Protet Stomatol, 2024; 74(1): 47-54
DOI: 10.5114/ps/183548

Wykonanie protez całkowitych z wykorzystaniem nowoczesnych technologii CAD/CAM. Część 1 – postępowanie kliniczne

Manufacturing of complete dentures using modern CAD/CAM technologies. Part 1 – clinical procedure

Violetta Melon, Beata Dejak

Zakład Protetyki Stomatologicznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi
Department of Prosthodontics, Medical University of Lodz
Kierownik: prof. dr hab. n. med. *Beata Dejak*

HASŁA INDEKSOWE:
CAD/CAM, protezy całkowite, Ava Dent, Baltic Denture System, Dentca

KEY WORDS:
CAD/CAM, complete dentures, Ava Dent, Baltic Denture System, Dentca

Streszczenie

Wykonanie ruchomych protez całkowitych jest wciąż najczęściej wybieraną opcją leczenia pacjentów bezzębnych. W dzisiejszych czasach istnieją nowoczesne alternatywy dla tradycyjnego protokołu wykonania takich prac protetycznych. Celem pracy było przedstawienie protokołu klinicznego wykonywania protez nowoczesną techniką cyfrową CAD/CAM oraz opisanie trzech systemów protetycznych opartych na tej technologii - AvaDent, Baltic Denture System i Dentca. Zwrócono uwagę na zalety i wady użycia poszczególnych systemów CAD/CAM w wykonawstwie protez całkowitych. Wykorzystanie technologii cyfrowych umożliwia wykonanie prac o lepszych właściwościach fizycznych, eliminując błędy ludzkie z procesu technologicznego. Jednocześnie skraca czas potrzebny do oddania gotowej pracy oraz ogranicza liczbę wizyt i korekt. Z drugiej strony, wirtualne skany nie są w stanie tak dokładnie odwzorować ruchome tkanki miękkie jak w przypadku tradycyjnych wycisków czynnościowych. Ponadto wyeliminowanie klinicznej wizyty z kontrolą próbnych protez uniemożliwia usunięcie błędów powstałych przy projektowaniu protezy. Powyższe argumenty wskazują, że użycie

Summary

Fabrication of removable complete dentures is still the most frequently chosen treatment option for edentulous patients. Today, there are modern alternatives to the traditional protocol for performing such prosthetic work. The aim of this study was to present the clinical protocol of fabrication of dentures using modern digital CAD/CAM technology and to describe three prosthetic systems based on this technology – AvaDent, Baltic Denture System and Dentca. Advantages and disadvantages of using individual CAD/CAM systems in the production of complete dentures have been discussed. The use of digital technology offers better physical properties of restorations, eliminating human errors from the technological process. At the same time, it shortens the time needed to submit the finished prosthesis and limits the number of visits and corrections. Conversely, with virtual scans we are not able to reproduce moving soft tissues as accurately as traditional functional impressions do. Moreover, the elimination of a clinical visit to try in the prostheses makes it impossible to eliminate errors arising during the design stage. The above arguments indicate that the use of

metod hybrydowych na obecną chwilę wydaje się być niezbędne do wykonania dobrej protezy całkowitej w technologii CAD/CAM.

hybrid methods currently seems to be necessary to make a good complete denture using CAD/CAM technology.

Wstęp

W ostatnich latach w coraz większym zakresie stosowane jest leczenie implanto-protetyczne. Jednak w przypadku bezzębnych pacjentów nadal najczęściej wybieraną opcją pozostają ruchome protezy całkowite.[1,2] Uwarunkowane jest to ograniczeniami anatomicznymi i zdrowotnymi pacjentów oraz względami ekonomicznymi.[3]

Tradycyjna metoda wykonania protez całkowitych (PC) wymaga 5 wizyt pacjenta w gabinecie. Na pierwszej z nich lekarz wykonuje badanie oraz wyciski orientacyjne na łyżkach standardowych i zakreśla zasięg łyżek indywidualnych. Na ich podstawie technik odlewa modele robocze i wykonuje łyżkę indywidualną. Drugą wizytę lekarz poświęca na dopasowanie łyżek, a także wykonanie wycisków czynnościowych. Technik odlewa model roboczy i wykonuje wzorniki zwarciowe. Trzecia wizyta to ustalenie i rejestracja centralnego zwarcia na wzornikach oraz wybranie koloru i wielkości sztucznych zębów. W laboratorium modele są montowane w artykulatorze w relacji przestrzennej ustalonej zgodnie z wzornikami i ustawiane są sztuczne zęby. Na czwartej wizycie lekarz kontroluje próbne woskowe protezy w jamie ustnej pacjenta oraz wykonuje niezbędne korekty. W celu wykonania finalnej protezy w laboratorium następuje puszkowanie protez, zamiana wosku na akryl i polimeryzacja akrylu. Dopiero podczas piątej wizyty pacjent otrzymuje gotową pracę (po wcześniejszym jej dostosowaniu i otrzymaniu instrukcji użytkowania uzupełnienia).[4]

Od lat dążono do skrócenia i uproszczenia procedury wykonania protez całkowitych. Pomógł w tym rozwój stomatologii cyfrowej.

Cel pracy

Celem pracy było przedstawienie protokołu klinicznego wykonywania protez całkowitych nowoczesną techniką cyfrową CAD/CAM na podstawie trzech systemów protetycznych opartych na tej technologii - AvaDent, Baltic Denture System i Dentca.

W 2012 Goodacre i in. zapoczątkowali tworzenie protez cyfrowych. Ideą tworzenia protez całkowitych z użyciem cyfrowych technologii CAD/CAM (Computer-aided design and Computer-aided manufacturing) było wykonanie ich w czasie dwóch wizyt klinicznych.[5] Podczas pierwszej z nich lekarz bada pacjenta, skanuje bezzębne wyrostki zębodołowe, podniebienie[6] oraz zewnątrzustnie rejestruje wygląd twarzy pacjenta, wykonując jej skan[7] bądź fotografie cyfrowe. Pacjent w trakcie tej samej wizyty może mieć przedstawioną symulację gotowej protezy poprzez wczytanie danych do aplikacji cyfrowej (np. IvoSmile - Ivoclar Vivadent[8]). Na koniec zgromadzona dokumentacja zostaje wysłana do pracowni technicznej wiadomością e-mail.[9]

Technik importuje dane pozyskane przez lekarza do oprogramowania CAD. Rozpoczyna projektowanie protezy od wyznaczenia jej granic na zdigitalizowanym podłożu. Na podstawie rekordów zewnątrzustnych umieszcza cyfrowe modele w wirtualnym artykulatorze, ustala płaszczyznę zwarcia, dobiera odpowiedni kształt i kolor zębów. Następnie wirtualnie ustawia zęby dostępne w bazie danych zgodnie z ogólnymi zasadami. W łatwy i szybki sposób można modyfikować ich położenie.[7,10] Gotowy projekt jest importowany do części CAM, gdzie zostaje realizowany metodą

substrakcyjną (frezowanie) bądź addycyjną (druk 3D).[10] Na drugiej wizycie w gabinecie pacjent otrzymuje gotową pracę.[11]

Jednak tak przedstawione uproszczenie i skrócenie procedur klinicznych powoduje niedokładności w wykonaniu protez. Sam skan błony śluzowej nie pozwala na odwzorowanie jej podczas fizjologicznych czynności, a w związku z tym dokładnego dopasowania pobrzeża protez. Rejestracja twarzy nie gwarantuje też poprawnego ustawienia zwarcia. Bez kontroli próbnych protez w jamie ustnej niemożliwe jest wyeliminowanie powyższych błędów. Dlatego w ostatnich latach powstało wiele metod hybrydowych łączących tradycyjne i cyfrowe wykonanie protez.[12] Używane są w nich dodatkowe przyrządy umożliwiające pobranie wycisków czynnościowych, rejestrację zwarcia centralnego, czy kontrolą próbnych protez w jamie ustnej pacjenta na jednej wizycie. Należą do nich:

- Systemy CAD/CAM (do frezowania płyt protez całkowitych):
  - AvaDent Digital Dentures Bonded (AvaDent, USA),
  - Zirkonzahn Denture System (Zirkonzahn, Włochy),
  - Ivoclar Digital Denture (Ivoclar/Wieland, Lichtenstain),
  - Vita Vionic (Vita Zahnfabrik, Niemcy),
  - Denture Design (3 Shape, Dania).
- Systemy CAD/CAM (do frezowania płyty i zębów):
  - AvaDent Digital Dentures XCL1 i XCL-2 (AvaDent, USA),
  - Baltic Denture System (Merz Dental, Niemcy),
  - Ivoclar Vivadent Ivotion (Ivoclar/Wieland).
- Drukowanie trójwymiarowe (3D) lub szybkie prototypowanie (RP) protez:
  - FotoDenta (Dentamid, Niemcy),
  - Dentca 3D Printed Denture (Dentca, USA).

System Ava Dent

Jednym z pierwszych systemów cyfrowego wykonania protez całkowitych był AvaDent. [13] Protezę wykonuje się w ciągu 2 wizyt. Podczas pierwszej pobierane są wyciski czynnościowe, rejestrowane jest zwarcie oraz wybierany kształt i kolor zębów. Podczas drugiej wizyty pacjent otrzymuje gotową PC.[12]

I wizyta. Proces rozpoczyna się od dostosowania prefabrykowanej łyżki termoplastycznej do podłoża. Po pobraniu indeksu (silikonem typu putty) w ustach pacjentach, zmiękcza się tworzywo łyżki (w wodzie o temperaturze powyżej 70^{o}C przez około 1 minutę), i dociska się łyżkę do wcześniej wykonanego indeksu silikonowego. Następnie zasięg łyżki sprawdza się w jamie ustnej, po ustabilizowaniu jej do śluzówki materiałem AvaDent registration (materiał umieszcza się w 4 punktach w szczęce, 3 punktach w żuchwie). Lekarz kontroluje wizualnie, czy na całym obrzeżu protezy znajduje się odpowiednia przestrzeń dla masy wyciskowej, czy nie występuje ucisk na tkanki miękkie oraz czy łyżka obejmuje linię AH i trójkąty zatrzonowcowe. Łyżki pokrywa się klejem dla silikonu i pobiera wyciski czynnościowe masami poliwinylosiloksanowymi metodą dwuwarstwową dwuczasową. Dzięki eliminacji procesu polimeryzacji, materiał bazy protezy nie ulega skurczowi, zatem dodatkowe uszczelnienia w obrębie linii AH nie są najczęściej potrzebne.

Do rejestracji zwarcia centralnego oraz podparcia tkanek miękkich stosowany jest przyrząd Anatomical Measuring Device (AMD). Jest on złożony z metalowego rylca i płytki z podporą wargową. Oba elementy można dostosować do podłoża za pomocą śrubokrętu. Płytki stabilizuje się w jamie ustnej za pomocą masy silikonowej, tak aby w szczęce i żuchwie były do siebie równoległe. Wymiar pionowy zwarcia ustala się tradycyjnymi metodami i rejestruje za pomocą dostosowania długości rylca AMD. Podparcie wargi górnej reguluje się za

pomocą płytki wargowej. Kolejnym krokiem jest rejestracja relacji poziomej za pomocą rylca umieszczonego w płytce górnej i płaskiej powierzchni na dolnym wzorniku. Pacjent wykonuje sekwencje ruchów, wykreślając łuk gotycki na dolnej płytce pokrytej kalką w sprayu. Grot strzały wskazuje miejsce relacji centralnej pacjenta. Ten punkt zostaje wycięty wiertłem w dolnej płytce.

Zestaw AvaDent zawiera specjalną podwójną linijkę do przeniesienia płaszczyzny zwarcia. Jedna z linijek montowana jest do AMD, a druga linijka zostaje ustawiona równolegle do linii źrenicznej. Urządzenie posiada na boku miarkę, która wyznacza kąt, o jaki różnią się obie płaszczyzny. Wynik pomiaru należy wpisać do zlecenia dla pracowni technicznej. Dodatkowo na górnym AMD lekarz zaznacza linie pomocnicze - linię pośrodkową oraz linię uśmiechu. Na podstawie tych danych dobiera przezroczyste folie (w rozmiarach - S, M, L oraz wysokości 1,2,3) mające kształt i rozmiar 6 przednich zębów szczęki. Folia zostaje zamocowana do górnego AMD zgodnie z wyznaczonymi liniami orientacyjnymi, a pod nią wstrzykiwany jest kompozyt typu flow, który po polimeryzacji utrzymuje folie w konkretnym miejscu. Pacjent ocenia estetykę uzupełnienia, a lekarz weryfikuje wygląd zębów w czasie mówienia i uśmiechu. Pierwszą wizytę kończy połączenie górnej i dolnej płytki AMD w zwarciu centralnym za pomocą masy typu bite. Rejestrat wraz z wyciskami zostaje wysłany do pracowni technicznej Global Dental Science LLC.

W laboratorium wyciski i rejestrat są skanowane. Obie struktury są ze sobą łączone w wirtualnym programie, a wartość kąta z linijki pomiarowej pozwala na właściwą kalibrację płaszczyzny zwarcia w wirtualnym artykulatorze. W programie wyznacza się granice protezy. Zęby o dobranej klinicznie wielkości i kształcie, są dodane automatycznie przez program, dlatego są one dopasowane idealnie w okluzji. Technik projektuje podstawę protezy, która zostaje wyfrezowana. Odpowiednie prefabrykowane zęby umieszcza się w wypreparowanych łożach i skleja z płytą protezy. Proteza zostaje poddana ostatecznej obróbce.

II/III wizyta. Próba protezy najczęściej jest demonstrowana pacjentowi tylko w sposób wirtualny, na ekranie.[14] Zwykle już na drugiej wizycie jest oddana pacjentowi ostateczna praca. Autorzy zalecają wykonanie tradycyjnej kontroli próbnej protezy tylko w trudnych klinicznie przypadkach, co wydłuża protokół do 3 wizyt. W tym przypadku dodatkowo frezowana jest przez CAD/CAM proteza z wosku, która w prosty sposób może być modyfikowana w ustach. Alternatywnie próbna proteza może być wydrukowana w 3D metodą STA lub STL. Ewentualne jej korekty muszą być wykonane za pomocą frezów, bądź nałożenia warstw kompozytu w miejscach wymagających rozbudowy. Taka proteza może służyć również do celów diagnostycznych w pracach implanto-portetycznych. Pozwala sprawdzić czy praca ostateczna odpowiednio będzie podtrzymywać tkanki miękkie pacjenta, a po modyfikacji może również służyć za szablon chirurgiczny wykorzystany do implantacji.[14]

Baltic Denture System

Ciekawą alternatywą wydaje się również Baltic Denture System. Protokół wykonania protez w tym systemie również obejmuje 2 wizyty.

Pierwsza polega na wyznaczeniu konwencjonalną techniką pionowego wymiaru oraz pobraniu wycisku czynnościowego na łyżkach BD Key (przypominające próbne protezy w 3 wymiarach). Aby zachować odpowiednie pozycjonowanie wzorników zwarciowych, do górnej łyżki montowane są analizatory płaszczyzny gryzowej (BDKEY Plane i BDKEY Fin). Natomiast relacja centralna jest określona przez elementy zatrzaskowe w łyżce górnej i dolnej. Po przesłaniu rejestratów do laboratorium i

wyfrezowaniu gotowej pracy trafia ona do pacjenta na 2 wizycie klinicznej.

Głównym ograniczeniem systemu jest wykorzystanie go tylko do określonych przypadków pacjentów, z korzystnym położeniem łuków zębowych w I kl Angle'a. Protezy wykonywane są na bazie gotowych prefabrykatów, zatem brakuje zindywidualizowania kształtu zębów. Proces nie obejmuje indywidualnej rejestracji relacji centralnej pacjenta, lecz zostaje przyjęta wartość uśredniona zgodna z wynikami wcześniejszych badań dotyczących budowy bezzębnych wyrostów zębodołowych.[9]

System Dentca

Proces wykonania protezy w systemie Dentca wymaga 2 lub 3 wizyt (dodatkowa wizyta dedykowana jest ewentualnej kontroli próbnej protezy). Producent podobnie jak w AvaDent zapewnia cały zestaw dodatkowych elementów. Zawiera on dwuelementowe łyżki wyciskowe w 4 rozmiarach oraz pasujące do nich elementy do wyznaczenia łuku gotyckiego. Tym razem płytka rejestrująca ruchy żuchwy znajduje się w szczęce, natomiast rylec w żuchwie. Do wyznaczenia długości zębów służy linijka – należy przyłożyć jej koniec do brodawki siecznej i odczytać wynik wskazujący w miejscu zakończenia wargi górnej. W celu wykonania wycisku, łyżki składa się w całość, dostosowuje je do podłoża, a następnie pobiera dwuwarstwowy dwuczasowy wycisk czynnościowy, podobnie jak w poprzedniej metodzie. Skalpelem odcina się masę w miejscu łączenia elementów łyżki, usuwa się jej dystalne fragmenty oraz oczyszcza się płytkę rejestracyjną w szczęce. Do dolnej łyżki mocuje się element z rylcem, który dopasowany jest do wysokości zwarcia i wyznacza się łuk gotycki. Płytkę górną i dolną łączy się za pomocą masy. Dane są przesłane do laboratorium, gdzie protezy są drukowane 3D. Producent oferuje dwa typy wykończenia protez – standard oraz premium, który dodatkowo zawiera charakteryzację podstawy protezy, ukształtowanie anatomiczne podniebiennej polerowanej części protezy, tonowany kolor dziąsła, oraz lepszej klasy zęby (Candulor Physio Star NFC dla zębów przednich i Condyloform dla tylnich). Producent podkreśla jednak ograniczenia w wykorzystaniu tej metody - nie jest wskazana dla osób z dużą rozbieżnością wymiarów szczęki i żuchwy, z rozległymi resorpcjami bądź chorujących na ataksję. Do właściwej kwalifikacji przypadków zaleca wykorzystane klasyfikacji American College of Prosthodontists.[16]

Dyskusja

Systemy CAD/CAM posiadają wiele zalet. Główną zaletą cyfrowego wykonania protez jest oszczędność czasu. Nowoczesne technologie umożliwiają zaopatrzenie pacjenta w gotową pracę już po 2 wizytach. Niektórzy autorzy preferują protokoły obejmujące 3 wizyty[15], gdzie dodatkowa wizyta obejmuje kontrolę próbnej protezy, aby móc wcześniej skorygować błędy[16] i zmniejszyć liczbę dodatkowych wizyt po oddaniu uzupełnienia.[17] Natomiast według badań *Villias* do wykonania cyfrowych protez niezbędne są średnio 4,1 wizyty.[11] Dodatkowo poszczególne wizyty są krótsze niż w metodzie tradycyjnej - pacjent przebywał około 3,5 godziny mniej na fotelu dentystycznym w porównaniu z protokołem konwencjonalnym. Wśród zalet wymieniana jest duża wydajność wykonywania protez.[18] Protezy powstają z wysokiej jakości biomateriałów, przy wyeliminowaniu konieczności tworzenia gipsowych modeli i procesu polimeryzacji tworzywa akrylowego. Skanowana powierzchnia dośluzówkowa jest bardziej dokładna i dokładniej odwzorowuje stan jamy ustnej pacjenta. Dzięki eliminacji skurczu polimeryzacyjnego polimetakrylanu metylu (PMMA) oraz zmienności wymiarów mas wyciskowych i gipsów, prace

mają lepszą retencję.[16,18,19] Możliwe jest szybkie wykonanie duplikatów protez bez udziału pacjenta. Jest to szczególnie ważne w przypadku pacjentów z utrudnionym dostępem do opieki stomatologa.[20] Można wykonać protezy z identycznymi zębami jak w starej protezie.[18] Cyfrowy zapis danych pozwala na szybkie odtworzenie zagubionej lub uszkodzonej protezy.[10]

Systemy CAD/CAM nie są wolne od wad. Nie udało się w pełni wyeliminować skomplikowanych klinicznie procedur, takich jak pobranie wycisków czynnościowych, ustalenie zwarcia. Projektowanie protezy z wykorzystaniem tylko wirtualnych programów sprawia problem w ustaleniu zwarcia centralnego[10] oraz trudności z odwzorowaniem obrzeży protezy, podparcia warg i podatności tkanek.[21] Często wymagany jest aktywny udziału lekarza w projektowaniu cyfrowym – samodzielne wyznaczenie granic protezy na skanach wewnątrzustnych oraz modyfikacja modeli cyfrowych, w celu zaznaczenia obszarów poszerzenia granic protezy. [21] Skanowanie bezzębnego podłoża, czyli dużych obszarów bez wyraźnych punktów odniesienia na błonie śluzowej, powoduje znaczne przekłamanie wymiarów. [22,23] Dlatego przy ruchomych powierzchniach wyrostków konieczne jest wykonanie wycisku czynnościowego, którego nie da się wykonać cyfrowo. W wielu systemach konieczne jest użycie dodatkowych przyrządów np. urządzeń do rejestracji danych wewnątrz- i zewnątrzustnych, ponieważ wyznaczenie relacji centralnej na podstawie skanów lub zdjęć jest niewystarczające. Systemy CAD/CAM wymagają użycia zaawansowanego technicznie sprzętu, takiego jak skaner 3D i współpracującego z nim oprogramowania, frezarek numerycznych bądź drukarek 3D. Wyższe koszty eksploatacyjne drukarek i frezarek oraz droższe materiały podstawowe powodują, że ceny prac z zastosowaniem techniki CAD/CAM są ok. 50% wyższe w porównaniu z techniką konwencjonalną.[10]

Wnioski

Wykorzystanie technologii cyfrowych umożliwia wykonanie prac o lepszych właściwościach fizycznych, eliminując zmiany wymiarów stosowanych materiałów (np. skurczu polimerazycyjnego akrylu). Jednocześnie skraca czas potrzebny do oddania gotowej pracy oraz ogranicza liczbę wizyt. Kliniczne zastosowanie cyfrowej techniki do wykonania protez całkowitych ma liczne ograniczenia.[16] Wirtualne skany nie są w stanie, tak dokładnie odwzorować ruchome tkanki miękkie jak w przypadku tradycyjnych wycisków czynnościowych. Ustalenie centralnego zwarcia u pacjenta jest nadal konieczne. Wyeliminowanie klinicznej wizyty kontroli woskowych protez uniemożliwia usunięcie błędów powstałych przy projektowaniu protezy. Powyższe argumenty wskazują, że użycie metod hybrydowych wydaje się być niezbędne do wykonania satysfakcjonującej protezy całkowitej w technologii CAD/CAM.

Piśmiennictwo

1. *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. doi:10.1016/j.prosdent.2016.12.006
2. *Polzer I, Schimmel M, Müller F, Biffar R:* Edentulism as part of the general health problems of elderly adults. Int Dent J 2010; 60(3): 143-155.
3. *Batisse C, Nicolas E:* Comparison of CAD/CAM and Conventional Denture Base Resins: A Systematic Review. Applied Sciences 2021; 11(13): 5990. doi:10.3390/app11135990
4. *Dejak B:* Vademecum wykonywania protez stałych i ruchomych. Med Tour Press 2020; 134-135.
5. *Arai K, Tanaka Y, Matsuda S, Okamura T, Iwayama K, Ono Y:* Complete Denture

Fabrication Using Digitally Fabricated Copy Dentures for a Patient with Moderate Dementia. Case Rep Dent 2021; 2021: 9385095. doi:10.1155/2021/9385095

6. *Fang Y, Fang JH, Jeong SM, Choi BH:* A Technique for Digital Impression and Bite Registration for a Single Edentulous Arch. J Prosthodont 2019; 28(2): 519-523. doi:10.1111/jopr.12786
7. *Edelhoff D, Schubert O, Stimmelmayr M, Schweiger J:* CAD/CAM full-mouth rehabilitation of an elderly patient: One-piece digital complete denture meets multilayered zirconia with gradient technology. J Esthet Restor Dent 2023; 10.1111/jerd.13031. doi:10.1111/jerd.13031
8. *Kurbad A:* The use of 'extended reality' (augmented reality) in esthetic treatment planning. Int J Comput Dent 2020; 23(2): 149-160.
9. *John AV, Abraham G, Alias A:* Two-visit CAD/CAM milled dentures in the rehabilitation of edentulous arches: A case series. J Indian Prosthodont Soc 2019; 19(1): 88-92. doi:10.4103/jips.jips_252_18
10. *Cywoniuk E, Sierpińska T, Sulewska M:* Wykonanie protez całkowitych w technologii CAD/CAM – przegląd piśmiennictwa. Protet Stomatol 2021; 71(4): 332-342. doi:10.5114/ps/144231
11. *Villias A, Karkazis H, Yannikakis S, Artopoulou II, Polyzois G:* Is the Number of Appointments for Complete Denture Fabrication Reduced with CAD-CAM? A Literature Review. Prosthesis 2022; 4(1): 91-101. doi:10.3390/prosthesis4010010
12. *Jurado C, Sayed M, Fu CC, Villalobos-Tinoco J, Tsujimoto A:* Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) Complete Dentures for Atrophic Alveolar Ridges: Workflow Combining Conventional and Novel Techniques. Cureus 2022; 14(1): e21093. doi:10.7759/cureus.21093
13. *Deak A, Marinello CP:* CAD-CAM-Anwendung in der Totalprothetik CAD-CAMAnwendung in der Totalprothetik CAD-CAM-Anwendung in der Totalprothetik. Swiss Dent J 2015; 125(6): 713-728.
14. *Kattadiyil MT, Goodacre CJ, Baba NZ:* CAD/CAM complete dentures: a review of two commercial fabrication systems. J Calif Dent Assoc 2013; 41(6): 407-416
15. *Lo Russo L, Salamini A, Troiano G, Guida L:* Digital dentures: A protocol based on intra-oral scans. J Prosthet Dent 2021; 125(4): 597-602. doi:10.1016/j.prosdent.2020.02.006
16. *Alhallak K, Hagi-Pavli E, Nankali A:* A review on clinical use of CAD/CAM and 3D printed dentures. Br Dent J 2023;10.1038/s41415-022-5401-5. doi:10.1038/s41415-022-5401-5
17. *Mubaraki MQ, Moaleem MMA, Alzahrani AH,* et al.: Assessment of Conventionally and Digitally Fabricated Complete Dentures: A Comprehensive Review. Materials (Basel) 2022; 15(11): 3868. doi:10.3390/ma15113868
18. *Dusmukhamedov S, Lee C-N, Jeong S-M, Choi B-H:* Digital Denture Fabrication: A Technical Note. Applied Sciences 2021; 11(17): 8093. doi:10.3390/app11178093
19. *Abdullah M:* Evaluation of retention and patient satsifaction for maxillary complete denture constructed by 3D printing technique and conventional technique. Biomaterials J 2022; 1(5): 28-34. doi:10.5281/znodo.5829408
20. *Srinivasan M, Kamnoedboon P, McKenna G:* CAD-CAM removable complete dentures: A systematic review and meta-analysis of trueness of fit, biocompatibility, mechanical properties, surface characteristics, color stability, time-cost analysis, clinical and patient-reported outcomes. J Dent 2021; 113: 103777. doi:10.1016/j.jdent.2021.103777
21. *Chebib N, Imamura Y, El Osta N, Srinivasan M, Müller F, Maniewicz S:* Fit and retention of complete denture bases: Part II – conventional impressions versus digital scans: A clinical controlled crossover study. J Prosthet Dent 2022; S0022-3913(22)00464-4.

doi:10.1016/j.prosdent.2022.07.004

22. *Patzelt SB, Vonau S, Stampf S, Att W:* Assessing the feasibility and accuracy of digitizing edentulous jaws. J Am Dent Assoc 2013; 144(8): 914-920. doi:10.14219/jada.archive.2013.0209
23. *Kattadiyil MT, Mursic Z, AlRumaih H, Goodacre CJ:* Intraoral scanning of hard and soft tissues for partial removable dental prosthesis fabrication. J Prosthet Dent 2014; 112(3): 444-448. doi:10.1016/j.prosdent.2014.03.022

Zaakceptowano do druku: 22.12.2023 r.

Adres autorów: 92-216 Łódź, ul. Pomorska 251.

© Zarząd główny PTS 2024.