

Protezy całkowite wykonywane w oparciu o technologię CAD/CAM

Complete denture fabrication based on CAD/CAM technology

Wiktor Lisiakiewicz, Elżbieta Mierzińska-Nastalska

Katedra Protetyki Stomatologicznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny
Kierownik: prof. dr hab. E. Mierzińska-Nastalska

HASŁA INDEKSOWE:

CAD/CAM, protezy całkowite, protezy cyfrowe

KEY WORDS:

CAD/CAM, complete dentures, digital dentures

Streszczenie

Wykonanie konwencjonalnych protez całkowitych jest procesem wieloetapowym, wymagającym licznych wizyt i składającym się z wielu etapów zarówno w postępowaniu klinicznym, jak i laboratoryjnym. Proces ten zabiera dużo czasu i jest m.in. obciążony niedoskonałością wynikającą z nieuniknionego skurczu polimeryzacyjnego. Nowoczesne metody oparte o technologię CAD/CAM pozwalają zaoszczędzić czas oraz zwiększyć precyzję wykonania protez całkowitych.

Summary

Fabrication of conventional dentures is a process requiring many visits and comprising multi-step clinical and laboratory procedures. This process takes a lot of time and is burdened with imperfections resulting from polymerization shrinkage, which is inevitable. Modern fabrication of dentures, based on CAD/CAM technology, can save time and increase the production precision of complete dentures.

CAD/CAM – *Computer-Aided Design* (CAD) oraz *Computer-Aided Manufacturing* (CAM) w tłumaczeniu z języka angielskiego oznacza wspomaganie komputerowo projektowanie oraz wspomaganie komputerowo wytwarzanie. Technologia ta obecnie jest powszechnie stosowana w przemyśle ale znajduje również coraz szersze zastosowanie w medycynie ogólnej oraz stomatologii.¹

Rozwój technologii produkcji wspomaganey komputerowo rozpoczął się w 1950 r. kiedy to po raz pierwszy wykorzystano maszyny sterowane cyfrowo zdolne wytwarzać przedmioty o złożonym kształcie w powtarzalny sposób. Kolejnym przełomem było połączenie narzędzi

do projektowania z urządzeniami wytwórczymi. Dokonał tego dr *Patrick J. Hanratty* w 1957 r. tworząc urządzenie PRONTO. Od tego czasu datuje się prężny rozwój technologii CAD/CAM, a od 1980 roku rozpoczęto prace nad wykorzystaniem tej technologii w stomatologii, co zaowocowało zacementowaniem w roku 1982 pierwszej korony wykonanej w całości z tytanu przez *Anderssona*. Dalszy rozwój technologii projektowania przyczynił się do powstania systemu wytwarzania koron Procera, który rozwinięty został przez firmę Nobelpharma, obecnie Nobel Biocare. Równoległe do rozwoju tego systemu nad nieco inną koncepcją pracował *Mörmann*, który dążył do wytwarzania podobną metodą

uzupełnień protetycznych przygotowywanych w czasie jednej wizyty pacjenta w gabinecie na podstawie wewnątrzustnego skanu podłoża protetycznego. W 1985 roku pierwsze urządzenie spełniające te założenia nazwane Cerec 1 (Sirona Dental Systems LLC, USA) zostało zainstalowane w gabinecie.² Od tego czasu wiele elementów protez stałych jest wytwarzanych w oparciu o tę technologię. W 1995 roku *Charles J. Goodacre* zaczął opracowanie systemu umożliwiającego wytwarzanie protez całkowitych w oparciu o system CAD/CAM.³ W literaturze często można znaleźć prace na temat wykonywania w technologii CAD/CAM elementów, takich jak: wkłady, nakłady, korony, mosty, protezy szkieletowe, epitezy czy podbudowy protez wspartych o wszczepy.⁴ Niewiele jest natomiast doniesień na temat wykonawstwa protez całkowitych tą metodą. Spowodowane jest to prawdopodobnie złożonością etapów zarówno klinicznych, jak i laboratoryjnych, które są niezbędne do uzyskania protez optymalnie wkomponowanych estetycznie i funkcjonalnie w układ stomatognatyczny pacjenta. Przeniesienie wszystkich niuansów tego procesu do systemu cyfrowego wydaje się być znacznie trudniejsze niż w przypadku wykonywania pozostałych prac protetycznych.^{5,6}

Poza trudnościami, jakie są dostrzegane, wykonawstwo protez całkowitych w systemie CAD/CAM ma wiele zalet, takich jak: zmniejszenie liczby wizyt koniecznych do przeprowadzenia leczenia, co skutkuje oszczędnością czasu pacjenta, lekarza i technika oraz przekłada się na oszczędność finansową. Obserwowane jest także dokładniejsze dopasowanie części dośluzówkowej protezy, większa wytrzymałość płyty protezy i ograniczenie jej porowatości. Frezowanie z materiału spolimeryzowanego wcześniej w optymalnych warunkach pozwala na uniknięcie skurczu polimeryzacyjnego. Istnieje też możliwość szybkiego wyprodukowania duplikatu zniszczonej lub zgubionej protezy na podstawie danych zapisanych w systemie.⁷

Proces wykonania protez całkowitych za pomocą systemu CAD/CAM zaczyna się identycznie jak w metodzie konwencjonalnej. W pierwszej kolejności pobierane są wyciski anatomiczne, z których w pracowni protetycznej odlewane są modele, na których następnie wykonywane są łyżki indywidualne, zgodnie z zasięgiem zaznaczonym na wycisku alginatowym, na podstawie przebiegu granicy ruchomej i nieruchomej błony śluzowej, określonej podczas badania klinicznego. Podczas kolejnej wizyty kształtowane jest czynnościowo pobrzeże oraz pobierany jest wycisk czynnościowy aby proteza była jak najlepiej dopasowana do podłoża nie tylko w trakcie spożycia ale również podczas czynności mowy i żucia. Niektóre systemy dostępne na rynku proponują połączenie tych dwóch etapów poprzez zastosowanie łyżek termoformalnych przeznaczonych do wykonywania czynnościowych wycisków bezzębnego podłoża protetycznego. Standardowe łyżki dostępne w różnych rozmiarach po podgrzaniu w gorącej wodzie można kształtować w ustach pacjenta, dopasowując do indywidualnych warunków anatomicznych. Następnie zaleca się pobieranie wycisków masami silikonowymi w technice dwuwarstwowej dwuczasowej. W pierwszej kolejności pobierany jest wycisk masą o średniej prężności, gdzie kontrolowany jest zasięg wycisku. Następnie wykonuje się wycisk dopełniający masą o rzadkiej konsystencji dla dokładnego odwzorowania podłoża protetycznego.⁸ Dodatkowo można wykonać wyciski przestrzeni neutralnej dla precyzyjniejszego określenia położenia zębów w przyszłych protezach, jak również określenia kształtu płyty protezy. W tym celu wykonuje się szereg testów oddzielnych dla szczęki i żuchwy, nakładając masę silikonową o średniej prężności w okolice kształtowane podczas poszczególnych testów.^{9,10}

W następnej kolejności należy ustalić centralne zwarcie. Ustalenie wysokości centralnego zwarcia dokonuje się metodami klasycznymi, rejestracji można dokonać z użyciem wzorników

zwarciowych lub wykorzystując wyciski czynnościowe pobrane wcześniej. Wybierając metodę wykorzystującą wyciski czynnościowe należy odpowiednio obciąć nadmiary masy silikonowej, tak aby obie łyżki z wyciskami po wprowadzeniu do ust pacjenta nie kolidowały ze sobą w relacji centralnej. W okolicy przedsionkowej górnego wycisku zaleca się usunięcie części masy i wstępne ustawienie zębów siecznych i kłów z użyciem wosku modelowego, dla określenia właściwego położenia zębów przednich, ich długości i ekspozycji. Po odpowiednim docięciu masy wyciskowej kształtowanej podczas wycisku strefy neutralnej w okolicy powierzchni żujących zębów trzonowych i przedtrzonowych uzyskuje się informację o przednio-tylnym nachyleniu płaszczyzny zwarciowej. Do wyznaczenia pozycji zwarciowej wykorzystywane są wcześniejsze pomiary położenia spoczynkowego żuchwy pomniejszonego o szparę spoczynkową. Do zarejestrowania pozycji zwarciowej w pierwszym etapie wykorzystuje się niewielką ilość wosku modelowego nałożonego na okolice łyżek wyciskowych, odpowiadające powierzchniom zwarciowym przyszłych zębów trzonowych. Następnie pustą przestrzeń pomiędzy łyżkami wyciskowymi w miejscu gdzie będą ustawione zęby wypełnia się silikonową masą do rejestracji zwarcia. Po stężeniu masy wyciski wraz z indeksem zwarcia wyjmują się z ust pacjenta i weryfikuje jednoznaczność i stabilność złożenia elementów.

Następnym etapem jest zeskanowanie wycisków oraz indeksu zwarcia. Na podstawie wprowadzonych danych tworzone są wirtualne modele szczęki i żuchwy ustawione względem siebie w pozycji zwarcia centralnego. W oparciu o pozycję zębów przednich w szczęce oraz wycisk przestrzeni neutralnej ustawiane są wirtualnie pozostałe zęby oraz modelowana jest płyta protezy. Możliwe jest również wykonanie wtórnego uszczelnienia tylnej granicy płyty protezy górnej, poprzez modyfikację wirtualnego modelu szczęki zgodnie z podatnością podłoża

protetycznego pacjenta. Następnie dane przesyłane są do frezarki, która wycina płytę protezy z zagłębieniami przeznaczonymi dla zębów. Zęby kompatybilne z systemem są wklejane w płytę protezy, która następnie jest polerowana. Istnieje również możliwość wycięcia próbnych protez wraz z zębami. Dzięki temu można skontrolować w ustach pacjenta ustawienie zębów, zwarcie, zasięg płyty protezy oraz odczucia pacjenta. W razie konieczności można na tym etapie wykonać nowe wyciski po skorygowaniu zasięgu płyty protezy, zarejestrować prawidłowo zwarcie czy zmienić kształt i wielkość zębów.⁸

Na rynku dostępnych jest kilka kompletnych systemów CAD/CAM przeznaczonych do wykonywania protez całkowitych, między innymi AvaDent (USA), Wieland (Ivoclar Vivadent, Lichtenstein) czy Denture Desing (3shape, Dania). Poszczególne systemy różnią się pomiędzy sobą szczegółami, takimi jak stosowanie łyżek wyciskowych indywidualnych lub standardowych z możliwością indywidualizacji, elementami służącymi do rejestracji zwarcia centralnego, czy też możliwością skanowania modeli gipsowych, czy wycisków z pominięciem odlewania modelu. Wszystkie jednak wykorzystują rejestrację relacji centralnej poprzez wykreślenie łuku gotyckiego oraz wykorzystują PMMA jako tworzywo, z którego wycinane są płyty protez. Akryl, z którego wykonane są bloki do wycinania płyt protez jest lepiej spolimeryzowany, mniej porowaty i pozbawiony wolnego monomeru resztkowego. Wpływa to korzystnie na zmniejszenie kolonizacji płyt protez przez bakterie i grzyby drożdżopodobne, ograniczenie podrażnień wywołanych wolnym monomerym, czy też zwiększenie wytrzymałości płyty protezy.¹¹

We wszystkich programach dostępne są obszerne biblioteki kształtów zębów, a ich ustawienie oparte jest o standardowe wyznaczniki, takie jak krzywa Spee czy Monsona. Programy te zapewniają szerokie możliwości indywidualizacji ustawiania zębów.¹²

Stabilizacja i retencja protez całkowitych jest ściśle powiązana z dobrym dopasowaniem protezy do podłoża, jak również z prawidłowo zbalansowaną okluzją.¹³ Miejscowy ucisk płyty protezy wykonanej metodą konwencjonalną, przenoszony na tkanki podłoża protetycznego powodować może w obrębie tkanek miękkich odleżyny i otarcia, a w obrębie kości prowadzi do przyspieszonej jej resorpcji.¹⁴⁻¹⁶

Wykonawstwo protez całkowitych w technologii CAD/CAM nie jest obecnie szeroko stosowaną metodą, co ma odzwierciedlenie w niewielkich publikacjach w literaturze fachowej. Jednakże dostrzegane liczne zalety tej metody, takie jak lepsze dopasowanie płyty protezy, eliminacja skurczu polimeryzacyjnego, większa wytrzymałość mechaniczna, zmniejszenie porowatości tworzywa akrylowego, wpływające na ograniczenie kolonizacji płyty protezy przez bakterie i grzyby - zachęcają do szerszego stosowania tej metody w leczeniu pacjentów bezzębnych z zastosowaniem ruchomych protez całkowitych. Nie bez znaczenia jest także oszczędność czasu pacjenta, lekarza i technika poprzez ograniczenie wizyt potrzebnych na wykonanie uzupełnień, jak również korekcyjnych wizyt kontrolnych.

Piśmiennictwo

1. *Bębenek K, Błaszczak A*: „Zastosowanie technologii CAD/CAM w stomatologii odtworczej – przegląd piśmiennictwa”. *Inżynier i Fyzyk Medyczny* 2016; 2: 99-105.
2. *Mörmann W*: The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc* 2006; 137: 7-13.
3. *Varma M, Varma L, Agrawal P*: CAD-CAM Fabricated Complete Denture – A Peek Into The Future... *Guident* 2013; 4: 15-24.
4. *Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y*: A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J* 2009; 28: 44-56.
5. *Maeda Y, Minoura M, Tsutsumi S, Okada M, Nokubi T*: A CAD/CAM system for removable denture. Part I: Fabrication of complete dentures. *Int J Prosthodont* 1994; 7: 17-21.
6. *Kawahata N, Ono H, Nishi Y, Hamano T, Nagaoka E*: Trial of duplication procedure for complete dentures by CAD/CAM. *J Oral Rehabil* 1997; 24: 540-548.
7. *Christensen G*: Removable prosthodontics: a forgotten part of dentistry. *Alpha Omegan* 2006; 99: 26-28.
8. *Goodacre C*: CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods of obtaining required morphological data. *J Prosthet Dent* 2012; 107: 34-46.
9. *Fish E*: Using the muscles to stabilize the full lower denture. *J Am Dent Assoc* 1933; 20: 2163-2169.
10. *Beresin V, Schiesser F*: The neutral zone in complete dentures. *J Prosthet Dent* 1976; 36: 356-367.
11. *Bidra A, Taylor T, Agar J*: Computeraided technology for fabricating complete dentures: systematic review of historical background, current status, and future perspectives. *J Prosthet Dent* 2013; 109: 361-366.
12. *Lang B*: Complete denture occlusion. *Dent Clin N Am* 2004; 641-665.
13. The glossary of prosthodontic terms. *J Prosthet Dent* 2005; 94: 10-92.
14. *Carlsson G*: Responses of jawbone to pressure. *Gerodontology* 2004; 21: 65-70.
15. *Jozefowicz W*: The influence of wearing dentures on residual ridges: a comparative study. *J Prosthet Dent* 1970; 24: 137-144.
16. *Atwood D*: Some clinical factors related to rate of resorption of residual ridges. *J Prosthet Dent* 2001; 86: 119-25.

Zaakceptowano do druku: 2.06.2016 r.

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

© Zarząd Główny PTS 2016.