

Primjena CAD/CAM sustava u dentalnoj medicini

Merima Balić¹Izv. prof. dr. sc. Amir Čatić²

[1] studentica 5. godine

[2] Zavod za fiksnu protetiku, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

CAD/CAM sustavi (Computer Aided Design i Computer Aided Manufacturing) predstavljaju danas široko rasprostranjenu tehnologiju čiji počeci datiraju još iz 1980-ih. Značajnu primjenu ova tehnologija danas nalazi u estetskoj stomatologiji, stomatološkoj protetici i implantoprotetici. Sam naziv predstavlja skraćenicu riječi koje opisuju proces izrade protetskog nadomjestka koji se odvija kroz računalno potpomognuto dizajniranje i izradu (1).

Osim u dentalnoj medicini koriste se u medicini (ortopediji i traumatologiji), arhitekturi, automobilskoj industriji, dizajnu i mnogim drugim granama industrije. U dentalnoj medicini CAD/CAM tehnologija je svoje mjesto našla prvo u dentalnim laboratorijima, a razvojem tehnologije i dentalnih materijala nalazi svoje mjesto izravno u ordinaciji.

Jedan od najstarijih sustava koji je otvorio prostor primjene u dentalnoj medicini i danas dostupan na tržištu je CEREC sustav, tvrtke Sirona. Skraćenica dolazi od punog naziva „Chairside Economical Restauration of Esthetic Ceramics“. Ideja o CEREC-u javila se početkom 1980. godine na temelju istraživanja s kompozitnim inlejkama kao alternativom za direktne kompozitne ispune u području lateralnih zuba. Razvojno razdoblje uređaja CEREC 1 trajalo je do 19. rujna 1985. kada je on prvi put neposredno primijenjen u ordinaciji („chairside“), uzet je prvi optički otisak kaviteta za inlejš, te je konstruiran prvi CEREC inlejš koji je obrađen i odmah adhezivno cementiran (1).

Razvojem tehnologije i pojavom suvremenih CAD/CAM sustava stomatolozi

moгу dizajnirati širok spektar nadomjestaka – krunica, inlejša, onlejša, ljuski i mostova. Proces izrade je jedinstven i jednostavan: „klik po klik“ do gotove restauracije. „Klikom“ na ikonu, stomatolog pokreće proces digitalnog uzimanja otiska. Nakon skeniranja preparacije, susjednih zuba i antagonista u ustima pacijenta, na monitoru se pojavljuje digitalni model. Uz pomoć automatskog pronalaženja margina, stomatolog definira granice preparacije, određuje smjer unošenja – i „klikom“ generira restauraciju koja je specifična za svakog pacijenta. Prijedlog krunice se može modificirati uz pomoć dodatnog alata za dizajn. Kada je stomatolog zadovoljan izgledom, podaci se opet jednim „klikom“ šalju u glodalicu. *Software* analizira susjedne zube i antagoniste i na osnovu tih podataka rekonstruira okluzalnu plohu. Nakon glodanja iz bloka gradivnog materijala, nadomjestak se isproba u ustima pacijenta, usklade okluzijski i artikulacijski kontakti, eventualno pigmentira i konačno glazira te se može odmah cementirati. Stomatolog ima kontrolu nad kompletnim procesom rada i pacijentu nudi brzu, estetsku restauraciju visoke tehnologije i preciznosti.

Donedavno su svi sustavi za kompjuterski dizajn bili zasnovani na dentalnim datotekama sačinjenim od informacija o različitim tipovima zuba. Konvencionalni CAD/CAM programi pronalazili su u arhivi podataka zub koji je najslbližnji potrebnoj restauraciji i na osnovi toga davali inicijalni prijedlog. Ovakav način odabira bio je nedovoljno individualiziran uz potrebu za dodatnim prepravkama. *Software* verzija iz 2010. godine, CEREC 3D V 3.80 bila je prva

koja je omogućila kreiranje potpuno individualnog nadomjestka. Kao parametar se više nije koristila baza podataka, već se vršilo „usnimavanje“ individualne okluzije, a zatim se pristupalo analizi okluzije na najširoj osnovi putem matematičkih funkcija.

Općenito, razlikujemo dvije vrste CAD/CAM sustava: za rad u laboratoriju („inLab“) i za rad direktno u ordinaciji („chairside“ sustavi).

„InLab sustav“ zahtijeva korištenje dentalnog laboratorija. Nakon preparacije zuba stomatolog uzima otisak suvremenim otisnim materijalima. U laboratoriju tehničar izlivanjem otiska dobiva sadreni model. Potom se koristeći skener koji najčešće ima laserski čitač bataljak na modelu skenira, a kompjutorski program sam dizajnira oblik budućeg nadomjestka. Ukoliko bataljci nisu idealno izbrušeni neki sustavi omogućuju skeniranje voštanog modela (kojeg je izradio tehničar), nakon čega se nastavlja s glodanjem i izradom nadomjestka.

„Chairside sustav“ za razliku od prethodnog ne zahtijeva standardno uzimanje otiska, nego se bataljci skeniraju izravno u ustima pacijenta. To se vrši pomoću 3D kamere koja omogućuje izuzetno precizan otisak u tri dimenzije, a snimiti se mogu i zubi u suprotnoj čeljusti. Podatci dobiveni kamerom se kompjutorski procesuiraju. Pomoću *software*-a odrede se rubovi preparacije, podminirana mjesta se virtualno zatvore i informacije se šalju u CAD-CAM aparat za glodanje. Time se postupak znatno ubrzava, a vjerojatnost nastanka pogrešaka se smanjenjem faza rada svodi na minimum (2).



Slika 1. Amann Girrbach Ceramill CAD/CAM sustav. Preuzeto iz 3.

Pregled karakteristika pojedinih sustava

Amann Girrbach – Ceramill CAD/CAM sustav

Ceramill CAD/CAM sistem je vrlo jednostavan za rad s mogućnošću izrade protetskih radova iz raznih materijala. Sastoji se od skenera, software-a i glodalice.

Automatski skener skenira sadreni model. Karakteristike automatskih skenera su brzo, precizno i vrlo jednostavno skeniranje te mogućnost skeniranja modela gornje i donje čeljusti kao što je artikulirano u artikulaturom pomoću prijenosnog ključa koji je kalibriran sa Artex artikulaturom. Skener je opremljen Splitex sistemom pločica isto kao Artex artikulatur što omogućuje brzu izmjenu radnih modela (Slika 1).

Software-ska reprodukcija Artex artikulatura (virtualni artikulatur) omogućuje bržu, jednostavniju i što je najvažnije, precizniju izradu radova iz svih vrsta materijala.

Indikacije: inlay, onlay, ljuste, potpune anatomske krunice, teleskopi, individualni abutmenti, privremeni nadomjestci.

Moguća je primjena sustava u ordinaciji i laboratoriju. U mreženi sustav omogućuje i primjenu tzv. *state of the art* tehnologije gdje proizvodnju kontroliraju specijalno obučeni inženjeri i tehničari (2).

Materijali: Ceramil sintron (CoCr), Ceramil zolid (zirconia), hibridna keramika (kombinacija kompozita i keramike koja omogućava dobro podnošenje opterećenja na stražnjim zubima uz minimalno brušenje za krunice, inleje, onleje); staklokeramika; litij-disilikatna keramika; vosak; titan; kompozit, akrilat (3).

Kavo – Everest i Arctica CAD/CAM sustavi

Arctica CAD/CAM sustav za rad u laboratoriju ili ambulanti. Sastoji se od 3D skenera, glodalice i Kavo multiCad software-a. Moguća je i primjena intraoralnog skenera uz sinkronizaciju podataka sa multi Cad software-om.

Everest CAD/CAM inLab sustav sastoji se od skenera, glodalice i peći za sinteriranje (Slika 2).

Skener je visoko precizan i omogućuje skeniranje za izradu različitih nadomjestaka, od inleja, ljusti, krunica do mosnih konstrukcija od 14 članova.

Širok izbor materijala, kako za privremene nadomjestke, tako i za metalne konstrukcije: staklokeramika, litij-disilikatna, cirkonij oksidna, Co Cr legura, titan, akrilat za privremene nadomjestke.

Indikacije: inlay, onlay, ljuste, potpune krunice, potpuno keramičke jezgre, mostovi i skelet mostova, inlay mostovi, Maryland mostovi, abutmenti, teleskopske krunice (4).

Nobel Biocare – Procera CAD/CAM sustav

Procera sustav omogućuje izradu visoko kvalitetnih konvencionalnih nadomjestaka (krunice, inlay, onlay, ljuste), kao i protetske rekonstrukcije na implantatima (od krunica do mostova širokih raspona).

Materijali koje sustav koristi su cirkonij oksid, aluminij oksidna keramika i titan.

Proces izrade započinje brušenjem zuba i uzimanjem otiska. Nakon toga se otisak u laboratoriju skenira NobelProcera skenerom. Uz pomoć „cutting edge“ softwarea dizajnira odgovarajući oblik nadomjestaka. Po završetku podatci se internetom proslijede u tvornicu (Nobel Biocare production facility) gdje glodalice precizno oblikuju jezgru koja se potom šalje natrag u laboratorij. Tehničar nanošenjem keramike do konačnog anatomske morfološke izgleda oblikuje nadomjestak u skladu s izgledom i



Slika 2. Kavo Everest CAD/CAM sustav. Preuzeto iz 5.



Slika 3. Sirona dental CEREC CAD/CAM sustav. Preuzeto iz 6.

bojom susjednih zuba. Potom se gotov rad šalje u ordinaciju, spreman za cementiranje.

Stomatolozi koji koriste Procera proizvode imaju podršku široke mreže rasprostranjene po cijelom svijetu. Osim triju automatiziranih proizvodnih pogona Procera proizvoda, postoji i 4000 laboratorija u 75 država koje također nude podršku (5).

Sirona dental – CEREC CAD/CAM sustav

Novi CEREC 4 sustavi se sastoje od Omnicam skenera, glodalice i *softwarea*. Omnicam skener omogućuje 3D prikaz u prirodnoj boji bez korištenja praha. Tijekom snimanja program sugerira namještanje skenera za prikaz svih potrebnih detalja preparacije (active feedback).

Najnoviji CEREC 4.3 *software* je jednostavan za rukovanje i upravljanje. Posjeduje virtualni artikulatorkoji u obzir uzima i dinamiku kretanja mandibule pri konstruiranju adekvatne okluzalne morfologije.

Glodalica koristi karbidna brusila, što je povoljnije za izradu cirkonij oksidnih nadomjestaka i smanjuje nastajanje pukotina i „chipping“, a pri obradi polimera postiže veću glatkoću (Slika 3).

Indikacije: inlay, onlay, ljustice, krunice, mostovi, abutmenti, attachment-i, teleskopi, metalni i cirkonij oksidni skelet mostova.

Materijali: cirkonij oksidna keramika,

litij-disilikatna keramika, CoCr legura, kompozit, akrilat (6, 7).

Indikacije i kontraindikacije za primjenu CAD/CAM tehnologije

Narušeni oblik i boja zuba, prirodne i stečene anomalije tvrdih zubnih tkiva, naročito na prednjim zubima, indikacija su za uporabu CAD/CAM tehnologije. Možemo reći da je estetska indikacija u odnosu na ostale opće indikacije za izradu fiksnoprotetskog nadomjestka (protetska, profilaktička, protektivna) najvažnija za primjenu ove tehnologije (8).

Kontraindikacije su vezane za stanja koja onemogućuju primjenu potpuno keramičkih sustava, kao što su bruksizam, duboki zagriz i niske kliničke krunice zuba. Relativna kontraindikacija je dob pošto obimnije brušenje može dovesti do otvaranja pulpne komorice kod mlađih osoba (9). Budući da tehnika cementiranja zahtijeva suho radno polje te zbog digitalnog otiska intraoralnom kamerom, gingivitis također predstavlja kontraindikaciju za primjenu ove tehnologije. Apsolutne kontraindikacije, kao i za druge fiksnoprotetske nadomjestke su parodontitis trećeg i četvrtog stupnja.

Principi preparacije zuba za krunicu izrađenu CAD/CAM tehnologijom

Pri preparaciji zuba poštuju se standardni principi preparacije, obujam brušenja je sličan kao za metal keramičke

nadomjestke, a ovisi o vrsti keramike iz koje se nadomjestak izrađuje.

Prosječno brušenje vestibularno iznosi 1-1,5 mm, aproksimalno 1 mm, incizalno 1,5-2 mm s konvergencijom aproksimalnih stijenki 4-6°. Preparacija na zubnom vratu je zaobljena ili pravokutna stepenica širine 0,8-1,2 mm (8).

Tehnike cementiranja

Cementiranje može biti adhezivno (kompozitnim cementom) i konvencionalno (cinkoksifosfatnim ili staklenoionomernim cementom). Adhezivna tehnika zahtijeva jetkanje zuba ortofosfornom kiselinom i pripremu nadomjestka pjeskarenjem ili jetkanjem fluorovodičnom kiselinom.

Tehnika cementiranja strojno glodanih krunica ovisi o čvrstoći keramike i translucenciji keramike koja se koristi pri izradi nadomjestka.

Keramike visoke čvrstoće (infiltracijske i polikristalične) mogu se cementirati konvencionalno ili adhezivno. Keramika niske čvrstoće (litij-disilikatna) cementira se isključivo adhezivno. Time se ostvaruje kemijska veza između zuba i nadomjestka koji čine monoblok, što omogućava rasterećenje keramike tijekom žvakanja (8).

S obzirom na translucenciju, važno je keramike visoke translucencije cementirati adhezivno jer boja cementa utječe na konačan izgled i boju samog nadomjestka. ①

LITERATURA

1. Baltzer A, Kaufmann-Jinoian V, Kurbad A, Reichel K. CAD/CAM i potpuna keramika: estetski nadomjestci u stomatološkoj praksi. Zagreb: Media ogled; 2009.
2. Patel N. Contemporary Dental CAD/CAM: modern chairside/lab applications and the future of computerized dentistry. *Compend Contin Educ Dent*. 2014;35(10):739-746
3. Amanngirrbach.com [homepage on the Internet]. North Carolina: Amann Girrbach America, Inc.; c2006 [cited 2015 Feb 15]. Available from: <https://www.amanngirrbach.com/en/products/>
4. Nobelbiocare.com [homepage on the Internet]. Switzerland: Nobel Biocare Holding AG; c2015 [cited 2015 Feb 15]. Available from: <https://www.nobelbiocare.com/dk/en/home/products-and-solutions/prosthetics/cad-cam-with-nobelprocera.html>
5. Kavo.com [homepage on the Internet]. Germany: KaVo Dental GmbH; [cited 2015 Feb 15]. Available from: <http://www.kavo.com/en/cadcam>
6. Sirona.com [homepage on the Internet]. New York: Sirona Dental Systems, Inc.; [cited 2015 Feb 15]. Available from: http://www.sironausa.com/us/products/digital-dentistry/cerec-chairside-solutions/?teaser=wel_teaser2
7. Santos GC Jr, Santos MJ Jr, Rizkalla AS, Madani DA, El-Mowafy O. Overview of CEREC CAD/CAM chairside system. *Gen Dent*. 2013;61(1):36-40.
8. Ivan Kovačić. Računalno dizajnirane strojno izrađene krunice. U: Čatović A, Komar D, Čatić A. Krunice. Zagreb: Medicinska naklada; 2015. p. 167-69.
9. Čatović A. Klinička fiksna protetika. Ispitno štivo. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 1999.