

# Wykorzystanie technologii CAD/CAM w rehabilitacji protetycznej pacjentów leczonych z powodu nowotworów środkowego piętra twarzy

## The use of CAD / CAM technology in prosthetic rehabilitation of patients treated for maxillary tumors

**Konrad Juszczyzyn, Dariusz Rolski, Elżbieta Mierzwińska-Nastalska**

Katedra Protetyki Stomatologicznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Elżbieta Mierzwińska-Nastalska

---

---

### HASŁA INDEKSOWE:

protezy z obturatorem, CAD/CAM, nowotwory twarzy

---

---

---

---

### KEY WORDS:

obturator prosthesis, CAD/CAM, oral cancer

---

---

### Streszczenie

Resekcja chirurgiczna jest podstawową procedurą stosowaną w leczeniu nowotworów złośliwych w obrębie środkowego piętra twarzy. Powstające połączenie między jamą ustną a jamą nosową zaburza funkcje żucia, połykania oraz mowy. Celem rehabilitacji jest zamknięcie połączenia ustno-nosowego, poprawienie funkcji układu stomatognatycznego i wyglądu twarzy oraz przywrócenie utraconego uzębienia. Zastosowanie uzupełnień protetycznych wyposażonych w obturator jest często jedyną możliwą opcją terapeutyczną. Dlatego, konieczne jest ciągle udoskonalenie i poszukiwanie nowych metod wykonywania tego rodzaju uzupełnień protetycznych. Zastosowanie technologii CAD/CAM w stomatologii staje się coraz bardziej powszechne, także w rehabilitacji protetycznej pacjentów leczonych z powodu nowotworów jamy ustnej.

### Summary

Surgical resection is a basic procedure used for the treatment of malignant tumors within the mid face. The resulting communication between oral and nasal cavities disrupts the functions of chewing, swallowing and speech. The purpose of rehabilitation is to separate digestive and nasal tracts, improve the appearance of the face and restore the lost dentition. The use of prosthetic restorations with an obturator is often the only possible therapeutic option. Therefore, it is necessary to constantly improve and search for new methods of making this kind of prosthetic restorations. The use of CAD/CAM technology in dentistry is becoming more and more common, also in the prosthetic rehabilitation of patients with oral cancer.

Zabiegi chirurgiczne są podstawową metodą leczenia nowotworów środkowego piętra twarzy. Resekcja zmiany neoplastycznej z marginesem zdrowych tkanek prowadzi do powstania rozległego ubytku skutkującego zaburzeniem estetyki twarzy, co ma negatywny wpływ na jakość życia pacjentów, szczególnie w aspekcie psychologicznym i społecznym. Usunięcie zmiany nowotworowej zlokalizowanej w obrębie szczęki powoduje ponadto powstanie komunikacji pomiędzy jamą ustną i drogami oddechowymi. Konsekwencją tego jest upośledzenie funkcji żucia i połykania pokarmów, mowy oraz oddychania. Jeżeli, zasięg zabiegu resekcyjnego obejmuje kość wyrostka zębołowego szczęki, jego następstwem jest także utrata obecnego w tym obszarze uzębienia. Celem rehabilitacji protetycznej jest wówczas zarówno zamknięcie połączenia ustno-nosowego, jak i poprawa estetyki twarzy oraz uzupełnienie braków uzębienia.<sup>1,2</sup> Rekonstrukcja tkanek metodami chirurgicznymi jest szczególnie wskazana w przypadkach całkowitych braków uzębienia oraz przy braku wystarczającej objętości tkanki kostnej umożliwiającej przeprowadzenie zabiegów implantoprotetycznych, gdyż uzyskanie prawidłowej retencji i stabilizacji protez ruchomych jest w takiej sytuacji zwykle niemożliwe. Rekonstrukcja chirurgiczna nie jest najczęściej niezbędna w przypadku zachowanego uzębienia w szczęce, ponieważ właściwą retencję dla częściowych protez ruchomych zaopatrzonych w obturator zapewniają zachowane zęby naturalne.<sup>3,4</sup> Należy jednak pamiętać, że duża objętość ubytku poresekcyjnego oraz jednostronne rozmieszczenie zębów może przyczynić się do ich nadmiernego obciążenia, a tym samym szybszej utraty. Warunki rehabilitacji protetycznej utrudniają, powstające w trakcie gojenia tkanek, blizny i zrosty wpływające niekorzystnie na kształt, ruchomość i wydolność podłoża protetycznego. Niejednokrotnie ich efektem jest ograniczenie otwierania ust uniemożliwiające

przeprowadzenie nawet najmniejszych zabiegów higienizacyjnych, a tym bardziej stomatologicznych, czy protetycznych. Dodatkowe trudności napotymane w trakcie rehabilitacji pacjentów związane są z zastosowaniem leczenia uzupełniającego w postaci radioterapii i chemioterapii.<sup>5</sup> Najczęstszymi powikłaniami tych działań jest zapalenie błony śluzowej, kserostomia, przyspieszony rozwój próchnicy oraz radionekroza kości.<sup>3,6</sup>

Pomimo wymienionych trudności, rehabilitacja protetyczna z zastosowaniem protez zaopatrzonych w obturator jest często jedyną możliwością pomocy pacjentom dotkniętym chorobą nowotworową. Jej niewątpliwą zaletą jest możliwość przyszłej swobodnej kontroli obszaru operowanego oraz pozytywny wpływ na funkcje układu stomatognatycznego i estetykę twarzy, co ma odzwierciedlenie w poprawie ogólnej jakości życia zgłaszanej przez pacjentów.<sup>7-10</sup> W związku z tym niezwykle ważne jest ciągle doskonalenie i poszukiwanie nowych metod wykonawstwa klinicznego i laboratoryjnego tego typu uzupełnień protetycznych.

Zanim proteza z obturatorem uzyska odpowiednią funkcjonalność jej konstrukcja wymaga często licznych modyfikacji. W przypadku posługiwania się metodami klasycznej proteztyki zdarza się, że w celu wprowadzenia choćby najmniejszej zmiany konieczne jest wykonanie od początku nowej protezy. Powoduje to wydłużenie czasu rehabilitacji protetycznej, zwiększenie liczby wizyt i powtarzania uciążliwych dla pacjentów procedur klinicznych. Z pomocą w takich przypadkach może przyjść zastosowanie wspomaganego komputerowo projektowania oraz wytwarzania uzupełnień protetycznych (CAD/CAM), zwłaszcza tak zwanego szybkiego wytwarzania prototypów (ang. Rapid Prototyping).<sup>11</sup>

Zastosowanie technik CAD/CAM znajduje coraz szersze zastosowanie w stomatologii. Systemy CAD/CAM składają się z trzech elementów i mogą mieć architekturę otwartą lub

zamkniętą.<sup>12</sup> Pierwszym elementem systemu są urządzenia rejestrujące, umożliwiające pozyskanie danych i przetworzenie ich do postaci cyfrowej. Drugą składową systemu jest oprogramowanie służące do stworzenia wirtualnego modelu określonego typu uzupełnienia protetycznego. Ostatnim komponentem jest sterowane komputerowo urządzenie umożliwiające wytworzenie zaprojektowanego uzupełnienia. Systemy CAD/CAM zamknięte służą najczęściej do wykonywania prac bezpośrednio w gabinecie z pominięciem laboratorium dentystycznego. Są to kompletne „linie produkcyjne” wykorzystujące na wszystkich etapach komponenty stworzone przez jednego producenta. Zaletą tego typu systemów jest ich intuicyjność i łatwość w obsłudze oraz wysoka jakość wykonywanych prac. Natomiast wadą jest ich ograniczone zastosowanie wynikające z możliwości oprogramowania czy dostępności materiałów dostarczanych przez producenta. Jednocześnie zamknięty obieg danych umożliwia ich wykorzystanie jedynie z dedykowanymi urządzeniami. Systemy otwarte wykorzystują natomiast uniwersalny format danych w postaci plików STL, który daje możliwość ich przetwarzania przy pomocy dowolnego oprogramowania i transfer do urządzeń pochodzących od różnych dostawców. Dzięki temu obszar potencjalnych zastosowań systemów otwartych jest szerszy.<sup>13</sup>

Pierwsze urządzenia skanujące wykorzystywały metody mechaniczne i były używane głównie w laboratoriach protetycznych. Obecnie coraz bardziej popularne stają się skanery optyczne, wewnątrz- i zewnątrzustne.<sup>14</sup> Skanowanie wewnątrzustne eliminuje konieczność pobierania wycisku. Z tego powodu metoda ta może być polecana u pacjentów ze stwierdzoną alergią na składniki mas wyciskowych i silnym odruchem wymiotnym.<sup>15</sup> W przypadku pacjentów pooperacyjnych z ograniczonym zakresem otwierania ust, dodatkową zaletą mogą być stosunkowo niewielkie

rozmiary urządzenia skanującego w porównaniu ze standardowymi łyżkami wyciskowymi, umożliwiające swobodną pracę w ograniczonej przestrzeni jamy ustnej.<sup>16</sup> Co więcej w przypadku pacjentów z połączeniem ustno-zatokowym skanowanie wewnątrzustne eliminuje ryzyko przedostania się masy wyciskowej do górnych dróg oddechowych. Wśród zalet skanerów wewnątrzustnych wymienia się ponadto większą wygodę pacjenta oraz skrócenie czasu zabiegu.<sup>17</sup> Głowica skanująca nie wymaga kontaktu z tkankami jamy ustnej, dzięki czemu zmniejsza się ryzyko urazu mechanicznego, co może być kolejną, niezwykle cenną zaletą w przypadku pacjentów naświetlanych z obecnym odczynem popromiennym błony śluzowej.

Skanery wewnątrzustne umożliwiają przede wszystkim rejestrację nieruchomych elementów podłoża protetycznego takich jak zęby naturalne czy filary implantowane. Szeroko stosowane są do wykonywania protez stałych jedno i kilkuczłonowych, szkieletów (części metalowej) protez ruchomych, szyn okluzyjnych oraz indywidualnych elementów retencyjnych umieszczanych na implantach. Są także wykorzystywane przy wykonywaniu szablonów implantologicznych o podparciu zębowym.<sup>18</sup> Skanowanie dużych obszarów pozbawionych wyraźnych punktów odniesienia, jak na przykład powierzchnia podniebienia lub rozległe luki międzyzębowe, narażone jest na liczne niedokładności. W przypadku protez pooperacyjnych z obturatorem zastosowanie skanera wewnątrzustnego jest ograniczone, gdyż proteza taka musi często kontaktować z gładkimi pozbawionymi punktów orientacyjnych strukturami takimi jak wewnętrzna powierzchnia policzka, elementy jamy nosowej, podniebienie miękkie czy tylna ściana gardła. Co więcej gdy powierzchnie te są ruchome niezbędne staje się pobranie wycisku czynnościowego, którego skanery wewnątrzustne nie są zdolne zarejestrować.<sup>15</sup> Skanowanie wewnątrzustne

może być w związku z tym wystarczające tylko w przypadku niewielkich obturatorów otoczonych w całości nieruchomą błoną śluzową lub nadania wstępnego kształtu obturatorowi, który w dalszym etapie zostanie zmodyfikowany poprzez podścielenie.<sup>19</sup> W przypadku metod cyfrowych istnieje możliwość pozyskania dodatkowych danych na temat podłoża protetycznego, na przykład z badania radiologicznego.<sup>20</sup>

Drugą grupę skanerów optycznych stanowią urządzenia do rejestracji zewnątrzustnej. Wprawdzie ich wykorzystanie nie eliminuje konieczności pobierania wycisku, ale umożliwia rejestrację danych na przykład z poziomu wycisku czynnościowego. Poza tym skanowany może być dowolny obiekt, model gipsowy, wzorniki zwarciowe, woskowy wzór uzupełnienia, a nawet dotychczas użytkowane uzupełnienie protetyczne. Dzięki temu możliwe stało się wykonywanie w technologii CAD/CAM ruchomych protez całkowitych,<sup>21-24</sup> czy kopiowanie istniejących już uzupełnień.

W kolejnym etapie pracy z systemami CAD/CAM, na podstawie zgromadzonych danych i przy pomocy oprogramowania komputerowego, projektowane są wirtualne modele protez stomatologicznych. Podstawowe dane dotyczące kształtu podłoża protetycznego mogą być uzupełnione informacjami z wielu badań dodatkowych. Na przykład dane z analizy cefalometrycznej<sup>25</sup> oraz cyfrowych łuków twarzowych i funkcjografów,<sup>26</sup> mogą zostać wykorzystane do wyznaczenia wielu parametrów, takich jak wysokości zwarcia centralnego czy przebiegu płaszczyzny okluzyjnej, których obiektywna ocena jest szczególnie kłopotliwa w przypadku protez pooperacyjnych. Do analizy wpływu protezy na wygląd i estetykę twarzy mogą zostać wykorzystane fotografie cyfrowe<sup>12,24,27</sup> oraz trójwymiarowe skanowanie/mapowanie twarzy.<sup>28-30</sup>

Tomografia komputerowa wiązką stożkową jest powszechnie wykorzystywana podczas leczenia implantoprotetycznego. W leczeniu

chirurgicznym nowotworów szczęki pomaga zaplanować zabiegi resekcyjne i rekonstrukcyjne. Dane z badania tomograficznego wykorzystuje się podczas wykonywania protez twarzy, indywidualnych elementów zespalających odłamy kostne oraz obturatorów chirurgicznych.<sup>31-33</sup> W celu uzyskania prawidłowej retencji i stabilizacji protez zaopatrzonych w obturator często niezbędne jest wykorzystanie metod implantoprotetycznych. Postępowanie rehabilitacyjne może wymagać zastosowania implantów zygomatycznych lub umieszczenia wszczepów w niestandardowej pozycji. W takich przypadkach wykorzystanie szablonów implantologicznych wykonanych w technologii CAD/CAM umożliwia bezpieczne i przewidywalne przeprowadzenie najbardziej skomplikowanych zabiegów. W dalszym etapie rehabilitacji, również dzięki wykorzystaniu technologii CAD/CAM, mogą zostać zaprojektowane i wykonane indywidualne komponenty implantologiczne, takie jak łączniki czy elementy retencyjne.<sup>34-38</sup>

Ostatnim etapem pracy z systemami CAD/CAM jest produkcja zaprojektowanego uzupełnienia. Komputerowo wspomagane wytwarzanie (CAM) może odbywać się metodami ubytkowymi i addytywnymi. W technikach ubytkowych wykorzystywane są najczęściej frezarki, a proces produkcji polega na wycinaniu zaprojektowanego obiektu z prefabrykowanych bloczków. Wadami techniki frezowania są wysokie koszty urządzeń i ich eksploatacji, oraz generujące koszty straty materiału. Zaletą jest natomiast szeroka paleta dostępnych materiałów, wśród których znajdują się ceramiki szklane i cyrkonowe, stopy chromo-kobaltowe, tytan, wosk, polimetakrylan metylu, poliuretan, materiały kompozytowe oraz spalające się bezresztkowo żywice.<sup>12</sup> W leczeniu protezywnym frezowanie jest wykorzystywane do wykonywania między innymi indywidualnych łączników i wspartych na implantach belek retencyjnych.<sup>35-37</sup>

T a b e l a 1. Zastosowanie technik CAD/CAM w wykonywaniu protez zaopatrzonych w obturator

Autor	Rodzaj pracy protetycznej	Materiał	Metoda wykonania	Rejestracja danych
<i>Kim MS et al.</i> <sup>11</sup>	Model szkieletu protezy częściowej (zamiana na metal w tradycyjnej technice odlewania)	Spalająca się bezresztkowo żywica	RP*	ES*
<i>Londono J et al.</i> <sup>15</sup>	Model roboczy	Tworzywo poliuretanowe	b.d.	IS* (Lava, 3M ESPE)
<i>Michelinakis G et al.</i> <sup>19</sup>	Model roboczy	Żywica epoksydowa (Visijet SL e-Stone, 3D Systems)	RP* (SLA*)	IS* (TRIOS, 3 shape)
	Model szkieletu protezy częściowej	Stop chromo-kobaltowy (BioSint 16, Stroumpos H and e-Dental)	RP* (SLM*)	
	Wstępny model obturatora	Wosk (Copra wax PMMA Disc, Whitepeaks)	M*	
	Obturator	Tworzywo akrylowe (CAD, Ivoclar Vivadent)	M*	
<i>Kortes J et al.</i> <sup>32</sup>	Płytki obturacyjne (surgical obturator)	Tworzywo akrylowe (NextDent Orthoclear, Next-Dent)	RP* (SLA*)	CT* + MRI*
<i>Rodney J et al.</i> <sup>33</sup>	Płytki obturacyjne (surgical obturator)	b.d.	RP* (3D printing)	CT*
<i>Mertens C et al.</i> <sup>35</sup>	Indywidualna belka retencyjna wsparta na implantach	Stop chromo-kobaltowy	M*	ES*
<i>Dawood A et al.</i> <sup>36</sup>	Indywidualna belka retencyjna wsparta na implantach	Tytan	M*	ES*
<i>Noh K et al.</i> <sup>37</sup>	Implantologiczne indywidualne transfery wyciskowe	Tytan	M*	CT*
	Indywidualna belka retencyjna wsparta na implantach	Tytan	M*	ES*
<i>Tso TV et al.</i> <sup>38</sup>	Indywidualna belka retencyjna wsparta na implantach	Tytan	M*	ES*
<i>Park JH et al.</i> <sup>40</sup>	Model roboczy	Tworzywo poliuretanowe	RP* (3D printing)	IS* (TRIOS, 3 shape)
	Model szkieletu protezy częściowej (zamiana na metal w tradycyjnej technice odlewania)	Spalająca się bezresztkowo żywica		

\* oznaczenia:

ES – Extraoral scanning, IS – Intraoral scanning, RP – Rapid Prototyping, M – Milling, SLA – Stereolithography, SLM – Selective laser melting, CT – Computed tomography, MRI – Magnetic resonance imaging.



W przeciwieństwie do technik ubytkowych, techniki addytywne polegają na dodawaniu kolejnych porcji materiału i mogą wykorzystywać jedną z wielu dostępnych technologii. Najpopularniejszymi są metoda utwardzania światłem (np. SLA, Photojet, DLP), spiekania (np. SLS, DMLS, EBM), sklejania (PBP) lub termoplastyczna (FDM). W porównaniu z frezowaniem proces produkcji jest bardziej wydajny, odbywa się bez strat materiałowych oraz pozwala na wytwarzanie elementów o większych rozmiarach i w pełni dowolnym kształcie. Największą wadą technik addytywnych jest obecnie ograniczona dostępność materiałów. Aktualnie wykorzystywane są do wykonywania modeli pomocniczych,<sup>15,39</sup> albo modeli części metalowych protez ruchomych. W technice addytywnej wzór szkieletu protezy jest wykonywany z żywicy spalającej się bezresztkowo, a następnie zamieniany na metal w tradycyjnej technice odlewania.<sup>11,19,40</sup> Metody addytywne są podstawą techniki szybkiego wytwarzania prototypów. Technika ta umożliwia powtarzalną produkcję obiektów eliminując ryzyko błędu ludzkiego. Takie identyczne obiekty doskonale nadają się do prowadzenia badań doświadczalnych i porównawczych.<sup>12,41,42</sup>

Rozwojowi technik wspomaganego komputerowo projektowania uzupełnień protetycznych towarzyszy dynamiczny rozwój technologii materiałowych. Wysoka jakość powierzchni frezowanej akrylowej płyty protezy zmniejsza akumulację drobnoustrojów, co ma szczególne znaczenie u pacjentów poddanych naświetlaniom.<sup>43</sup>

W tabeli 1 zestawiono artykuły opisujące zastosowanie technik CAD/CAM w wykonywaniu protez zaopatrzonych w obturator. Wyróżniono typ wykonywanego elementu protetycznego, technikę wytwarzania, materiał oraz sposób rejestracji danych.

Dodatkowymi zaletami wykorzystania technik CAD/CAM w rehabilitacji pacjentów leczonych onkologicznie jest możliwość

archiwizowania i transferu danych.<sup>44</sup> Tradycyjne modele gipsowe są podatne na uszkodzenia, a ich przechowywanie wymaga przestrzeni magazynowej. Dane w formie cyfrowej mogą być bez trudu zapisane i powielone, a w przyszłości posłużyć do odtworzenia pracy na przykład w momencie jej uszkodzenia, utraty lub wymiany.<sup>45</sup> Dodatkowo zarchiwizowane dane mogą być wykorzystane w badaniach statystycznych i porównawczych. Wizualizacja i wirtualna prezentacja projektu uzupełnienia ułatwia komunikację z pacjentem oraz może się stać doskonałym narzędziem dydaktycznym.<sup>16</sup> Adaptacja do każdego nowego uzupełnienia protetycznego szczególnie ruchomego jest trudna i wymaga czasu. Trudności te są jeszcze większe w przypadku protez pooperacyjnych. Wykorzystanie technik cyfrowych umożliwia kopiowanie pewnych elementów poprzedniego uzupełnienia i przeniesienie ich do nowej protezy, co niewątpliwie ułatwi proces adaptacji.<sup>46</sup>

## Podsumowanie

Rehabilitacja protetyczna pacjentów leczonych z powodu nowotworów środkowego piętra twarzy, nierzadko poddawanych leczeniu uzupełniającemu w postaci radio i chemioterapii, jest procesem trudnym i wieloetapowym. Obserwowany w ostatnich latach dynamiczny rozwój technik cyfrowych daje nadzieje ich szerokiego wykorzystania w stomatologii, a także podczas rehabilitacji pacjentów dotkniętych chorobą nowotworową. Dostępna w piśmiennictwie liczba prac dotyczących leczenia protetycznego z wykorzystaniem protez zaopatrzonych w obturator wykonanych w technologii CAD/CAM jest niewielka. Opisy przypadków ujawniają zalety, ale także nadal obecne ograniczenia technik cyfrowych. Konieczne są dalsze długoczasowe obserwacje i badania porównawcze tego typu uzupełnień protetycznych.

## Piśmiennictwo

1. *Brown JS, Shaw RJ*: Reconstruction of the maxilla and midface: introducing a new classification. *Lancet Oncol* 2010; 11(10): 1001-1008.
2. *Dos Santos DM, de Caxias FP, Bitencourt SB, Turcio KH, Pesqueira AA, Goiato MC*: Oral rehabilitation of patients after maxillectomy. A systematic review. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2018; 56(4): 256-266.
3. *Kreeft AM, Krap M, Wismeijer D, Speksnijder CM, Smeele LE, Bosch SD, Muijen MS, Balm AJ*: Oral function after maxillectomy and reconstruction with an obturator. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012; 41(11): 1387-1392.
4. *Sharma AB, Beumer J 3rd*: Reconstruction of maxillary defects: the case for prosthetic rehabilitation. *J Oral Maxillofac Surg* 2005; 63(12): 1770-1773.
5. *Breeze J, Rennie A, Morrison A, Dawson D, Tipper J, Rehman K, Grew N, Snee D, Pigadas N*: Health-related quality of life after maxillectomy: obturator rehabilitation compared with flap reconstruction. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2016; 54(8): 857-862.
6. *Siddall KZ, Rogers SN, Butterworth CJ*: The prosthodontic pathway of the oral cancer patient. *Dent Update* 2012; 39(2): 98-100, 103-106.
7. *Cao Y, Yu C, Liu W, Miao C, Han B, Yang J, Li L, Li C*: Obturators versus flaps after maxillary oncological ablation: A systematic review and best evidence synthesis. *Oral Oncol* 2018; 82: 152-161.
8. *Ali MM, Khalifa N, Alhajib MN*: Quality of life and problems associated with obturators of patients with maxillectomies. *Head Face Med* 2018; 14(1): 2.
9. *Artopoulou II, Karademas EC, Papadogeorgakis N, Papathanasiou I, Polyzois G*: Effects of sociodemographic, treatment variables, and medical characteristics on quality of life of patients with maxillectomy restored with obturator prostheses. *J Prosthet Dent* 2017; 118(6): 783-789.
10. *Kumar P, Alvi HA, Rao J, Singh BP, Jurel SK, Kumar L, Aggarwal H*: Assessment of the quality of life in maxillectomy patients: A longitudinal study. *J Adv Prosthodont* 2013; 5(1): 29-35.
11. *Kim MS, Lee JY, Shin SW*: Fabricating an obturator using rapid prototyping to design the framework: a case report. *Int J Prosthodont* 2014; 27(5): 439-441.
12. *Alghazzawi TF*: Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *J Prosthodont Res* 2016; 60(2): 72-84.
13. *Nabeel, Sameera Y, Rathika R*: Digital impressions in current day prosthodontics. *Guident* 2017; 10: 29-32.
14. *Javaid M, Haleem A, Kumar L*: Current status and applications of 3D scanning in dentistry. *Clinical Epidemiology and Global Health* 2018.
15. *Londono J, Abreu A, Baker PS, Furness AR*: Fabrication of a definitive obturator from a 3D cast with a chairside digital scanner for a patient with severe gag reflex: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2015; 114(5): 735-738.
16. *Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S*: Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health* 2017; 17(1): 149.
17. *Gallardo YR, Bohner L, Tortamano P, Pigozzo MN, Laganá DC, Sesma N*: Patient outcomes and procedure working time for digital versus conventional impressions: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2018; 119(2): 214-219.
18. *Tapie L, Lebon N, Mawussi B, Fron Chabouis H, Duret F, Attal JP*: Understanding dental CAD/CAM for restorations – the digital workflow from a mechanical engineering viewpoint. *Int J Comput Dent* 2015; 18(1): 21-44.
19. *Michelinakis G, Pavlakis M, Igoumenakis D*: Rehabilitation of a maxillectomy patient using

- intraoral scanning impression technology and a computer-aided design/computer-aided manufacturing fabricated obturator prosthesis: A clinical report. *J Indian Prosthodont Soc* 2018; 18(3): 282-287.
20. *Ye H, Ma Q, Hou Y, Li M, Zhou Y*: 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.
21. *Bidra AS, Taylor TD, Agar JR*: Computer-aided technology for fabricating complete dentures: systematic review of historical background, current status, and future perspectives. *J Prosthet Dent* 2013; 109(6): 361-366.
22. *Kattadiyil MT, AlHelal A*: An update on computer-engineered complete dentures: A systematic review on clinical outcomes. *J Prosthet Dent* 2017; 117(4): 478-485.
23. *Kattadiyil MT, AlHelal A, Goodacre BJ*: Clinical complications and quality assessments with computer-engineered complete dentures: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2017; 117(6): 721-728.
24. *Bilgin MS, Baytaroglu EN, Erdem A, Dilber E*: A review of computer-aided design/computer-aided manufacture techniques for removable denture fabrication. *Eur J Dent* 2016; 10(2): 286-291.
25. *Coachman C, Calamita MA, Coachman FG, Coachman RG, Sesma N*: Facially generated and cephalometric guided 3D digital design for complete mouth implant rehabilitation: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2017; 117(5): 577-586.
26. *Koralakunte PR, Aljanakh M*: The role of virtual articulator in prosthetic and restorative dentistry. *J Clin Diagn Res* 2014; 8(7): 25-28.
27. *Martins AV, Albuquerque RC, Santos TR, Silveira LM, Silveira RR, Silva GC, Silva NRFA*: Esthetic planning with a digital tool: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2017; 118(6): 698-702.
28. *Lin WS, Harris BT, Phasuk K, Llop DR, Morton D*: Integrating a facial scan, virtual smile design, and 3D virtual patient for treatment with CAD-CAM ceramic veneers: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2018; 119(2): 200-205.
29. *Stanley M, Paz AG, Miguel I, Coachman C*: Fully digital workflow, integrating dental scan, smile design and CAD-CAM: case report. *BMC Oral Health* 2018; 18(1): 134.
30. *Schweiger J, GÜth JF, Edelhoff D, Stumbaum J*: Virtual evaluation for CAD-CAM-fabricated complete dentures. *J Prosthet Dent* 2017; 117(1): 28-33.
31. *Singare S, Liu Y, Li D, Lu B, Wang J, He S*: Individually Prefabricated Prosthesis for Maxilla Reconstruction. *J Prosthodont* 2008; 17(2): 135-140.
32. *Kortes J, Dehnad H, Kotte ANT, Fennis WMM, 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.
33. *Rodney J, Chicchon I*: Digital Design and Fabrication of Surgical Obturators Based Only on Preoperative Computed Tomography Data. *Int J Prosthodont* 2017; 30(2): 111-112.
34. *Pellegrino G, Tarsitano A, Basile F, Pizzigallo A, Marchetti C*: Computer-Aided Rehabilitation of Maxillary Oncological Defects Using Zygomatic Implants: A Defect-Based Classification. *J Oral Maxillofac Surg* 2015; 73(12): 2446.
35. *Mertens C, de San Jose Gonzalez J, Freudlsperger C, Bodem J, Krisam J, Hoffmann J, Engel M*: Implant-prosthetic rehabilitation of hemimaxillectomy defects with CAD/CAM suprastructures. *J Craniomaxillofac Surg* 2016; 44(11): 1812-1818.
36. *Dawood A, Kalavrezos N, Tanner S*: A New Approach to Implant-Based Midface Reconstruction Following Subtotal



- Maxillectomy. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2016; 31(4): 98-101.
37. *Noh K, Pae A, Lee JW, Kwon YD*: Fabricating a tooth- and implant-supported maxillary obturator for a patient after maxillectomy with computer-guided surgery and CAD/CAM technology: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2016; 115(5): 637-642.
38. *Tso TV, Tso VJ, Stephens WF*. Prosthetic rehabilitation of an extensive midfacial and palatal postsurgical defect with an implant-supported cross arch framework: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2015; 113(5): 498-502.
39. *Bukhari S, Goodacre BJ, AlHelal A, Kattadiyil MT, Richardson PM*: Three-dimensional printing in contemporary fixed prosthodontics: A technique article. *J Prosthet Dent* 2018; 119(4): 530-534.
40. *Park JH, Lee KS, Lee JY, Shin SW*: Fabricating a Maxillary Obturator Using an Intraoral Digital Impression: A Case History Report. *Int J Prosthodont* 2017; 30(3): 266-268.
41. *Dawood A, Marti Marti B, Sauret-Jackson V, Darwood A*: 3D printing in dentistry. *Br Dent J* 2016; 220(2): 86.
42. *Nayar S, Bhuminathan S, Bhat WM*: Rapid prototyping and stereolithography in dentistry. *J Pharm Bioallied Sci* 2015; 7: 216-219.
43. *AlHelal A, AlRumaih HS, Kattadiyil MT, Baba NZ, Goodacre CJ*: Comparison of retention between maxillary milled and conventional denture bases: A clinical study. *J Prosthet Dent* 2017; 117(2): 233-238.
44. *Galhano GÁ, Pellizzer EP, Mazaro JV*: Optical impression systems for CAD-CAM restorations. *J Craniofac Surg* 2012; 23(6): 575-579.
45. *Elbashti M, Hattori M, Sumita Y, Aswehlee A, Yoshi S, Taniguchi H*: Creating a digitized database of maxillofacial prostheses (obturators): A pilot study. *J Adv Prosthodont* 2016; 8(3): 219-223.
46. *Fang JH, An X, Jeong SM, Choi BH*: Digital immediate denture: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2018; 119(5): 698-701.

Zaakceptowano do druku: 27.06.2019 r.

Adres autorów: 02-006 Warszawa, ul. Nowogrodzka 59.

© Zarząd Główny PTS 2019.