scan (Trios 3, 3Shape, Denmark) and image of computed tomography performed during the diagnosis of a neoplastic lesion. The prosthetic restoration was made in 3D-printing technology in the Asiga Max UV 385 printer (Asiga, Australia) from the of NextDent Denture 3D+ material (NextDent, the Netherlands).

przedstawiono przypadek kliniczny rehabilitacji protetycznej pacjenta po resekcji tkanek w obrębie podniebienia twardego i miękkiego z wykorzystaniem natychmiastowej płytki obturacyjnej zaprojektowanej cyfrowo w programie Blue Sky Plan 4 (Blue Sky Bio, USA) na podstawie skanu wewnątrzustnego (Trios 3, 3Shape, Dania) oraz obrazu tomografii komputerowej wykonanej podczas diagnostyki zmiany nowotworowej. Uzupełnienie protetyczne wytworzone zostało w technologii druku 3 D w drukarce Asiga Max UV 385 (Asiga, Australia) z materiału NextDent Denture 3D+ (NextDent, Holandia).

Introduction

The standard method of treating neoplasms in the head and neck area is the resection of the tumour with a margin of healthy tissue. Surgical procedures around the hard and soft palate lead to tissue loss, which results in both impaired function and aesthetics and reduced quality of life.¹⁻³ Instantaneous provision of the patient with a prosthetic device to repair the resulting tissue defect immediately after resection, especially in the case of surgical reconstruction involving additional mutilation, is viewed as the optimal solution in terms of restoring function, protecting the operated site, accelerating the wound healing process, and improving the patient's well-being.² The prosthetic restoration significantly shortens the duration of the surgical procedure and enables constant observation of the postoperative lodge for early complications, such as bleeding or rhinorrhea. The absence of surgical reconstruction significantly facilitates the radicalization of the procedure in the event of an insufficient margin determined by the final histopathological examination. The use of a microsurgical or a local flap involves filling the post-resection lodge with tissues transferred from other areas and, despite the advantages of immediate surgical reconstruction, results

Wstęp

Podstawową metodą leczenia nowotworów głowy i szyi jest resekcja guza wraz z marginesem zdrowych tkanek. Zabiegi chirurgiczne w obrębie podniebienia twardego i miękkiego prowadzą do powstania ubytku tkanek, którego konsekwencją są zaburzenia funkcji i estetyki oraz obniżenie komfortu życia.¹⁻³ Natychmiastowe zaopatrzenie pacjenta w uzupełnienie protetyczne zamykające powstały ubytek tkanek bezpośrednio po zabiegu resekcji w przypadku, gdy rekonstrukcja chirurgiczna wiązałaby się z dodatkowym okaleczeniem, stanowi optymalne rozwiązanie w aspekcie przywrócenia funkcji, ochrony miejsca operowanego, przyspieszenia procesu gojenia rany oraz poprawy samopoczucia pacjenta.² Uzupełnienie protetyczne znacząco skraca czas trwania zabiegu chirurgicznego i daje możliwość stałej obserwacji łoża pooperacyjnej w kierunku wczesnych powikłań, takich jak krwawienie czy płynotok. Brak rekonstrukcji chirurgicznej znacząco ułatwia radykalizację zabiegu w przypadku niewystarczającego marginesu w wyniku ostatecznego badania histopatologicznego. Wykorzystanie płata mikrochirurgicznego lub lokalnego wiąże się z wypełnieniem łoża poresekcyjnej tkankami

in limited insight into the post-resection site and difficult assessment in imaging studies, which often delays the finding of a local recurrence.^{4,5} Immediate palatal obturators designed on models obtained from traditional impressions are often not characterized by clinically acceptable tightness or retention and stabilization on the foundation.^{2,6,7} Methods are constantly being sought that would facilitate the planning, design, and execution of prosthetic restorations for this group of patients.

Dynamically developing CAD/CAM technologies enable intra-oral data recording, digital processing, creation of a virtual model, as well as design and production of prosthetic restorations. In addition, the ability to archive data facilitates communication between the doctor and the dental laboratory or other medical centres.⁸⁻¹⁰ By means of digital impressions you obtain an image of the prosthetic foundation using the small size of the recording part of the intraoral scanner which, unlike traditional impressions, does not require contact with the oral tissues; the procedure time is shortened and is more comfortable for the patient.^{11,12}

With the 3D printing technique it is possible to fabricate large objects of any shape, and so it finds its application in the manufacture of removable restorations for patients after surgical procedures. A prosthetic restoration with an obturator supplementing extensive tissue loss may provide insufficient retention of the prosthesis on the prosthetic foundation due to the weight and force of gravity. Designing hollow-closed obturators and the use of 3D printing technology offers high accuracy of manufacture and may be the solution to this problem.^{13,14} CAD/CAM software enables the acquisition and processing of data not only from digital impressions, but also from imaging tests performed on patients in the process of diagnosing and treating cancerous lesions. The option to superimpose digital images from various sources is used when the accuracy

przeniesionymi z innych okolic i mimo zalet natychmiastowej rekonstrukcji chirurgicznej, powoduje ograniczony wgląd w łożę poresekcyjną, utrudnioną ocenę w badaniach obrazowych, co niejednokrotnie opóźnia rozpoznanie wznowy miejscowej.^{4,5} Projektowanie natychmiastowych płytek obturacyjnych na modelach uzyskanych z tradycyjnych wycisków niejednokrotnie nie pozwala na wykonanie uzupełnień protetycznych charakteryzujących się akceptowalną klinicznie szczelnością oraz retencją i stabilizacją na podłożu.^{2,6,7} Nieustannie poszukiwane są metody, które ułatwiłyby planowanie, projektowanie i wykonawstwo uzupełnień protetycznych dla tej grupy pacjentów.

Dynamicznie rozwijające się technologie CAD/CAM pozwalają na wewnątrzustną rejestrację danych, ich cyfrowe przetwarzanie, tworzenie wirtualnego modelu oraz projektowanie i wytwarzanie uzupełnień protetycznych. Ponadto możliwość archiwizacji danych ułatwia komunikację między lekarzem a pracownią techniki dentystycznej lub różnymi placówkami medycznymi.⁸⁻¹⁰

Wyciski cyfrowe pozwalają uzyskać obraz podłoża protetycznego za pomocą niewielkich rozmiarów końcówką skanera wewnątrzustnego, która w przeciwieństwie do tradycyjnych wycisków nie wymaga kontaktu z tkankami jamy ustnej, a czas tego etapu ulega skróceniu i jest bardziej komfortowy dla pacjenta.^{11,12}

Technika druku 3D pozwala na wytwarzanie dużych obiektów o dowolnym kształcie, znajdując zastosowanie w procesie wykonania uzupełnień ruchomych dla pacjentów po zabiegach chirurgicznych. Uzupełnienie protetyczne z obturatorem uzupełniającym rozległy ubytek tkanek, ze względu na ciężar oraz siłę grawitacji może prowadzić do braku retencji protezy na podłożu.¹² Rozwiązaniem tego problemu może być projektowanie obturatorów zamkniętych pustych, a wykorzystanie techniki druku 3D pozwala na ich precyzyjne wytwarzanie.^{13,14} Oprogramowanie CAD/

of impressions or prosthetic restorations is compared, or when, for example, surgical, implantological or prosthetic treatment is planned.^{6,12,15-18}

Case report

The patient, aged 37 years, was referred from the Head and Neck Neoplasms Clinic of the National Institute of Oncology in Warsaw to have an immediate obturator device designed and made before the planned surgery. Two weeks earlier, a resection of a low-grade mucoepidermoid carcinoma of the soft palate on the right side was performed. The lesion was completely removed. However, the histopathological examination showed a very narrow margin of healthy tissue, which was insufficient. Therefore, it was planned to extend the scope of tissue resection and provide the patient with an immediate palatal obturator (Fig. 1).

The patient underwent intra-oral scans of the maxillary, mandibular and occlusal conditions (Trios 3, 3Shape, Denmark) (Fig. 2). A digital impression (DI) of the prosthetic foundation and data from computed tomography (CT)

CAM umożliwia pozyskiwanie i przetwarzanie danych nie tylko z wycisków cyfrowych, ale również z badań obrazowych wykonywanych u pacjentów w procesie diagnostyki i leczenia zmian nowotworowych. Możliwość składania obrazów cyfrowych z różnych źródeł znajduje zastosowanie podczas planowania, m.in. leczenia chirurgicznego, implantologicznego i protetycznego.^{6,12,15-20}

Opis przypadku

Pacjentka, lat 37, skierowana została z Kliniki Nowotworów Głowy i Szyi Narodowego Instytutu Onkologii w Warszawie w celu zaprojektowania i wykonania natychmiastowej płytki obturacyjnej przed planowanym zabiegiem chirurgicznym. Przed dwoma tygodniami wykonano zabieg resekcji raka śluzowonaskórkowego jasnokomórkowego o niskim stopniu złośliwości podniebienia miękkiego po stronie prawej, który usunięty został w całości. Wynik badania histopatologicznego wykazał jednak bardzo wąski margines tkanki zdrowej (ryc. 1). W związku z tym, zaplanowano poszerzenie zakresu resekcji tkanek i zaopatrzenie pacjentki w natychmiastową płytkę obturacyjną.



Fig 1. Intra-oral photo before the planned procedure of radicalization of resection of the neoplastic lesion.
Ryc. 1. Zdjęcie wewnętrzne przed planowanym zabiegiem radykalizacji resekcji zmiany nowotworowej.

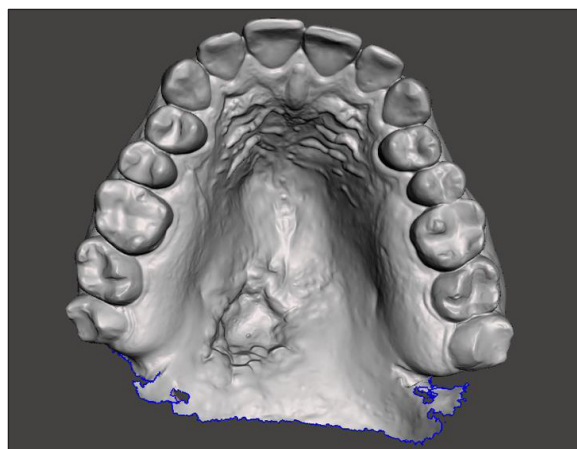


Fig. 2. Intra-oral scan of the maxillary prosthetic foundation exported to CAD/CAM software as an STL file.

Ryc. 2. Skan wewnętrzny podłoża protetycznego szczęki.

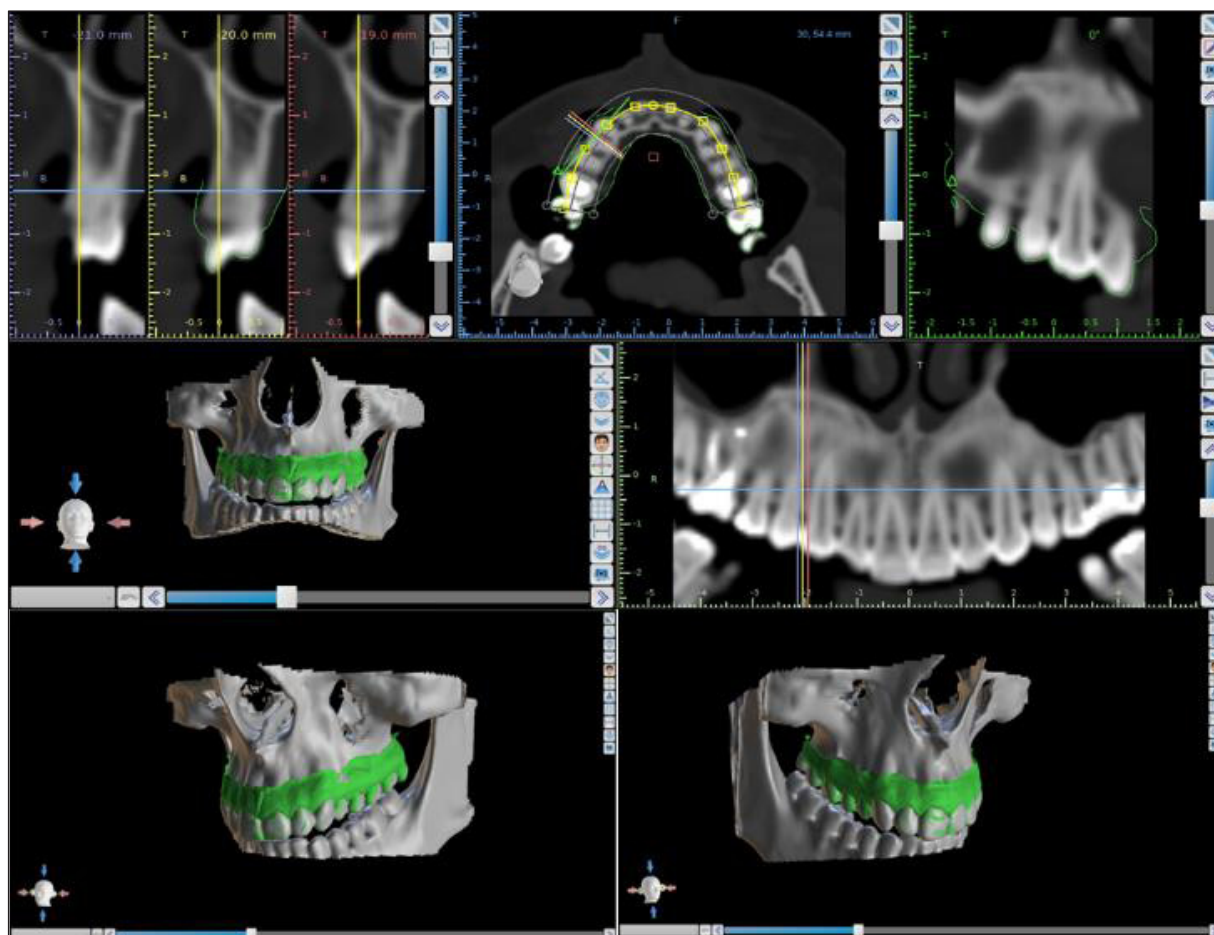


Fig. 3. Intra-oral scans and CT jaw model superimposed in Blue Sky Plan 4 software.

Ryc. 3. Złożony skan wewnątrzustny i model szczęki z tomografii komputerowej w programie Blue Sky Plan 4.

performed during the diagnosis of the neoplastic lesion were imported into the Blue Sky Plan 4 software (Blue Sky Bio, USA) (Fig. 3). With the team of maxillofacial surgeons from the Head and Neck Neoplasms Clinic, the scope of tissue resection and the scope of the planned prosthetic restoration were planned. Based on the superimposed images of the intra-oral scan and the model of the jaw obtained from computed tomography, a restoration plate with a full-closed obturator was designed (Fig. 4).

The prosthetic restoration was printed on the Asiga Max UV 385 printer (Asiga, Australia) from NextDent Denture 3D+ (NextDent, The Netherlands) according to the manufacturer's instructions. After printing, cleaning off excess

U pacjentki wykonano skany wewnątrzustne podłoża szczęki, żuchwy oraz warunków okluzyjnych (Trios 3, 3Shape, Dania) (ryc. 2). Do programu Blue Sky Plan 4 (Blue Sky Bio, USA) zaimportowano wycisk cyfrowy szczęki oraz dane z tomografii komputerowej wykonanej podczas diagnostyki zmiany nowotworowej (ryc. 3). Z zespołem chirurgów szczękowo-twarzowych z Kliniki Nowotworów Głowy i Szyi zaplanowano zakres resekcji tkanek oraz zasięg planowanego uzupełnienia protetycznego. Na podstawie złożonych obrazów skanu wewnątrzustnego i modelu szczęki uzyskanego z tomografii komputerowej zaprojektowano płytę protezy z pełnym obturatorem zamkniętym (ryc. 4). Uzupełnienie protetyczne

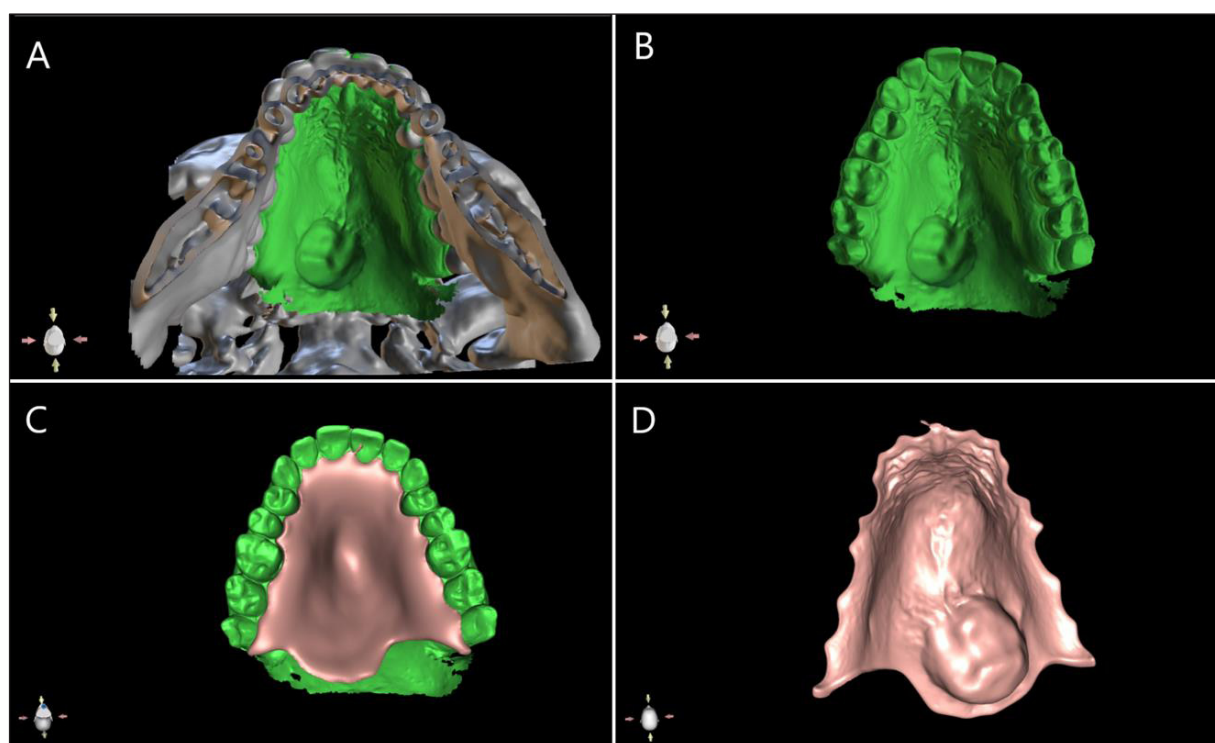


Fig. 4. Palatal obturator design process in the Blue Sky Plan 4 software: A – jaw scans on a CT model superimposition, B – jaw scans prepared for the design of the obstruction plate, C – designed prosthetic restoration on a virtual model, D – palatal view of the obturator ready for printing.

Ryc. 4. Projektowanie płytki obturacyjnej w programie Blue Sky Plan 4. A – opracowany skan szczęki na modelu z tomografii komputerowej, B – skan szczęki przygotowany do projektowania płytki obturacyjnej, C – zaprojektowane uzupełnienie protetyczne na wirtualnym modelu, D – gotowa do druku płytka obturacyjna.

resin and ultrasonic bathing in ethanol, the prosthesis was cured for 30 minutes in the NextDent LC 3D Print Box lamp (NextDent, the Netherlands) for the final polymerization of the material. The printed model of the jaw made it possible to plan the position of Adams orthodontic clasps on teeth 16, 26 and prosthetic clasps on teeth 18, 28. The clasps were embedded in the resin plate using NextDent Denture 3D+ resin. The finished prosthetic restoration was processed using conventional methods and instruments in the dental technology laboratory (Fig. 5).

Immediately after tissue resection, the palatal obturator was placed on the prosthetic foundation in the operating theatre of the Head and Neck Neoplasms Clinic. The patient was

wydrukowano w drukarce Asiga Max UV 385 (Asiga, Australia) z materiału NextDent Denture 3D+ (NextDent, Holandia) zgodnie z zaleceniami producenta. Po wydrukowaniu, oczyszczeniu z nadmiaru żywicy i kąpieli ultradźwiękowej w etanolu protezę utwardzono przez 30 min w lampie NextDent LC 3D Print Box (NextDent, Holandia) w celu końcowej polimeryzacji materiału. Wydrukowany model szczęki umożliwił zaplanowanie pozycji klamer ortodontycznych Adamsa na zębach 16, 26 oraz klamer protetycznych na zębach 18, 28. Montaż klamer w płycie protezy wykonano z wykorzystaniem żywicy NextDent Denture 3D+. Gotowe uzupełnienie protetyczne podane zostało obróbce przy użyciu konwencjonalnych metod i instrumentów w pracowni

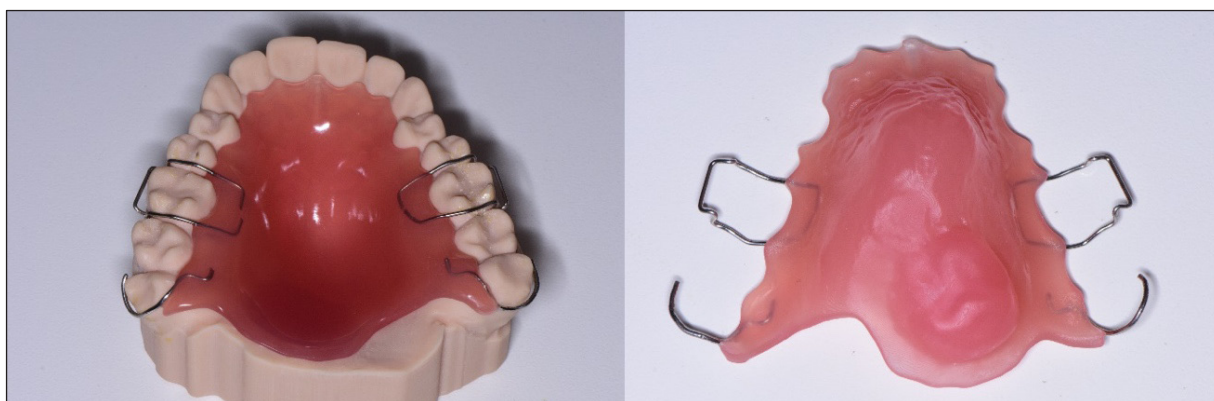


Fig. 5. 3D-printed palatal obturator equipped with Adams orthodontic clasps on teeth 16, 26, and prosthetic clasps on teeth 18, 28.

Ryc. 5. Wydrukowana płytka obturacyjna zaopatrzona w klamry ortodontyczne Adamsa na zębach 16, 26 oraz klamry protetyczne na zębach 18, 28.



Fig. 6. Intra-oral photo after tissue resection: A – postoperative defect in the maxilla, B – palatal obturator placed on the prosthetic foundation.

Ryc. 6. Zdjęcie wewnętrzne po zabiegu resekcji tkanek. A – ubytek pooperacyjny w szczęce, B - płytka obturacyjna wprowadzona na podłoże protetyczne.

provided with recommendations regarding the use and hygiene of the restoration as well as the schedule of follow-up visits (Fig. 6).

Summary

With modern digital systems it is possible to simplify the often complicated traditional techniques of manufacturing prosthetic restorations. They can be widely applied not only in the performance of standard prosthetic items, but also in cases of atypical restorations thanks to the development of dental CAD/

techniki dentystycznej (ryc. 5). Bezpośrednio po zabiegu resekcji tkanek płytka obturacyjna została wprowadzona na podłoże protetyczne w Oddziale Zabiegowym Kliniki Nowotworów Głowy i Szyi. Pacjentce przekazane zostały zalecenia dotyczące zasad użytkowania i higieny uzupełnienia oraz terminy wizyt kontrolnych (ryc. 6).

Podsumowanie

Nowoczesne systemy cyfrowe pozwalają uprościć niejednokrotnie skomplikowane

CAM technology and materials. The ability to acquire data from diagnostic imaging and intra-oral scanners obtained during the treatment protocols of neoplastic lesions and their processing in CAD/CAM software assures precise planning of resection procedures and the design of immediate prosthetic restorations.

tradycyjne techniki wytwarzania uzupełnień protetycznych. Rozwój technologii CAD/CAM oraz materiałów pozwala na ich szerokie zastosowanie nie tylko podczas wykonawstwa standardowych prac protetycznych, ale również uzupełnień atypowych. Możliwość pozyskiwania danych z badań obrazowych wykonanych podczas diagnostyki zmian nowotworowych oraz ich przetwarzanie w oprogramowaniu CAD/CAM pozwala na precyzyjne planowanie zabiegów resekcji oraz projektowanie natychmiastowych uzupełnień protetycznych.

References / Piśmiennictwo

1. *Vosselman N, Alberga J, Witjes MHJ, Raghoobar GM, Reintsema H, Vissink A, Korfage A*: Prosthodontic rehabilitation of head and neck cancer patients – Challenges and new developments. *Oral Dis* 2021; 27(1): 64-72.
2. *Zhao R, Dong Y, Liu N, Bai S*: A digital workflow for fabricating an interim obturator after partial maxillary resection. *J Prosthet Dent* 2022; 1: S0022-3913(22)00696-5.
3. *Juszczyszyn K, Rolski D, Mierzwińska-Nastalska E*: Wykorzystanie technologii CAD/CAM w rehabilitacji protetycznej pacjentów leczonych z powodu nowotworów środkowego piętra twarzy. *Protet Stomatol* 2019; 69(3): 313-321.
4. *Nieborak R, Mateńko D, Rolski D, Mierzwińska-Nastalska E*: Rehabilitacja protetyczna pacjenta po resekcji szczęki z powodu nowotworu z użyciem frezowanej belki wspartej na wszczepach śródkostnych. *Protet Stomatol* 2016; 2: 116-120.
5. *Maślak-Bereś M, Loster JE*: Postępowanie kliniczne podczas leczenia protetycznego pacjentów z ubytkami tkanek w obrębie jamy ustnej i twarzy. *Protet Stomatol* 2019; 69(3): 322-331.
6. *Hu Y, Liu J, Wu W, Wang Z*: Immediate reconstruction of defects after a partial maxillectomy with a digitally planned, prefabricated, 3-dimensionally printed, esthetic obturator prosthesis. *J Prosthet Dent* 2023; 23: S0022-3913(23)00064-1.
7. *Cybulska A, Rolski D*: Historia sposobów odbudowy protetycznej ubytków w obrębie części twarzowej czaszki od czasów starożytnych do współczesnych. *Protet Stomatol* 2022; 72(3): 288-296. doi:10.5114/ps/153577
8. *Pillai S, Upadhyay A, Khayambashi P*: Dental 3D-printing: transferring art from the laboratories to the clinics. *Polymers* 2021; 13: 157.
9. *Elbashti ME, Sumita YI, Kelimu S, Aswehlee AM, Awuti S, Hattori M*: Application of Digital Technologies in Maxillofacial Prosthetics Literature: A 10-Year Observation of Five Selected Prosthodontics Journals. *Int J Prosthodont* 2019; 32(1): 45-50.
10. *Farook TH, Jamayet NB, Abdullah JY, Asif JA, Rajion ZA, Alam MK*: Designing 3D prosthetic templates for maxillofacial defect rehabilitation: A comparative analysis of

- different virtual workflows. *Comput Biol Med* 2020; 118: 103646.
11. *Beri A, Pisulkar SK, Bagde AD, Bansod A, Dahihandekar C, Paikrao B*: Evaluation of accuracy of photogrammetry with 3D scanning and conventional impression method for craniomaxillofacial defects using a software analysis. *Trials* 2022; 23(1): 1048.
 12. *Soriano CM, Vega PC, Devesa AE, Salas EJ, López Lopez J*: Frequency and type of digital procedures used for the intraoral prosthetic rehabilitation of patients with head and neck cancer: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2022; 127(5): 811-815.
 13. *Alfaraj A, Su FY, Lin WS*: CAD-CAM Hollow Obturator Prosthesis: A Technical Report. *J Prosthodont* 2022; 31(7): 635-638.
 14. *Alfaraj A, Yang CC, Levon JA*: The trueness of obturator prosthesis base manufactured by conventional and 3D printing techniques. *J Prosthodont* 2022; 31: 221-227.
 15. *Suresh N, Janakiram C, Nayar S, Krishnapriya VN, Mathew A*: Effectiveness of digital data acquisition technologies in the fabrication of maxillofacial prostheses – A systematic review. *J Oral Biol Craniofac Res* 2022; 12(1): 208-215.
 16. *Cybulska A, Szerszeń M*: Wykorzystanie technologii cyfrowych w rehabilitacji protetycznej pacjentów po chirurgicznym leczeniu nowotworów głowy i szyi. *Protet Stomatol* 2023; 73(1): 57-64. doi:10.5114/ps/162661.
 17. *Szerszeń M, Surowiecki D, Tyrajski M*: Influence of storage conditions of alginate mass impressions on their spatial dimensions. *Protet Stomatol* 2018; 68(4): 406-414.
 18. *Surowiecki D, Szerszeń M, Wróbel-Bednarz K, Walczyk A*: Compatibility of the digital design of prosthetic crowns with restorations made in the technology of selective laser sintering of metal powders. *Protet Stomatol* 2020; 70(2): 132-143.
 19. *Cywoniuk E, Sierpińska T, Sulewska M*: Wykonanie protez całkowitych w technologii CAD/CAM – przegląd piśmiennictwa. *Protet Stomatol* 2021; 71(4): 332-342.
 20. *Cywoniuk E, Sierpińska T*: Wykorzystanie technologii cyfrowych w wykonawstwie uzupełnień protetycznych na podstawie piśmiennictwa. *Protet Stomatol* 2019; 69(2): 207-216.
- Zaakceptowano do druku: 28.07.2023 r.
Adres autorów: 02-097 Warszawa, ul. Binieckiego 6.
© Zarząd Główny PTS 2023.