

## CAD/CAM izrada okluzijskih udlaga

Katarina Jelić, dr. med. dent.<sup>1</sup>,  
izv. prof. dr. sc. Nikša Dulčić<sup>2</sup>

[1] diplomirala u ak. god.2015./16.

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

### Uvod

Okluzijske udlage su mobilne, interokluzijski postavljene akrilatne ili gumene naprave koje pacijenti nose privremeno i kojima se mijenjaju okluzijski kontakti i funkcija donje čeljusti. Udlagama se nastoji postići ravnomjerni kontakt stražnjih zuba te centrični ili terapijski položaj donje čeljusti pomoću maksimalne interkuspidacije udlage i zuba. Terapija okluzijskim udlagama definira se kao uspostavljanje harmonije u žvačnom sustavu, stvarajući mehaničku zapreku za parafunkcijske sile. Pravilno konstruirana udlaga olakšava uzajamno zaštitivnu okluziju. Glavna je prednost terapije okluzijskim udlagama mogućnost mijenjanja okluzije bez ireverzibilnih promjena na pacijentovim zubima ili protetskim nadomjescima (1,2).

Okluzijska udlaga najčešće je terapijsko sredstvo kod liječenja artrogenih i/ili mioogenih oblika temporomandibularnih poremećaja i bruksizma. Prvu okluzijsku udlagu za liječenje miofacijalne boli predstavili su D. H. Goodwillie 1881. i H. Ritter 1884. godine, a u liječenje bruksizma uveo ju je M. Karoly 1901. godine (3).

Nekoliko je načela inicijalne terapije TMP-a pomoću okluzijskih udlaga:

povišenje unutar slobodnog interokluzijskog prostora, sprječavanje svakog preranog dodira kvržica u centričnoj relaciji ili ekscentričnim kretanjima, rasterećenje traumatiziranog tkiva čeljusnog zgloba i postavljanje zgloba u fiziološki položaj centrične relacije, zaštita zubi i zgloba od štetnih učinaka bruksizma, relaksacija spastičnih žvačnih mišića, normalizacija propriocepcije parodontalnog ligamenta te programiranje neuromuskularnog refleksa zatvaranja usta (4,2,5).

### Vrste udlaga

Različite okluzijske udlage koriste se s različitim namjenama u stomatologiji. Prema mehanizmu djelovanja, udlage mogu biti permissivne (popustljive), nepermissivne, hidrostatičke i meke silikonske. Permissivne dopuštaju zubima da nesmetano klize preko griznih i kontaktnih površina. U ovu skupinu pripadaju zagrizne ploče (prednji deprogramator, Lucia jig, prednji jig) te stabilizacijske udlage. Nepermissivne udlage posjeduju platforme ili zupce koji ograničavaju kretanje mandibule. Meke i hidrostatičke udlage (Aqualizer<sup>®</sup>, Jumar Corp) imaju ulogu razdvojiti zube. Meke udlage nemaju karakteristike potrebne za uspješnu terapiju udlagom. Te udlage mogu pogoršati

bruksizam, vjerojatno uslijed preranih stražnjih kontakata, što je povezano s činjenicom da ove udlage ne mogu imati uravnotežene dodire (2).

U raznim granama stomatologije primjenjuju se udlage. Ortodontsko liječenje udlagama provodi se u postortodontskom periodu retencije ili se čuva mjesto za nesmetano nicanje zubi. U čeljusnoj kirurgiji udlaga povezuje i stabilizira dijelove čeljusti, zubne lukove ili pojedinačne zube. U parodontologiji udlage se koriste za stabiliziranje parodontopatičnih zubi. Estetska stomatologija koristi udlage kao nosače sredstva za izbjeljivanje zuba. Udlage se mogu koristiti sa svrhom održavanja normalne prohodnosti gornjih dišnih putova (night guards), a mogu biti primjenjene i u zaštiti mekih tkiva, zubi i čeljusnih zglobova pri sportskim aktivnostima ili kod bruksizma (mouth guards). U protetici se tzv. vertikalizirajuća udlaga koristi kao privremeno sredstvo za ostvarivanje preduvjeta za definitivnu protetsku terapiju. U terapiji TMP-a koristi se više vrsta okluzijskih udlaga s različitim konstrukcijskim karakteristikama i biomehaničkim djelovanjima: relaksacijske, stabilizacijske, distrakcijske te repozicijske udlage (3).



Slika 1. Izrada udlage kivetiranjem. Ljubaznošću izv. prof. Nikše Dulčića.



Slika 2. Izrada udlage nanošenjem akrilata na foliju. Ljubaznošću izv. prof. Nikše Dulčića.

### Načini izrade okluzijskih udloga

U upotrebi je nekoliko metoda izrade okluzijskih udloga. Konvencionalnim načinima izrade pripadaju kivetiranje te nanošenje akrilata na plastičnu foliju, a najnovija metoda je proizvodnja korištenjem CAD/CAM sustava (Slike 1 i 2). Uspoređujući konvencionalnu laboratorijsku izradu okluzijskih udloga, klasičnom metodom kivetiranja i metodom nanošenja akrilata na foliju, s CAD/CAM izradom istih, do izražaja dolaze brojne prednosti računalno potpomognute izrade udloga.

### Izrada okluzijske udloge pomoću CAD/CAM sustava

CAD/CAM tehnologija označava računalom potpomognuto oblikovanje (CAD - Computer Aided Design) i računalom potpomognutu izradu (CAM - Computer Aided Manufacturing). Osim u stomatologiji, koristi se u medicini (ortopedija, maksilofacijalna kirurgija), arhitekturi, automobilskoj industriji, dizajnu i mnogim drugim granama industrije. Razvoj CAD/CAM-a u stomatologiji započinje 1971. godine s dr. Duretom. On je proizvodio krunice koristeći optički otisak, a kasnije razvija Sopha® sustav. Poslije Dureta, dr. Moermann razvija CEREC® sustav, što je skraćena od punog naziva „Chairside Economical

Restoration of Esthetic Ceramics“. Koristeći intraoralnu kameru, mjerio je veličinu kaviteta te izrađivao inlay u glodalici (6).

U stomatologiji je u širokoj upotrebi nekoliko CAD/CAM sustava: Amann Girrbach Ceramill®, Kavov Everest®, Kavov Arctica®, Nobel Biocare Procera®, Sirona dental CEREC®. U ovom članku bit će opisana izrada relaksacijske udloge korištenjem Amann Girrbach Ceramill® CAD/CAM sustava.

Ceramill® sustav sastoji se od skenera, softvera i glodalice (Slika 3). Izrada relaksacijske udloge pomoću CAD/CAM sustava počinje uzimanjem alginatnih otisaka, registrata obraznim lukom, registracije centrične relacije, ekscentričnih registrata protruzije i obje laterotruzije. Izrađuju se Giroform® modeli, a Giroform® pločica služi kao baza modela (Slika 4). Bazne pločice, sekundarne pločice i metalni diskovi mogu se koristiti više puta. Prednost Giroform® modela je kontrola ekspanzije sadre piljenjem modela. Piljenjem modela u sredini (između središnjih sjekutića) te između svaka tri sljedeća zuba, dobiju se segmenti (Slika 5). Time se kompenzira ekspanzija sadre te osigurava izvanredna točnost modela. Modeli se artikuliraju u Artex® artikulatoru prema registratu obraznim lukom te

centričnom registratu. Pomoću ekscentričnih registrata individualiziraju se kut kondilne staze, lijevi i desni Bennetov kut te se individualno podese incizalni kut pomoću incizalnog tanjurića. Pomoću Ceramill® fiksatora, koji je kalibriran s Artex® artikulatorom, artikulirani se modeli prenose u skener (Slika 6). Ceramill Map® skener prenosi modele i međučeljsne odnose u digitalni oblik u odnosu 1:1, a individualne vrijednosti kuta nagiba kondilne staze, Bennetovih kuteva i incizalnog kuta u virtualni artikulator (Slika 7) (8).

U oblikovanju i planiranju udloge koristi se Ceramill M-Splint® softver. Relaksacijska udloga izrađuje se u potprogramu Ceramill Mind® softvera u kojem se svi koraci provode automatski, a mogu se i ručno individualizirati (Slika 8) (8).

Najprije se određuje čeljust na kojoj će se udloga izraditi. Slijedi određivanje smjera uvođenja udloge prema zajedničkom protetskom ekvatoru svih zubi gornje čeljusti te automatsko popunjavanje svih potkopanih dijelova prema smjeru uvođenja udloge. Sljedeći korak je individualno označavanje oblika udloge na vestibularnim plohama zubi gornje čeljusti te na nepcu (Slika 9). Debljina udloge na najtanjem mjestu mora biti 1 mm, dok širina ekstenzije na nepcu najmanje 10



Slika 3. Amann Girrbach® CAD/CAM sustav. Preuzeto iz (8).



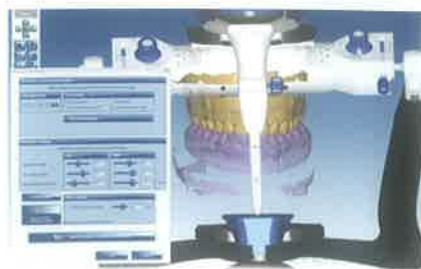
Slika 4. Giroform® modeli. Ljubaznošću izv. prof. Nikše Dulčića.



Slika 5. Piljenje Giroform® modela. Ljubaznošću izv. prof. Nikše Dulčića.



Slika 6. Prijenos artikuliranih modela pomoću fiksatora u skener. Preuzeto iz (8).



Slika 7. Skenirani modeli u virtualnom artikulatoru. Ljubaznošću izv. prof. Nikše Dulčića.



Slika 8. Određivanje granica udloge u Ceramill M-Splint® programu. Ljubaznošću izv. prof. Nikše Dulčića.

mm zbog mehaničkih svojstava materijala za izradu udlage. Potom se usklađuje oblik udlage sa smjerom uvođenja udlage i potkopanim mjestima te se dobiva definitivni oblik udlage. Nakon dobivanja definitivnog oblika udlage slijedi oblikovanje okluzijske morfologije, najprije u statičkoj, a zatim i u dinamičkoj okluziji (Slika 10). Dodire u statičkoj okluziji oblikuje softver automatski izrađujući maksimalnu površinu okluzijskih dodira udlage i zuba donje čeljusti u položaju centrične relacije. Plošni okluzijski dodiri se individualno reduciraju kako bi se dobili točkasti i to najmanje jedan, a najviše tri okluzijska dodira na udlazi po jednom zubu donje čeljusti. Za razliku od dodira u statičkoj, dodiri u dinamičkoj okluziji oblikuju se individualno. Protruziju vode prednji zubi grupno bez interferencijskih dodira na stražnjim zubima obostrano. Obje laterotruzije vode očajnici radne strane bez interferencijskih dodira na neradnim stranama. Udlaga se pozicionira u bloku i daje nalog za mokro glodanje u Ceramill Motion 2° glodalici. Za izradu udlage koristi se transparentni Ceramill splintec° PMMA blok. Udlaga je izglodana za 90 minuta (Slika 11) (7,8).

Nakon glodanja udlaga se postavlja na artikulirane sadrene modele te se provjerava točnost njezine izrade. Provjerava

se i usklađuje retencija i stabilizacija na sadrenom modelu te okluzijski dodiri u statičkoj i dinamičkoj okluziji artikulacijskom folijom debljine 8 µm (Artifoil°, Bausch, Njemačka) (Slika 12). Udlaga se preda pacijentu uz upute o nošenju i održavanju te ga se naruči na kontrolni pregled (7).

#### Zaključak

Uspoređujući konvencionalnu laboratorijsku izradu okluzijskih udlaga, klasičnom metodom kivetiranja i metodom nanošenja akrilata na foliju, s CAD/CAM izradom istih, do izražaja dolaze brojne prednosti računalno potpomognute izrade udlaga.

Postupci izlivanja radnih modela kod konvencionalne i CAD/CAM izrade udlage se razlikuju. Kod konvencionalne laboratorijske izrade udlage, izljevaju se klasični neraspiljeni modeli u tvrdoj sadri tip IV koja ima nepovoljno svojstvo ekspanzije. To se svojstvo kasnije očituje u nepreciznim modelima, odnosno nepodudaranjem stanja u ustima i na modelu. Za izradu udlage CAD/CAM načinom izljevaju se tzv. Giroform° modeli. Modeli se kao i kod konvencionalne izrade izliju u tvrdoj sadri tip IV, ali se prepile na određenim mjestima kako bi se eliminirala ekspanzija sadre. Piljenjem modela u sredini (između središnjih sje-

kutića) te između svaka tri sljedeća zuba, dobiju se segmenti. Time se kompenzira ekspanzija sadre te osigurava visoka preciznost modela. Također, ovi modeli nemaju sadreno postolje kao klasični, nego za to služi plastična pločica s metalnim pinovima. Na taj način je dodatno povećana preciznost modela jer nema ekspanzije sadre postolja (4,7,8).

Kod konvencionalne izrade velik je utrošak vremena na ispitivanje potkopanih područja u paralelometru i ispunjavanje podminiranih područja voskom, dok kod CAD/CAM izrade, softver vizualizira i automatski ispunjava podminirana područja individualnim parametrima pa uopće nema rada s paralelometrom. Kod digitalne izrade udlaga jednostavno je određivanje dužine i oblika rubova, dok standardna manualna izrada traži ili dugu pripremu ili velika naknadna ubrušavanja, osobito metoda izrade udlage nanošenjem akrilata na foliju koja je najnepreciznija. Udlage izrađene klasičnim načinom zahtijevaju vrijeme potrebno za navoštavanje, a pritom je teška kontrola minimalne debljine udlage. Nasuprot tome, kod računalno izrađenih udlaga postoje parametri u softveru koji omogućuju njihovu jednakomjernu debljinu (4).

Izrada udlage konvencionalnim načinom podrazumijeva korištenje samostvrdnjavajućeg akrilata koji se dodatno polimerizira u autoklavu, što za posljedicu ima polimerizacijsku kontrakciju. Polimerizacijska kontrakcija akrilata očituje se kao nepreciznost dosjeda i kontakata udlage te dovodi do potrebe za naknadnim ubrušavanjem akrilata. CAD/CAM izradom taj je nedostatak uklonjen jer se koriste gotovi industrijski proizvedeni blokovi PMMA-a. Kod konvencionalno izrađenih udlaga, tek se nakon polimerizacije akrilata može analizirati statička i dinamička okluzija, dok se pri izradi udlage CAD/CAM tehnologijom, pomoću softvera adaptira okluzija prema statičkim i dinamičkim kretanjama (4,7).

Uzimajući u obzir prednosti i nedostatke svih triju metoda izrade okluzijskih udlaga, izrada pomoću CAD/CAM tehnologije se pokazuje kao najpreciznija jer su najmanje pogreške tijekom svih faza rada. Tako se izradom Giroform°



Slika 9. Oblikovanje udlage u Ceramill M-Splint° programu. Ljubaznošću izv. prof. Nikše Dulčića..



Slika 10. Oblikovanje udlage u Ceramill M-Splint° programu. Ljubaznošću izv. prof. Nikše Dulčića.



Slika 11. Udlaga izglodana CAD/CAM postupkom iz PMMA-a bloka. Ljubaznošću izv. prof. Nikše Dulčića..



Slika 12. Provjera kontakata u statičkoj i dinamičkoj okluziji u artikulatu. Ljubaznošću izv. prof. Nikše Dulčića.

modela anulira ekspanzija sadre, a gloda-  
njem udloga iz tvorničkih PMMA blo-  
kova eliminirana je i kontrakcija akrilata,  
koja inače nastaje tijekom polimerizacije.  
Kod metode izrade udloge kivetiranjem,  
upravo su te dvije stavke, ekspanzija sadre

i polimerizacijska kontrakcija akrilata,  
glavni nedostatak, što posljedično dovodi  
do nepreciznijeg konačnog nadomjeska.  
Izrada udloge nanošenjem akrilata na  
plastičnu foliju je pak još nepreciznija jer  
postupak prilikom kojeg se akrilat nano-

si u suvišku bez prethodnog modeliranja  
voskom i izrade kivete, rezultira kasnijim  
dugotrajnim ubrušavanjem i usklađiva-  
njem statičkih i dinamičkih kontakata na  
udlazi. ⑧

## LITERATURA

1. Dulčić N. Izrada relaksacijske okluzijske ud-  
lage. *Sonda*. 2002;4(6):59-61.
2. Dylina T. J. The basics of occlusal splint ther-  
apy. *Dentistry today* [Internet] 2002 srpanj  
[cited 2016 Mar 12]. Available from: [http://  
www.dentistrytoday.com/prosthodontics/  
prosthetics/1716](http://www.dentistrytoday.com/prosthodontics/prosthetics/1716)
3. Badel T. Temporomandibularni poremećaji i  
stomatološka protetika. Zagreb: Medicinska  
naklada; 2007.
4. Dulčić N. Model management 3. Zagreb;  
tečaj za trajnu edukaciju dr.med.dent, 2014.
5. Fermann R, Wieselmann G, Haas M,  
Brunner O. Terapija mioartropatija s  
nagriznim udlagama. *Acta Stomatol Croat*.  
1986;20(4):341-4.
6. Miyazaki T, Hotta Y, Kunni J, Kuriyama S, Ta-  
maki Y. A review of dental CAD/CAM: cur-  
rent status and future perspectives from  
20 years of experience. *Dent Mater*. 2009;  
28(1):44-56.
7. Sokolić M. Izrada relaksacijske udloge po-  
moću CAD/CAM sustava [specijalistički  
rad]. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučiliš-  
ta u Zagrebu; 2015.
8. Amann Girrbach [Internet]. Koblach: Amann  
Girrbach; 2016 [cited 2016 Mar 3]. cera-  
mill® m-splint; [about 10 screens]. Available  
from: [https://www.amanngirrbach.com/  
products/design-cad/ceramill-m-splint/](https://www.amanngirrbach.com/products/design-cad/ceramill-m-splint/)