

Postupak izrade AvaDent CAD/CAM potpunih proteza

Ćelić, Robert

Educational content / Obrazovni sadržaj

Publication status / Verzija rada: **Accepted version / Završna verzija rukopisa prihvaćena za objavljivanje (postprint)**

Publication year / Godina izdavanja: **2021**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:127:136246>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb School of Dental Medicine
Repository](#)



Robert Ćelić

POSTUPAK IZRADE AvaDent CAD/CAM POTPUNIH PROTEZA

Nastavni tekst za studente Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Zagreb, 2021.

Autor

Izv. prof. dr. sc. Robert Ćelić, Zavod za mobilnu protetiku Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Kao autor ovog nastavnog teksta jamčim da se radi o originalnom i vlastitom autorskom djelu, koje je u potpunosti samostalno napisano, te da su dijelovi preuzeti iz drugih izvora jasno i nedvojbeno citiranjem naznačeni kao tuđa autorska djela. Isto tako jamčim da su navedene ilustracije originalne i predstavljaju moje vlastito autorsko djelo, te da nema trećih osoba koje bi na njih polagale autorska prava.

Lektor

Mirjana Blažičko, mr. educ. hrvatskog jezika i književnosti

Popis članova Povjerenstva za recenziju nastavnog teksta:

1.

Sadržaj

Uvod	5
Računalno potpomognuta tehnologija i njena primjena u dentalnoj protetici	6
Postupak izrade AvaDent CAD/CAM potpune proteze	7
Trodimenzionalno ispisane (printane) potpune proteze	21
Zaključak	21
Literatura	25

Uvod

Nakon uzete anamneze i kliničkog pregleda bezubog pacijenta slijedi postupak izrade potpunih proteza koji se sastoji od kliničko-laboratorijskih faza. To su: uzimanje anatomskih otisaka; izrada individualnih žlica; testiranje individualnih žlica u ustima pacijenta; uzimanje funkcijskih otisaka; izrade radnih sadrenih modela i zagriznih šablona; određivanja vertikalnog i horizontalnog međučeljusnog odnosa zagriznim šablonama (uz upotrebu obraznog luka i prilagodljivih dentalnih artikulatora); postava (prednjih pa stražnjih) zubi u zagriznim (probnim) šablonama u artikulatoru; proba postave (prednjih pa stražnjih) zubi u ustima bezubog pacijenta; laboratorijski postupak kivetiranja (zamjena voska akrilatom, najčešće toplinsko-tlačnom polimerizacijom); završna obrada potpunih proteza; i na kraju predaja gotovih potpunih proteza (ne zaboraviti razdoblje prilagodbe poslije predaje potpunih proteza za kontrolu dosjeda i stanja njihove okluzije). Osim što ovaj postupak izrade potpunih proteza zahtijeva vještog znalca i iskusnog doktora dentalne medicine (protetičara) te dentalnog tehničara, prema nabrojenim kliničkim fazama, zahtijeva mnogo dolazaka bezubog pacijenta. Budući da su nosioci potpunih proteza pretežno osobe treće životne dobi, česti dolasci su stresni i naporni za njih, posebice zbog njihova kompromitiranog zdravstvenog (medicinskog) statusa. U tehnološkom pogledu, izrada potpunih proteza nije se značajno promijenila od uvođenja akrilata (polimetil-metakrilata) kao materijala za izradu potpunih proteza. Poznata je činjenica da akrilatna smola kao gradivni materijal zbog slabijih mehaničkih svojstava (sklonost napuknuću i lomovima) ne ispunjava uvjete hipotetski idealnog materijala, adekvatnih radnih osobinama i dugotrajnosti u vlažnoj sredini usne šupljine. Razlog za to su karakteristike/nesavršenosti akrilatnog materijala (npr. plinska i kontrakcijska poroznost, zaostatni monomer, itd.) koje se javljaju kao rezultat tehnološkog postupka tijekom tlačno-toplinske polimerizacije, odnosno kivetiranja (1-3).

Računalno potpomognuta tehnologija i njena primjena u dentalnoj protetici

Računalno potpomognuta tehnologija (*computer-aided technology; CAT*) širok je pojam koji uključuju upotrebu računala i odgovarajućih softvera u cilju dizajniranja, analize i izrade proizvoda. Tehnologija uključuje **aditivnu izradu/proizvodnju**, poput brze izrade prototipova (*rapid prototyping*), ili **subtraktivnu izradu/proizvodnju** pomoću strojeva nadziranih računalima (*computerized numerical control (CNC) machining*). Aditivna izrada ili trodimenzionalni ispis (tiskanje, printanje) koriste slike iz digitalnih podataka da bi se izradio objekt (protetski rad) uzastopnim nanošenjem slojeva odabranog materijala. Subtraktivna izrada koristi slike iz digitalnih podataka da bi se izradio objekt (protetski rad) strojnom obradom (rezanjem/frezanjem) odnosno fizičkim uklanjanjem materijala i postizanja željene/dizajnirane geometrije objekta (4,5).

CAD/CAM tehnologija je uvedena u dentalnu protetiku u cilju točne, efikasne i „savršene“ izrade visokokvalitetnih fiksnih protetskih radova kao alternativa tradicionalnom laboratorijskom načinu izrade. Danas se u svakodnevnoj praksi naširoko koristi subtraktivni postupak, računalno potpomognut dizajn i računalno potpomognuta izrada (*computer-aided design (CAD)/computer-aided manufacturing (CAM)*) fiksnih i mobilnih protetskih radova nošenih prirodnim zubima, dentalnim implantatima i alveolarnim grebenima (5-8). Malo je kasnila primjena CAD/CAM tehnologije u izradi potpunih proteza, iako je već 90-ih godina prošlog stoljeća počeo razvoj računalno potpomognutog sustava za dizajniranje i izradu mobilnih proteza (9). Uslijedio je razvoj digitalnog otiskivanja ležišta bezubih alveolarnih grebena i prototip softverskog programa za trodimenzionalnu postavu zubi u virtualne potpune proteze (poštujući pravilo jezičnog ili neutralnog prostora) (10). Prvi pokušaj izrade potpunih proteza računalno potpomognutom tehnologijom (*rapid prototyping*) dogodio se i objavljen je 2012. godine (11). Dvije godine poslije (12) prikazana je CAD/CAM metoda

izrade potpunih proteza upotrebom AvaDent CAD/CAM sustava koji je omogućio izradu proteza u dva klinička posjeta. U prvom posjetu uzeti su otisci, određen međučeljusni odnos i odabrani zubi za bezubog pacijenta; a u drugom posjetu su predane gotove potpune proteze. Otad se na tržištu pojavilo više proizvođača (npr., Ceramill Full Denture System, DENTCA; Baltic Denture System; Wieland Digital Denture) za izradu CAD/CAM potpunih proteza (13, 14).

Postupak izrade AvaDent CAD/CAM potpunih proteza

Izrada potpunih proteza uz pomoć CAD/CAM tehnologije nosi sa sobom određene specifičnosti u smislu redoslijeda kliničko laboratorijskih faza te instrumentarija, opreme i materijala (AvaDent sustav (15)) potrebnih za izvedbu. Na Slici 1. prikazana pacijentica s bezubim alveolarnim grebenima kod koje je indicirana izrada potpunih proteza.



Slika 1. Prikaz potpuno bezubih alveolarnih grebena.

AvaDent CAD/CAM sustav je osmišljen tako da se u što manje posjeta (dva do tri posjeta) izrade potpune proteze. Za to je osigurana oprema: set (termoplastičnih) otisnih žlica

(različitih veličina), otisni elastični materijali (različite konzistencije: od gušće prema rjeđoj konzistenciji); gornje i donje zagrizne šablone (različitih veličina) za određivanje međučeljusnih odnosa te dodatni alati poput naljepnica s različitim veličinama zubi (za odabir veličine i oblika zuba); toplomjer, pomična mjerka, odvijač i libela (razulja) (Slika 2).



Slika 2. AvaDent oprema za izradu potpunih CAD/CAM proteza.

Termoplastične žlice (Slika 3) se odaberu prema veličini bezubih alveolarnih grebena i prilagode se (individualiziraju) u ustima pacijenta prema veličini površine budućeg ležišta potpunih proteza. Žlice se zagrijevaju u toploj vodi, razmekšane unose na bezube grebene i prilagođavaju obliku bezubog grebena. Rubovi termoplastične žlice trebaju završavati u anatomskim granicama površine ležišta poštujući granicu pomične – nepomične sluznice,

zaobilazeći pomične sluznične nabore i pazeći na hvatišta žvačne i mimične muskulature, posebice oko ležišta donjeg bezubog grebena (testiranje žlice).



Slika 3. Prilagodba termoplastične žlice prema bezubom alveolarnom grebenu – zagrijavanje žlice u vrućoj vodi.

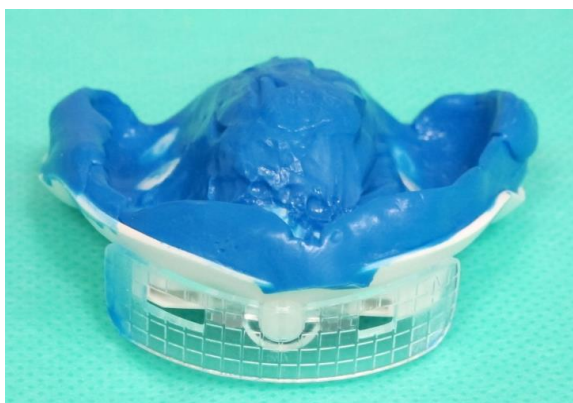
Slijedi uzimanje definitivnog ili funkcijskog otiska prema zakonitostima tradicionalnog uzimanja funkcijskog otiska uz postizanje fenomena prisisavanja i ventilnog učinka. To se postiže tako da se prvo na rubove i unutrašnjost termoplastične žlice nanese elastični materijal tvrđe konzistencije za dobivanje ventilnog ruba (oblikovanje) koristeći aktivne i pasivne kretnje. Potom se elastičnim materijalom srednje konzistencije otisne cijela površina ležišta buduće proteze, a funkcijski otisak se završi elastičnim materijalom rijetke konzistencije kako bi se što točnije registrirala površina ležišta, rezilijencija sluznice i dobio što bolji ventilni učinak (Slika 4).



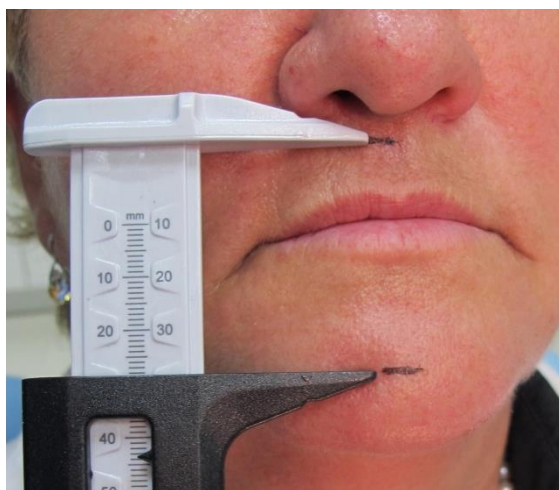
Slika 4. Funkcijski otisci gornje i donje bezube čeljusti.

Nakon funkcijskog otiskivanja slijedi klinička faza određivanja vertikalnog i horizontalnog međučeljusnog odnosa tijekom istog posjeta pacijenta. Za to su poslužile zagrizne šablone (*anatomical measuring device*, Slika 5.) koje su podložene elastičnim materijalom da bi što bolje i stabilnije ležale na bezubim alveolarnim grebenima. Na gornjoj zagriznoj šablوني nalazi se kolčić, a na donjoj zagriznoj šablوني pločica. Donja trećina lica ili visine okluzije (vertikala) rekonstruira se uz pomoć položaja fiziološkog mirovanja određenog na pacijentu (Slika 6.). Slika 7. prikazuje regulaciju visine kolčića odvijačem do željene visine okluzije. Horizontalni međučeljusni odnos uspostavlja metodom Gotskog luka ili crteža strjelice koji nastaje kada pacijent otvara - zatvara usta te izvodi lateralne i protruzijske kretnje. Tijekom

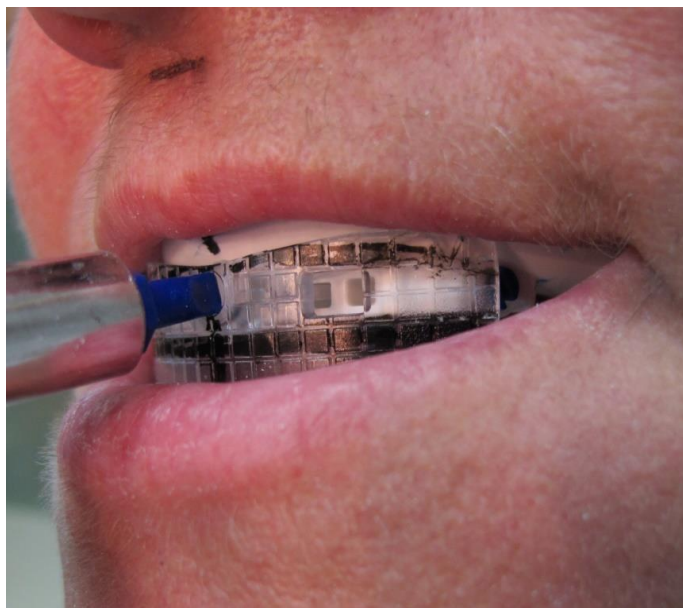
kretnji donje čeljusti između kolčića i pločice na zagriznim se šablonama postavi tanki artikulacijski papir. Nakraju, na pločici donje zagrizne šablone ostane crtež strjelice u čijem se vrhu projicira sjecište svih kretnji donje čeljusti, što ujedno predstavlja referentni položaj centrične relacije.



Slika 5. Gornja zagrizna šablona – podložena elastičnim materijalom.



Slika 6. Kliničko određivanje vertikalne dimenzije – položaj fiziološkog mirovanja.



Slika 7. Namještanje visine okluzije na zagriznim šablonama.

Na gornjoj zagriznoj šablوني provjeri se i označi orijentacija protetske plohe i sredina lica. Budući da u standardnom setu AvaDent sustava postoje naljepnice s različitim veličinama i oblicima zubi, na prednji se dio gornje šablone odabere i zalijepi adekvatna naljepnica za dotičnog pacijenta (Slika 8).



Slika 8. Određivanje oblika i veličine zuba - naljepnica.

Na opisani način, određene međučeljusne odnose treba još samo fiksirati, što se može učiniti nanošenjem elastičnog materijala tvrđe konzistencije obostrano u bočnim predjelima zagriznih šablona (Slika 9). Slika 10. prikazuje spojene zagrizne šablone koje su zajedno s funkcijskim otiscima gornje i donje bezube čeljusti spremne za postupak skeniranja.



Slika 9. Fiksiranje zagriznih šablona u ustima pacijenta.



Slika 10. Spojene zagrizne šablone – određeni međučeljusni odnosi.

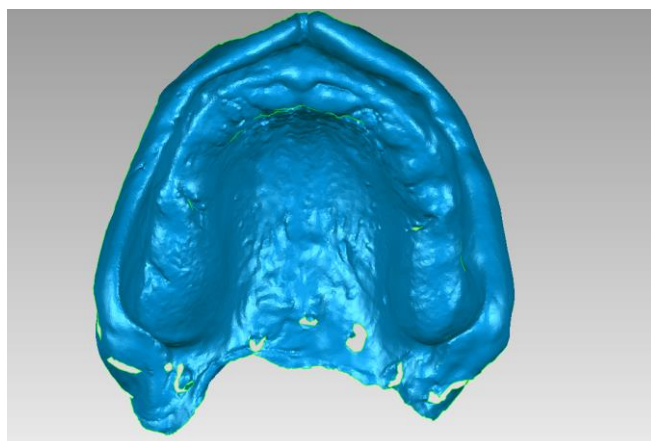
Prema tome, tijekom jednog posjeta bezuboj su pacijentici odrađeni definitivni otisci i određeni međučeljusni odnosi, oblik, veličina i boja zubi. Dio kliničkog i laboratorijskog rada,

specifičan za tradicionalan način izrade potpunih proteza, izostaje. Nema anatomskih otisaka alginatom ni odlijevanja sadrenih modela za izradu individualnih žlica, ne izrađuju se individualne žlice i nema odlijevanja radnog sadrenog modela na kojem se izrađuju zagrizne šablone. Definitivni otisci i spojene zagrizne šablone su poslani poštom u AvaDent centar u Nizozemskoj (Ava Dent™, Global Dental Service Europe, Tilburg, Nizozemska), a lasersko skeniranje je obavljeno na 3D laboratorijskom skeneru (Slika 11).

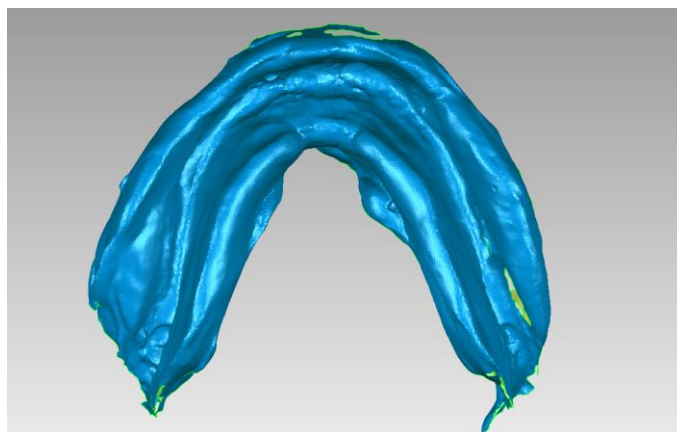


Slika 11. Postupak laboratorijskog skeniranja funkcijskog otiska i zagriznih šablona.

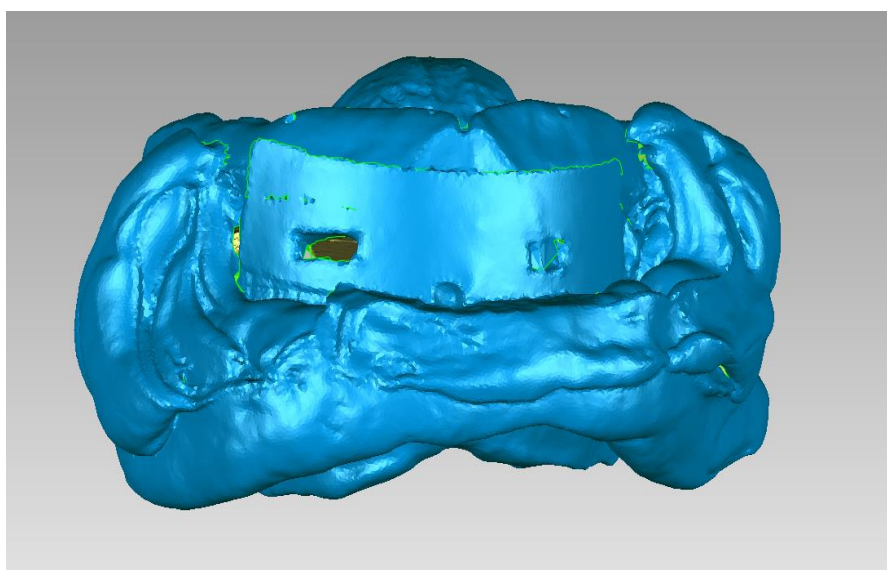
Podaci o skeniranim otiscima (Slike 12 i 13) i zagriznim šablonama (Slika 14) su prevedeni u stereolitografske (STL, *Standard Tessellation Language* ili *Standard Triangle Language*) podatke koji su poslani u CAD softver (AvaDent Connect softver) na temelju čega su dobiveni trodimenzionalni digitalni modeli bezubih alveolarnih grebenova.



Slika 12. Skeniran gornji funkcijski otisak.

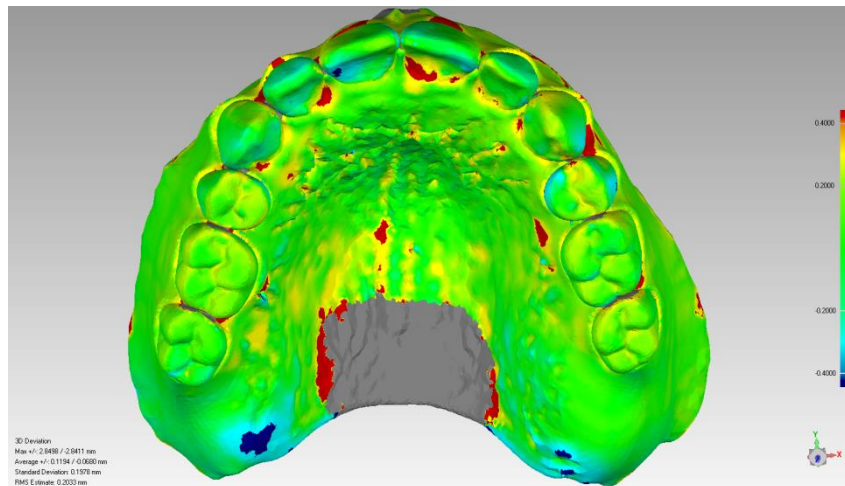


Slika 13. Skeniran donji funkcijski otisak.

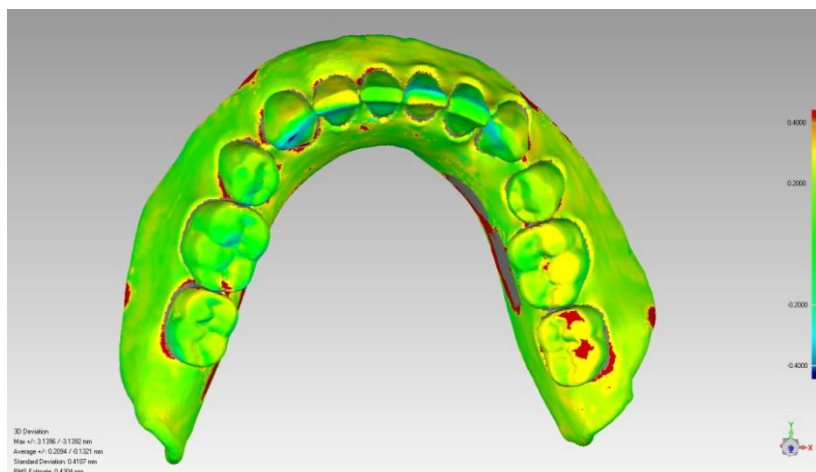


Slika 14. Skenirane spojene zagrizne šablone.

Na takvim je virtualnim modelima bezubih alveolarnih grebenova bilo moguće u CAD softveru (AvaDent Connect) dizajnirati izgled potpunih proteza (baza proteze plus postava zubi) (Slike 15 i 16).



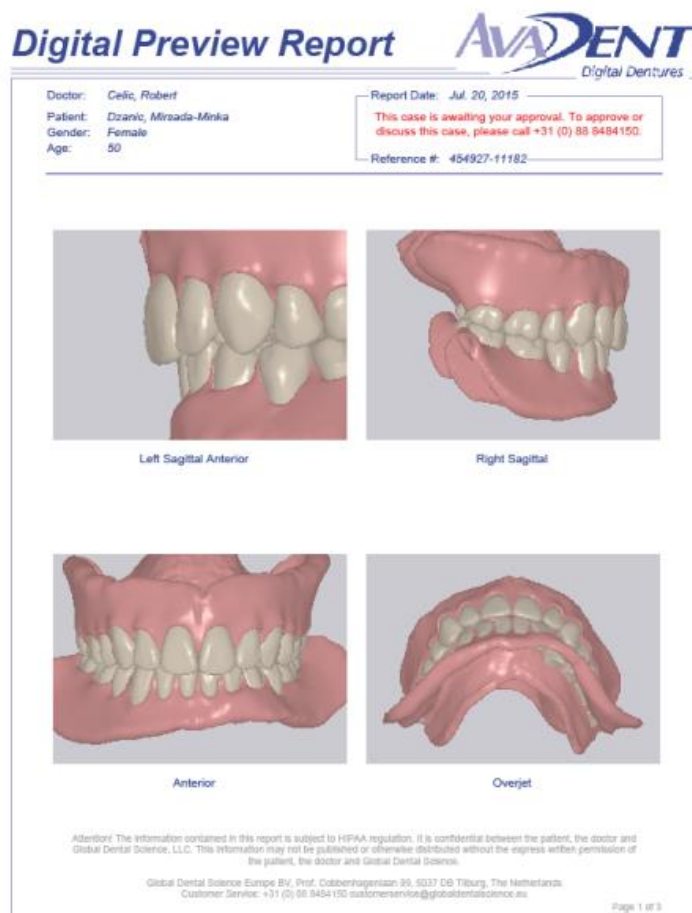
Slika 15. Virtualni dizajn gornje potpune proteze.



Slika 16. Virtualni dizajn donje potpune proteze.

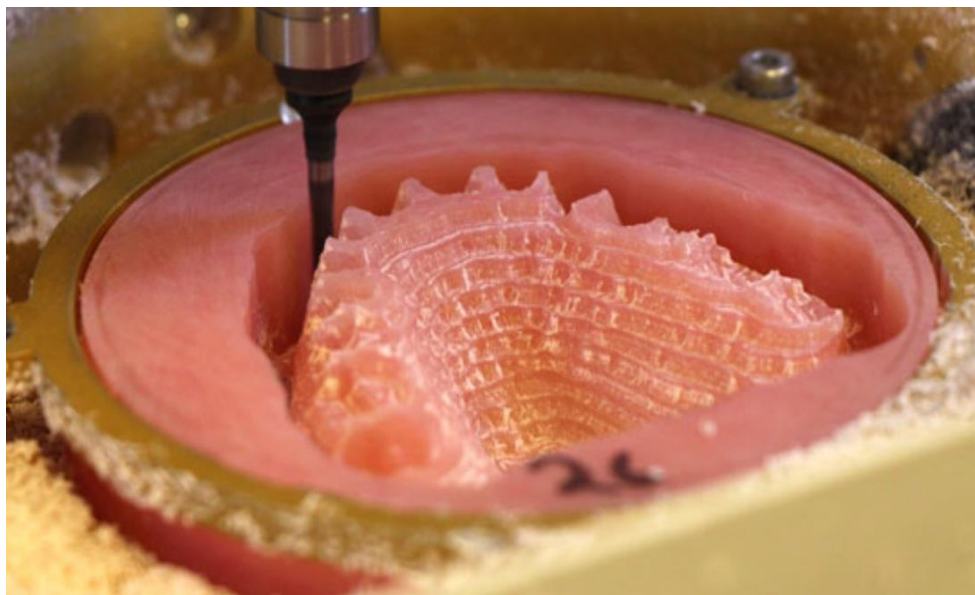
Prije sljedeće faze, završne izrade potpunih proteza u CAM jedinici, iz AvaDent centra u Nizozemskoj poslan je dizajn potpunih proteza na pregled i provjeru (*Digital Preview Report*, Slika 17). U toj su se fazi, osim samog digitalnog izgleda potpunih proteza, mogli vidjeti

oblik i veličina odabranih zubi kao i o svemu raspraviti s pacijenticom prije nego što se AvaDent centru pošalje završna potvrda da se proteze završe.



Slika 17. Digitalni izgled potpunih proteza – pregled.

Nakon potvrde da se završe proteze, dizajnirane virtualne potpune proteze su eksportirane uz pomoć CAM softvera u CAM jedinicu (glodalica) gdje je prema virtualnom dizajnu iz prepolimeriziranog akrilatnog bloka (diska) izglodana/izfrezana baza proteze s ležištima (Slika 18). U ležišta pripremljenih baza potpunih proteza su se potom postavljali/lijepili odabrani tvornički akrilatni zubi (npr., SR Vivodent DCL, Ivoclar Vivadent, Lihtenštajn).



Slika 18. Freziranje akrilatnog bloka u glodalici – priprema baze potpune proteze.

Treba napomenuti da AvaDent sustav ima mogućnost da se nakon dizajniranja potpunih proteza iz akrilatnog diska izgledaju zajedno baza proteze i akrilatni zubi (nema lijepljenja akrilatnih zubi u bazu proteze – ova tehnika je korištena u našem slučaju). Na Slikama 19 i 20 vidi se izgled potpunih proteza prije njihove probe u ustima pacijenta. Provjeravali su se standardni parametri poput dosjeda proteza na ležište, retencije, stabilizacije, okluzijskih odnosa u maksimalnoj interkuspidaciji i kretnjama donje čeljusti, estetika te fonacija. Završni izgled digitalno izrađenih potpunih proteza vidi se na Slikama 21 do 23. Pacijentici su dane upute o održavanju potpunih proteza. Također je obaviještena da će vjerojatno trebati po potrebi ponovno doći u ordinaciju zbog mogućih korekcija preekstendiranih rubova proteze i provjere okluzijskih dodira među zubima. AvaDent CAD/CAM sustav za izradu mobilnih proteza daje mogućnost izrade potpunih proteza u dva posjeta. Ova pacijentica je morala doći jednom više jer je kliničar tražio da se napravi proba postave zubi. Time se željelo provjeriti jesu li međučeljusni odnosi bili dobro postavljeni, je li interkuspidacija adekvatna i je li

pacijentica zadovoljna estetskim rezultatom prije nego što se završi proteza (lijepljenja akrilatnih zuba u ležišta baza potpunih proteza i njihove završne obrade (poliranja)) (15, 16).



Slika 19. Završni izgled gornje potpune proteze – prije provjere u ustima.



Slika 20. Završni izgled gornje potpune proteze – prije provjere u ustima.



Slika 21. Predaja gotovih potpunih proteza u ustima – provjera dosjeda, retencije, stabilizacije, estetike.



Slika 22. Završan izgled pacijentice s potpunim protezama.



Slika 23. Završan izgled pacijentice s potpunim protezama (osmjeh).

Trodimenzionalno ispisane (printane) potpune proteze

Osim subtraktivne izrade digitalnih potpunih proteza, koja je upravo opisana, postoji još jedan tehnološki način izrade potpunih proteza upotrebom aditivne izrade poput trodimenzionalnog ispisa ili printanja potpunih proteza. Skeniranje definitivnih otisaka i zagriznih šablona, dizajniranje digitalnih potpunih proteza na virtualnim radnim modelima pomoću specijaliziranog CAD softvera radni su postupci koji su primjenjivi za oba tipa izrade. Kad je gotov dizajn potpune proteze, kod aditivne izrade, podaci se eksportiraju u trodimenzionalni pisač (printer) koji u propisanoj proceduri ispisuje potpune proteze. Primjerice, može se koristiti tekući materijal za ispis/printanje u obliku monomera na bazi estera akrilatne smole. Baza proteze se ispisuje u vertikalnom smjeru s debljinom sloja 100 µm po sloju što se može softverski odrediti, odnosno programirati (14, 17, 18).

Zaključak

Konvencionalni se način izrade akrilatnih potpunih proteza posljednjih stotinjak godina može smatrati klinički predvidljivim terapijskim modalitetom (19). Konvencionalni postupak izrade potpunih proteza u studijskom preddiplomskom i diplomskom integriranom programu našeg Fakulteta, kao i u doktrini i kliničkom radu Zavoda za mobilnu protetiku, sastoji se u prosjeku od sedam dolazaka/posjeta potpuno bezubih pacijenata u ordinaciju: 1) status i anamneza bezubog pacijenta (ispunjavanje prijedloga za zdravstveno osiguranje); 2) uzimanje anatomskih otisaka; 3) uzimanje funkcijskih otisaka; 4) određivanje međučeljusnih odnosa; 5) proba postave prednjih zubi u vosku; 6) proba postave stražnjih zubi u vosku; 7) predaja gotovih potpunih proteza + kontrolni pregledi (korekcije). Prema tome, ovakav protokol je glomazan, troši mnogo vremena, kliničaru, zubnom tehničaru, ali i bezubim pacijentima koji najčešće imaju više medicinskih dijagnoza ili su institucionalizirani (žive u staračkim domovima). Modificirani klinički protokol kroz koji se izrađuju digitalne potpune proteze uz

pomoć računalno potpomognutih tehnologija značajno je smanjio ukupno vrijeme liječenja, broj posjeta bezubih pacijenata u ordinaciju te količinu i cijenu laboratorijskog rada. Dodatna je prednost da se digitalno izrađene potpune proteze mogu u budućnosti reproducirati/duplicirati jer u računalu ostaju digitalni podaci/dizajn, što je vrlo korisno za gerijatrijske i institucionalizirane pacijente ako izgube postojeće proteze (5, 20).

Nove tehnologije stalno i progresivno rastu. Poboľšavaju se metode sakupljanja (*data acquisition*) i konverzije podataka (npr., konverzija dicom formata u stl format), unaprjeđuju CAD i CAM softveri za dizajniranje i izradu, usavršavaju radne jedinice za izradu (npr., glodalice i pisaiči) sa ciljem što točnije izrade protetskih radova (ne samo potpunih proteza).

Zaključno, potpune proteze se osim konvencionalnim načinom izrade mogu izraditi aditivnim i subtraktivnim metodama. Budući da je riječ o korištenju novih tehnoloških postupaka, potrebno je vrijeme i veći broj znanstvenih studija o efikasnosti, točnosti izrade, percepciji pacijenata, kliničkoj isplativosti i biološkoj podnošljivosti „novih digitalnih potpunih proteza“ u odnosu prema „starima, tradicionalno izrađenima“.

Digitalne CAD/CAM proteze (što je vidljivo u ovome prikazu korištenja AvaDent sustava) glodaju se u glodalici iz prepolimeriziranih akrilatnih blokova (diskova) koji su proizvedeni pod visokom temperaturom i pritiskom. U odnosu na konvencionalne akrilatne potpune proteze proizvedene kivetiranjem akrilatnog tijesta, u akrilatnim se blokovima (diskovima) ne događa polimerizacijska kontrakcija, poroznost je smanjena, a udio zaostatnog monomera je manji, što za posljedicu ima smanjeno nakupljanje *Candida albicans* u bazi proteze (12, 15, 21). Frezane potpune proteze pokazuju izrazito točan dosjed na ležište bezubih grebena, vrlo dobar efekt prisisavanja i ventilnog učinka (retencija), što se uglavnom pripisuje smanjenoj polimerizacijskoj kontrakciji akrilatnih diskova i velikoj točnosti otiskivanja/skeniranja ležišta laboratorijskim skenerom (5,16-18, 20,21-25).

Ne treba zanemariti ni činjenicu da bezubi pacijenti reagiraju pozitivno i s većom razinom zadovoljstva na novi način izrade potpunih proteza (24, 26, 27).

Dodatan, pozitivan efekt u primjeni CAD/CAM sustava za izradu potpunih proteza je mogućnost kombiniranja konvencionalnih kliničkih postupaka s digitalnim postupcima. Anatomske otiske, funkcijske otiske i određivanje međučeljskih odnosa mogu se odraditi na klasičan način u suradnji sa zubotehničkim laboratorijom, a preostali radni postupci u smjeru digitalizacije otisaka i zagriznih šablona, završne izrade potpunih proteza odraditi sa CAD/CAM centrom.

Novi digitalni način izrade potpunih proteza u odnosu na konvencionalni ima određene razlike/potencijalne nedostatke, posebice važne iz gledišta studenata dentalne medicine zbog „preskakanja“ određenih kliničkih i laboratorijskih faza. Iz toga proizlazi da je ova tehnologija odmah primjenjiva samo iskusnim doktorima dentalne medicine, zubnim tehničarima i specijalistima protetičarima. S druge strane, mlađe generacije su tehnološki naprednije, pa „preskakanja“ možda ne predstavljaju nedostatak nego prednost i jednostavnu činjenicu da je potpune proteze moguće napraviti u manje posjeta i na drugačiji način.

Budući da je riječ o izradi protetskog rada na daljinu, prilikom kojeg je potrebna fizička (putem pošte zbog slanja otisaka i zagriznih šablona) i elektronička (online) komunikacija doktora dentalne medicine i CAD/CAM centra, greške na razini kliničkog rada (npr. pogrešno određeni međučeljski odnosi u ustima pacijenta čak i za iskusnog kliničara) produžuju izradu potpunih proteza, broj posjeta bezubog pacijenta, itd. Ovime se samo naglašava svjesnost kliničara da mora biti vrlo siguran u izvedbu kliničkih postupaka poput uzimanja definitivnih otisaka, određivanja međučeljskih odnosa i potvrde nakon pregleda digitalnog izvješća o izgledu potpunih proteza da se završi njihova izrada. Udaljenost između kliničara i CAD/CAM centra će se riješiti njihovim fizičkim približavanjem što će se vjerojatno dogoditi

vrlo brzo u budućnosti. Primjena trodimenzionalnog printera u izradi potpunih proteza je već poništila problem udaljenosti.....

Nedostatak CAD/CAM izrade virtualnih potpunih proteza je visoka cijena koštanja posebice za tržišta poput našeg. To je gotovo pravilo kod uvođenja novih tehnologija u proizvodnju koje se na tržištu vremenom cijena izregulira povećanjem konkurencije.

Literatura

1. Murray MD, Darvell BW. The evolution of the complete denture base. Theories of complete denture retention. A review. Part 1. Aust Dent J. 1993;38:216-9.
2. Kraljević K. Potpune proteze. Areagrafika, Zagreb, 2000.
3. Kanazawa M, Inokoshi M, Minakuchi S, Ohbayashi N. Trial of a CAD/CAM system for fabricating complete dentures. Dent Mater J. 2011;30:93-6.
4. Dankwort CW, Weidlich R, Guenther B, Blaurock JE. Engineers' CAx education-it's not only CAD. Computer-Aided Design. 2004;36:1439-50
5. 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;109:361-6.
6. The glossary of prosthodontics terms. J Prosthet Dent. 2005;94:20-1.
7. van Noort R. The future of dental devices is digital. Dent Mater. 2012;28:3-12.
8. Wimmer T, Gallus K, Eichberger M; Stawarczyk B. Complete denture fabrication supported by CAD/CAM. J Prosthet Dent. 2016;115:541-6.
9. 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.
10. Goodacre CJ, Garbacea A, Naylor WP, Daher T, Marchack CB, Lowry J. CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods of obtaining required morphological data. J Prosthet Dent. 2012;107:34-46.
11. Inokoshi M, Kanazawa M, Minakuchi S. Evaluation of a complete denture trial method applying rapid prototyping. Dent Mater J. 2012;31:40-6.

12. Infante L, Yilmaz B, McGlumphy E, Finger I. Fabricating complete dentures with CAD/CAM technology. *J Prosthet Dent.* 2014;111:351-5.
13. Kattadiyil MT, Goodacre CJ, Baba NZ. CAD/CAM complete dentures: a review of two commercial fabrication systems. *J Calif Dent Assoc.* 2013;41:407-16.
14. Baba NZ, AlRumaih HS, Goodacre BJ, Goodacre CJ. Current techniques in CAD/CAM denture fabrication. *Gen Dent.* 2016;64:23-28.
15. AvaDent Digital Dentures; Global Dental Science LLC. Dostupno na: <http://www.avadent.com>.
16. Muhić A. CAD/CAM izrada potpune proteze. Diplomski rad. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2015.
17. Kalberer N, Mehl A, Schimmel M; Müller F, Srinivasan M. CAD-CAM milled versus rapidly prototyped (3-D printed) complete dentures: An in vitro evaluation of trueness. *J Prosthet Dent.* 2019;121:637-43.
18. Wang C, Shi Y-F, Xie P-J, Wu J-H. Accuracy of digital complete dentures: A systematic review of in vitro studies. *J Prosthet Dent.* 2020;27:S0022-3913(20)30047-0. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.01.004.
19. Jacob RF. The traditional therapeutic paradigm: complete denture therapy. *J Prosthet Dent.* 1998;79:6-13.
20. Srinivasan M, Cantin Y, Mehl A, Gjengedal H, Müller F, Schimmel M: CAD/CAM milled removable complete dentures: an in vitro evaluation of trueness. *Clin Oral Invest.* 2017;21:2007-19.
21. Janeva N, Kovacevska G, Janev E. Complete Dentures Fabricated with CAD/CAM Technology and a Traditional Clinical Recording Method. *Open Access Maced J Med Sci.* 2017;5:785-9.

22. McLaughlin JB, Ramos V Jr. Complete denture fabrication with CAD/CAM record bases. *J Prosthet Dent* 2015;114:493-7.
23. Goodacre BJ, Goodacre CJ, Baba NZ, Kattadiyil MT. Comparison of denture base adaptation between CAD/CAM and conventional fabrication techniques. *J Prosthet Dent*. 2016;116:249-56.
24. Kattadiyil MT, Jekki R, Goodacre CJ, Baba NZ (2015) Comparison of treatment outcomes in digital and conventional complete removable dental prosthesis fabrications in a predoctoral setting. *J Prosthet Dent*. 2015; 114:818–25.
25. Yoon H-I, Hwang H-J, Ohkubo C, Han J-S, Park E-J. Evaluation of the trueness and tissue surface adaptation of CAD-CAM mandibular denture bases manufactured using digital light processing. *J Prosthet Dent*. 2018;120:919-26.
26. Saponaro PC, Yilmaz B, Johnston W, Heshmati RH, McGlumphy EA. Evaluation of patient experience and satisfaction with CAD-CAM-fabricated complete denture: a retrospective survey study. *J Prosthet Dent*. 2016;116:524-8
27. Schwindling FS, Stober T. A comparison of two digital techniques for the fabrication of complete removable dental prostheses: A pilot clinical study. *J Prosthet Dent*. 2016;116:756-63.