

Digitalni protokol u terapiji minimalno invazivnim estetskim vestibularnim ljuskama

Grzela, Lea

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Dental Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:127:525976>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-19**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu

Stomatološki fakultet

Lea Grzela

**DIGITALNI PROTOKOL U TERAPIJI
MINIMALNO INVAZIVNIM ESTETSKIM
VESTIBULARNIM LJUSKAMA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2023.

Rad je ostvaren u: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet, Zavod za fiksnu protetiku

Mentor rada: izv. prof. dr .sc. Joško Viskiće, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Lektor hrvatskog jezika: Ivona Đurin, mag. educ, philol. croat

Lektor engleskog jezika: Martina Ivanović, mag. educ. phil. et mag. educ. phiol. angl.

Datum obrane rada: 22.09.2023.

Rad sadrži: 34 stranice

0 slika

1 CD

Rad je vlastito autorsko djelo, koje je u potpunosti samostalno napisano uz naznaku izvora drugih autora i dokumenata korištenih u radu. Osim ako nije drugačije navedeno, sve ilustracije (tablice, slike i dr.) u radu izvorni su doprinos autora diplomskog rada. Autor je odgovoran za pribavljanje dopuštenja za korištenje ilustracija koje nisu njegov izvorni doprinos, kao i za sve eventualne posljedice koje mogu nastati zbog nedopuštenog preuzimanja ilustracija odnosno propusta u navođenju njihova podrijetla.

Zahvala

Zahvaljujem svom mentoru izv.prof.dr.sc. Jošku Viskiću na pomoći i ljubaznosti prilikom pisanja diplomskog rada.

Hvala mom Luki što je vjerovao u mene onda kada ja nisam.

Hvala mom bratu što je svojim vedrim duhom olakšao svako moje teško razdoblje.

Hvala mojim prijateljima i kolegama koji su moje studentske dane učinili nezaboravnim.

I za kraj, najveće hvala mojim roditeljima koji su mi pružili sve u životu. Bez vašeg „vjetra" u mojim leđima danas ne bih bila ovdje gdje jesam.

DIGITALNI PROTOKOL U TERAPIJI MINIMALNO INVAZIVNIM ESTETSKIM VESTIBULARNIM LJUSKAMA

Sažetak

Terapija estetskim vestibularnim ljuskama spada pod minimalno invazivne postupke u stomatološkoj protetici. Njima se postiže estetska korekcija boje, oblika i veličine zuba bez da se pritom bruse one zubne plohe koje se ne planiraju korigirati. Pojavom digitalnih tehnologija i CAD-CAM sustava protokol izrade fiksnoprotetskih radova promijenjen je iz temelja. Skraćeno je ukupno vrijeme trajanja terapije, smanjena je mogućnost ljudske pogreške te je znatno poboljšana komunikacija između ordinacije dentalne medicine i dentalnog laboratorija.

Svrha je ovog diplomskog rada opisati tijek terapije estetskim vestibularnim ljuskama kroz digitalni način rada. Detaljnije će biti objašnjeno planiranje terapije pomoću programa za virtualni dizajn osmijeha, uzimanje otisaka intraoralnim skenerom, dizajn ljuski na programu računala, *mock-up* proba u ustima, brušenje za vestibularne ljuske, strojna izrada ljuski te adhezivno cementiranje.

Ključne riječi: keramičke ljuske; intraoralni skener; digitalni dizajn; virtualno planiranje osmijeha; CAD-CAM; *mock-up*; adhezivno cementiranje

DIGITAL PROTOCOL IN MINIMALLY INVASIVE AESTHETIC VESTIBULAR VENEER THERAPY

Summary

Therapy with aesthetic vestibular veneers belongs to minimally invasive procedures in dental prosthodontics. By choosing them we can achieve an aesthetic correction of the color, shape, and size of the teeth without preparation of those dental surfaces that are not planned to be corrected. With the advent of digital technologies and the CAD-CAM protocol, the system of manufacturing fixed prosthetics has been fundamentally changed. The total duration of the therapy was shortened, the possibility of human error was reduced, and the communication between the dental office and the dental laboratory was significantly improved.

The purpose of this thesis is to describe the course of therapy with aesthetic vestibular veneers through digital mode of operation. Furthermore, therapy planning by using a program for virtual smile design, taking impressions with an intraoral scanner, veneer design on a computer program, mock-up test in the mouth, grinding for vestibular veneers, machine production of veneers and adhesive cementation will be explained in more detail.

Key words: ceramic veneers; intraoral scanner; digital design; virtual smile planning; CAD-CAM; mock-up; adhesive cementation

Sadržaj

1. Uvod.....	8
1.1. Estetske vestibularne ljuske.....	2
1.2. Digitalne tehnologije	2
1.2.1. Intraoralni skener.....	3
1.2.2. Ekstraoralni skeneri.....	3
1.2.3. CAD/CAM	4
2. Digitalno planiranje terapije estetskim vestibularnim ljuskama.....	5
2.1. Prvi pregled.....	6
2.2. Pretprotetska priprema.....	6
2.3. Digitalni otisak	7
2.4. Dentalna fotografija	7
2.5. Digitalni obrazni luk i međučeljusni registar	8
2.6. Određivanje boje.....	9
2.7. Virtualno planiranje osmijeha	10
2.8. Digitalno dizajniranje ljuski	10
2.9. Mock-Up.....	11
3. Klinička faza izrade vestibularnih ljuski.....	13
3.1. Brušenje za vestibularne ljuske	14
3.2. Digitalni otisak preparacije.....	16
3.3. Izrada ordinacijskog provizorija	16
4. Laboratorijska faza izrade vestibularnih ljuski	18
4.1. Odabir materijala za estetske vestibularne ljuske.....	19
4.2. Tehnika strojne obrade u sklopu CAD CAM sustava	20
5. Proba gotovih ljuski i trajno cementiranje	21
6. Rasprava.....	24

7. Zaključak.....	27
8. Literatura.....	29
9. Životopis autora	33

POPIS SKRAĆENICA

CAD-CAM *computer aided design-computer aided manufacturing*

POI *points of interest*

STL *stereolithography*

PLY *polygon*

3D *trodimensionalno*

DSLR *digital single-lens reflex*

1. UVOD

Estetska vestibularna ljuska je minimalno invazivni protetski nadomjestak izrađen od zubne keramike kojim se postiže korekcija vestibularne plohe zuba promjenom njezina oblika, boje ili veličine. Glavni je cilj terapije estetskim vestibularna ljuskama postignuće harmonije osmijeha tako da se osigura ispravna središnja linija, pravilna linija osmijeha, odgovarajuća vidljivost zuba pri osmijehu, pravilna proporcija veličina zuba, odgovarajuća boja, ispravna pozicija zenitnih točki, a sve to uz očuvanje adekvatnih kontaktnih točaka i zdravlja okolnih mekih tkiva (1). Cilj ovog diplomskog rada je opisati tijek terapije estetskim vestibularnim ljuskama kroz digitalni protokol rada.

1.1. Estetske vestibularne ljuske

Odabirom ljuski kao terapijskog sredstva maksimalno se čuva tvrdo zubno tkivo jer nema nepotrebnog brušenja onih zubnih ploha koje ne planiramo korigirati, a koje su se do pojave adhezivnih protokola pričvršćenja nadomjestaka morale brusiti u svrhu retencije. Ipak, u nekim situacijama ljuske su relativno kontraindicirane te se radije preporučuje izrada krunica. To su endodontski liječeni zubi, zubi s velikim ispunama i s malo preostale cakline, nedostatak potporne zone u lateralnom segmentu, loša oralna higijena te parafunkcije poput bruksizma (2).

1.2. Digitalne tehnologije

Iako su temeljna načela u dentalnoj medicini godinama nepromijenjena, razvoj digitalne tehnologije u velikoj je mjeri promijenio stomatološku protetiku. Cijeli protokol izrade protetskih nadomjestaka traje kraće, a mogućnost ljudske pogreške svedena je na minimum. Doktor dentalne medicine pomoću tehnologija lakše komunicira s dentalnim tehničarom i pacijentom, rezultati terapije su predvidljiviji, uočavanje grešaka je lakše, a njihova korekcija brža. S druge strane, potrebno je uložiti mnogo vremena na edukaciju kako bi se svladala tehnika rada, a visoki troškovi aparature glavni su razlog zbog kojeg je konvencionalni način rada i dalje zastupljeniji.

1.2.1. Intraoralni skener

Intraoralni je skener sastavni dio *computer aided design-computer aided manufacturing* (CAD CAM) sustava zajedno s računalnim programom za digitalni dizajn (CAD) i digitalnu produkciju (CAM) te s glodalicama i printerima. Svaki skener radi na principu registracije takozvanih točaka interesa - *points of interest* (POI) objekta koje onda slaže u x,y i z koordinate programskog prostora te se tako na računalu objekt prikazuje kao trodimenzionalan. Zapisi se snimaju u različitim formatima od kojih su najpoznatiji STL (*stereolithography*) i PLY (*Polygon*) format (3). Rad intraoralnih skenera najčešće se temelji na jednoj od ove tri metode: triangulacija, aktivno uzorkovanje valne fronte i paralelno konfokalno lasersko skeniranje. Neovisno o metodi, svaka od njih mjeri udaljenost od vrha senzora do ciljanog mjesta te pretvara optičke podatke u trodimenzionalne (3D) modele na računalu (4). Svake se godine na tržištu pojavljuju sve precizniji skeneri pa se i indikacije za njihovu primjenu proširuju. Osim u razvoju tehnologije, preciznost digitalnih otisaka leži u tome što doktori puno lakše vide greške na skenu preparacije (pozitivu na računalu) u odnosu na analogni negativ, a sama korekcija traje nekoliko sekundi, dok je za ponavljanje analognog otiska potrebno više minuta. Svaki proizvođač preporučuje svoju tehniku i redosljed skeniranja u usnoj šupljini koji bi se trebao poštovati (3).

1.2.2. Ekstraoralni skeneri

Ekstraoralni skeneri omogućuju digitalizaciju sadrenih modela i tako dentalnim laboratorijima koji koriste CAD CAM sustav omogućuju suradnju s ordinacijama koje nemaju intraoralni skener. Princip rada današnjih skenera temelji se na trodimenzionalnoj triangulaciji gdje svjetlosne zrake u obliku pruga obasjavaju predmet, a senzori primaju taj svjetlosni signal i pretvaraju ga u iskalkulirani geometrijski oblik na računalu. Postoji i lasersko skeniranje te projekcija optičke trake koji djeluju na sličan način, ali je razlika u načinu projiciranja svjetlosnih zraka. Predmet koji se skenira, sadreni model ili otisak za radni model, postavlja se na rotirajuće postolje koje rotira oko više osi kako bi predmet skenirao iz svih kutova gledišta (5). Važno je voditi računa da je ekstraoralni skener kompatibilan s CAD programom koji laboratorij koristi za dizajn. Glavni je problem preciznosti ekstraoralnog skenera taj što on

skenira analogni otisak ili gipsani model koji u sebi već sadrže pogrešne informacije nastale prilikom uzimanja otiska ili stvrđavanja sadre (3).

1.2.3. CAD/CAM

Razvoj tehnologije računalom potpomognutog oblikovanja i računalom potpomognute izrade (*engl. CAD/CAM*) donosi mnoge prednosti u odnosu na konvencionalan način izrade protetskog nadomjeska. Znatno je skraćeno vrijeme trajanja protetske terapije pacijenta, a ukidanjem pojedinih radnih faza u dentalnom laboratoriju smanjena je mogućnost ljudske pogreške pa je time povećana kvaliteta konačnog rada (6). S druge strane, potrebno je uložiti mnogo truda i vremena na edukaciju kako bi se svladala tehnika rada, a visoki troškovi same aparature glavni su razlog zbog kojeg CAD/CAM nije u potpunosti zamijenio konvencionalni način rada.. Rad s CAD/CAM sustavima može se podijeliti na četiri koncepta ovisno o mjestu gdje se izvodi pojedina faza. Prvi je koncept najjednostavniji za kliničara jer on samo provodi skeniranje, a dizajniranje, proizvodnju i finalizaciju rada provodi dentalni laboratorij. Drugi je koncept, *engl. in-house* gdje se svi postupci obavljaju u ordinaciji koja ima CAD/CAM jedinicu. U trećem konceptu kliničar provodi skeniranje i dizajn na računalu, dok se CAM dio i finalizacija odrađuju u laboratoriju. Četvrti koncept podrazumijeva slanje digitalnog otiska u dizajnerski CAD/CAM centar koji je specijaliziran za dizajniranje. Centar zatim povratno šalje datoteku spremnog dizajna kojeg će kliničar izraditi u CAM jedinici te završno obraditi. Izbor koncepta ovisi o mogućnostima i preferenciji svakog pojedinca.

2. DIGITALNO PLANIRANJE TERAPIJE ESTETSKIM VESTIBULARNIM LJUSKAMA

Detaljno planiranje ključan je korak svake protetske terapije kojim se može izbjeći neuspjeh terapije i nezadovoljstvo pacijenta. Jedna od najvećih prednosti digitalnog protokola rada je ta da je krajnji rezultat terapije predvidljiv. Predvidljivost je rezultata posebice važna kod terapije vestibularnim ljuskama, jer se pomoću njih pacijentu mijenjaju izgled osmijeha i estetika cijelog lica.

2.1. Prvi pregled

Detaljno planiranje ključan je korak svake protetske terapije kojim se može izbjeći neuspjeh i nezadovoljstvo pacijenta. Kliničar svoje planiranje započinje već u prvoj komunikaciji s pacijentom gdje osluškuje njegove želje, uzima iscrpnu općemedicinsku i stomatološku anamnezu te kroz razgovor s pacijentom radi grubu procjenu lica prilikom koje uočava nepravilnosti u osmijehu. Intraoralni pregled radi se paralelno s analizom RTG snimki. Radi se detaljna inspekcija, palpacija, pregled mekih i tvrdih tkiva, analiza funkcije, provode se testovi vitaliteta i procjenjuje se parodontološki status. Bitno je dobro procijeniti navike pacijenta kao što su provođenje oralne higijene, pušenje ili nepodesne navike jer one mogu kompromitirati uspjeh terapije ljuskama. Indikacije za ljuske su korekcija boje endogeno ili egzogeno diskoloriranih zuba, korekcija vestibularne morfologije, korekcija veličine zuba ili nadoknada traumom izgubljenog incizalnog ruba ili ugla koji obuhvaća samo caklinu (7). Ako su svi preduvjeti zadovoljeni, pacijentu se okvirno izloži plan terapije, objasni mu se protokol izrade estetskih vestibularnih ljuski, ali i svi postupci pretprotetske pripreme koji su preduvjet za uspješnu terapiju (8).

2.2. Pretprotetska priprema

Prije početka bilo kakve fiksno-protetske terapije potrebno je provesti pripremne postupke kako bi se uspostavili optimalni uvjeti u usnoj šupljini. Postupci moraju biti pažljivo planirani i provedeni kako bi zubi i meka tkiva bili dobro pripremljeni za izradu vestibularnih ljuski (9). Terapeut je dužan obavijestiti pacijenta o orijentacijskoj trajnosti nadomjeska te mu objasniti koji se sve postupci moraju provesti. Pretprotetska terapija uključuje restaurativnu i endodontsku terapiju, kiruršku terapiju, parodontološku etiološku terapiju, terapiju bolesti oralne sluznice i ortodontsku terapiju (10). Važno je naglasiti da ako pacijent prolazi kroz

dugotrajniju pretprotetsku pripremu, npr. parodontološku obradu, bit će potrebno ponoviti intraoralni sken prije digitalnog navoštavanja (3).

2.3. Digitalni otisak

Prvi (situacijski) sken radi se pri prvom dolasku pacijenta i predstavlja zamjenu anatomskom alginatnom otisku. Taj sken služi kao studijski model za planiranje terapije te za digitalno navoštavanje. Najprije se skenira svaka čeljust zasebno prema uputama proizvođača, a zatim se uzima međučeljusni registrat tj. sken zagriža. Kod izrade isključivo estetskih vestibularnih ljski visina zagriža i međučeljusni odnosi ostaju isti, pa se međučeljusni sken uzima u položaju maksimalne interkuspidacije. Novi skeneri mogu registrirati kretnje laterotruzije i protruzije pri čemu se intraoralni skener drži u bukalnom prostoru dok pacijent izvodi kretnje. Važno je naglasiti da ako pacijent prolazi kroz dugotrajniju pretprotetsku pripremu, npr. parodontološku obradu, bit će potrebno ponoviti sken prije digitalnog navoštavanja (3). Ordinacije koje nemaju intraoralni skener otisak uzimaju analognom tehnikom, a zatim tehničar u laboratoriju taj otisak skenira ekstraoralnim skenerom te ga tako pretvara u digitalni model.

2.4. Dentalna fotografija

Kao medicinska dokumentacija, dentalna je fotografija važno komunikacijsko sredstvo između doktora i tehničara te doktora i pacijenta, a služi i za digitalno planiranje osmijeha. Za kvalitetnu fotografiju potrebna je adekvatna foto oprema koja se sastoji od fotoaparata (DSLR aparat, *mirrorless* aparat, mobilni uređaj), različitih objektivna, pomoćne rasvjete (bljeskalice, *flash* glave, *softbox*-ovi, fotografski kišobrani, difuzori svijetla) te dodatnih pomagala (retraktori, kontrastori, ogledala). Za praćenje terapije bitno je držati se protokola fotografiranja te fotografije uvijek uzimati na isti način. Za virtualno planiranje estetskih vestibularnih ljski potrebne su nam portretne fotografije ozbiljnog lica, lica u osmijehu te osmijeha s retraktorima, zatim makrofotografija osmijeha i osmijeha na „12 sati“, a od intraoralnih fotografija zagriz s retraktorima te posebno gornji i posebno donji prednji zubi s kontrastorom. U slučaju potpune oralne rehabilitacije s podizanjem zagriža u lateralnom segmentu bile bi nam još potrebne bočna fotografija zagriža s ogledalima te okluzalne fotografije u ogledalu (3).

2.5. Digitalni obrazni luk i registrat međučeljusnih odnosa

Obrazni je luk mehanička naprava pomoću koje se može vjerno orijentirati gornja čeljust naspram transverzalne šarnirske osi kondila i baze lubanje. U analognom protokolu rada najčešće se koristi obrazni luk za brzu montažu, ali s obzirom na to da on samo daje informaciju o nagibu protetske ravnine važniji je za estetski rezultat nego za funkciju. Postoji i kinematski obrazni luk koji daje informacije o funkciji, međutim rad s njime u analognom protokolu je previše složen pa se gotovo i ne koristi.

U digitalnom protokolu rada informaciju o nagibu protetske ravnine dobivamo samo preklapanjem fotografije pacijenta sa skenom gornje čeljusti. Digitalni obrazni luk na neki je način evolucija klasičnog kinematskog obraznog luka, ali je puno jednostavniji jer se sve prikupljene informacije samo spajaju s digitalnim skenom bez da se fizički prebacuju u potpuno prilagodljivi artikulatork. Primjenom digitalnog obraznog luka dobiva se mnogo informacija o samoj funkciji; interkondilarni razmak, kondilarni nagib, Bennettov kut, položaj centrične relacije, funkcijska analiza, kretnje donje čeljusti, okluzijska analiza itd. (3). Na tržištu postoji niz digitalnih obraznih lukova npr. Arcusdigma 2 (KavoKerr, Njemačka), Zebris JMA-Optic (Zebris Medical GmbH, Njemačka), Modjaw (Modjaw, Francuska) itd.

Ako se izrađuju isključivo estetske vestibularne ljustke bez promjene međučeljusnih odnosa, međučeljusni se registrat uzima u položaju maksimalne interkuspிடacije. U digitalnom se protokolu on uzima tako da skener držimo u bukalnom prostoru i skeniramo lateralne zube dok su u položaju maksimalne interkuspிடacije. Prepoznavanjem točaka softver na računalu spaja gornji i donji model u zagriz. Novijim skenerima na isti način možemo registrirati i lateralne te protruzijsku kretnju koju pacijent izvodi dok je skener upaljen i usmjeren prema lateralnim zubima. Na računalu se tada vidi animacija tih kretnji u realnom vremenu. Ta je informacija tehničaru vrlo bitna jer osim u statičku, dobiva uvid i u dinamičku okluziju koju može detaljno analizirati u virtualnom artikulatorku na računalu.

2.6. Određivanje boje

U terapiji estetskim ljuskama izuzetno je važno dobro odrediti početnu boju zuba te definirati željenu boju na kraju terapije. Razlog je taj što su ljuske tanke i propuštaju svjetlost pa se kroz njih prozire podloga tj. brušeni zub. Ako se želi postići značajnija korekcija boje bit će potrebno napraviti deblje ljuske i više izbrusiti zub. Najjednostavnija i najzastupljenija metoda određivanja boje jest vizualna metoda usporedbe s ključem boja. Razni čimbenici mogu dovesti do nedosljednosti u određivanju boje poput uvjeta osvjetljenja, položaja promatranog objekta i izvora svjetla, umora, starosti i raspoloženja terapeuta. Kako bi se izbjegao zamor oka potrebno je vrijeme određivanja boje ograničiti na 5 sekundi, a treba naglasiti i da je često prvi dojam ujedno i najtočniji (11). Osim nedosljednosti u određivanju boje kod istog terapeuta postoje i individualne razlike u percepciji boje kod različitih pojedinaca pa se pokušavaju pronaći objektivne metode određivanja boje. Već su duže vrijeme dostupne mnoge digitalne metode određivanja boje poput spektrofotometra, kolorimetra te računalnih programa koji analiziraju digitalnu fotografiju (12). Danas, noviji modeli računalnih sustava u sklopu intraoralnih skenera omogućuju kompjutersko određivanje boje zuba i tako znatno pomažu terapeutu pri donošenju konačne odluke (13). Pregledni rad Mansoura i suradnika koji uključuje 15 istraživanja pokazuje da skeneri imaju veliku preciznost tj. ponovljivost (engl. *precision*) u određivanju boje, ali provjera njihove točnosti (engl. *accuracy*) nije moguća jer dosad provedena istraživanja nisu standardizirana. Njihov je zaključak da vizualna potvrda boje izračunate intraoralnim skenerom daje najbolji klinički ishod (14).

2.7. Virtualno planiranje osmijeha

Najveća je prednost primjene digitalne tehnologije u stomatologiji ta što olakšava komunikaciju između doktora dentalne medicine i tehničara, ali i između doktora i pacijenta. Virtualnim planiranjem osmijeha pacijentu se može pobliže prikazati kako će njegov budući osmijeh izgledati što je od izuzetne važnosti kod estetskih korekcija kao što su vestibularne ljuske. Danas je na tržištu prisutno mnogo različitih aplikacija poput *Digital smile design* (DSD), *Photoshoped smile design* (PSD), *IvoSmile* (Ivoclar), *Trios smile design* (3shape) itd. Princip je rada svih aplikacija sličan, a temelji se na unosu portretne fotografije pacijenta na kojoj se kalibriraju određene anatomske točke te se ocrta linija osmijeha. Zatim se iz ponuđene galerije odabiru gotovi predlošci zuba koji se superponiraju na osmijeh pacijenta. Napravi se dodatna korekcija oblika i boje te tako pacijent dobiva određenu predodžbu kako bi mogao izgledati na kraju terapije. Važno je naglasiti da takav virtualni plan može odstupati od konačnog izgleda rada pa pacijentu treba unaprijed objasniti da je aplikacija samo smjernica u radu. Iz toga je razloga nužno da tehničar napravi navoštavanje, tj. digitalni dizajn koji će se *mock-up* tehnikom prebaciti u usta pacijenta (8). Kombinacijom virtualnog planiranja osmijeha i *mock-up* tehnike dobivaju se predvidljivi rezultati te raste zadovoljstvo pacijenata (15).

2.8. Digitalno dizajniranje ljuski

Digitalnim protokolom rada postupak navoštavanja, točnije dizajniranja ljuski, radi se samo jednom, a kasnije se virtualno prenosi tj. kopira s modela na model. U analognom načinu rada tehničar je radio tri slična, ali ne identična *wax-up*a; jedan kao početni plan za probu u ustima, drugi za privremeni rad i treći za konačan rad.

Tehničar na računalu preko prvog (situacijskog) skena radi digitalni dizajn ljuski preko još nebrušenih zuba u svrhu izrade *mock-up*a. S obzirom na to da su zubi u ovom trenutku još nebrušeni, preskače se korak gdje tehničar precizno označuje granice preparacije za ljuskicu. Na početku dizajna tehničar pozicionira skenove i spaja ih s fotografijom pacijenta u osmijehu. U svakom trenutku na dizajn može superponirati fotografiju i tako napraviti dodatne korekcije. Svaki CAD program nudi biblioteku s gotovim predlošcima dizajna za svaki zub. Postoje razlike u oštini i kvaliteti biblioteka, a očituju se u broju trokuta po zubu. Za estetiku

vestibularne ljuske važna je produkcija detalja koja se dobiva upravo primjenom dizajna s većim brojem i gušćom mrežom trokuta, čak 15.000 trokuta po zubu. Pri izboru biblioteke važno je voditi računa o harmoniji s licem, postojećem prirodnom zenitu zuba, te o proporcijama dužine i širine zuba koja obično iznosi oko 75-85% za prednje zube. Odabrani se dizajn, zatim jednostavnim alatima pozicionira na model i individualno korigira pazeći da se pritom ne diraju proporcije zuba i ne uklanjaju detalji površine koji predstavljaju bitnu informaciju za završno glodanje ljuski. Zaključno, za najbolju estetiku vestibularnih ljuski bitno je gotove predloške (biblioteke) pozicionirati na virtualne modele da su u skladu s harmonijom lica, a opet da ih se što manje izmjenjuje alatima za dizajn. Pripremljeni se dizajn, zatim spaja s virtualnim situacijskim modelom u jednu datoteku koja se zatim ispisuje 3D printerom. Preko printanog navoštenog modela tehničar ili doktor otisne silikonski ključ koji služi za probu u ustima (engl. *Mock-up*) (3).

2.9. Mock-Up

Silikonski indeks (ključ) služi za prijenos informacija s navoštenog modela u usta pacijenta uz pomoć kompozitnih provizornih materijala. Za izradu silikonskog ključa koriste se kondenzacijski ili još bolje, adicijski silikoni koji imaju veću točnost reprodukcije detalja i bolju dimenzijsku stabilnost. Kompozitni materijali za provizorij dolaze u kartušama u različitim nijansama, a radi boljeg dojma prednost se daje svjetlijim bojama. Polimeriziraju se kemijski, a koriste se i za izradu provizornih radova uz razliku što se za *mock-up* ne vade iz usta prije potpunog stvrdnjavanja već se ostavljaju do kraja kako bi izvlačenjem silikonskog ključa ostali na zubima. Kod izrade vestibularnih ljuski planiranje je uglavnom aditivno pa kroz *mock-up* u ustima najčešće ne probijaju zubi pacijenta stoga si oni mogu vrlo lako predočiti izgled konačnog rada (3).

Prilikom probe u ustima pacijenti mogu izraziti svoje želje, a stomatolog prema tome može na licu mjesta dodati ili oduzeti materijal sve dok pacijent nije zadovoljan i ne pristane na terapiju. Provjera funkcije radi se tankim artikulacijskim folijama od 8 mikrona, no ona je od većeg značaja kod izrade protetskih radova koji zahvaćaju okluzijske plohe. Kad su funkcija i estetika korigirani, a pacijent pristaje na dizajn, skenira se završna proba tj. *mock-up* kako bi tehničar uočio eventualne promjene u odnosu na početni dizajn. Upravo se prema zadnjem *mock-upu*

radi konačan rad, a isti nam služi kako bismo preko njega brusili te tako maksimalno očuvali tvrdo zubno tkivo.

3. KLINIČKA FAZA IZRADE ESTETSKIH VESTIBULARNIH LJUSKI

Klinička faza izrade estetskih vestibularnih ljuski započinje u trenutku kada pacijent pristane na planirani zahvat. Ona počinje brušenjem zuba za vestibularne ljuske, a završava trajnim cementiranjem. Osim toga obuhvaća i uzimanje digitalnog otiska, izradu ordinacijskog provizorija, probu gotovih ljuski i sve eventualne korekcije.

3.1. Brušenje za vestibularne ljuske

Iako je brušenje za estetske ljuske minimalno, ono nije jednostavno te zahtijeva visok stupanj vještine terapeuta. Kako bi se manipulacijom svjetlosti kroz translucetni keramički materijal postigao zadovoljavajući estetski izgled i incizalni efekt, poželjno je da debljina keramičke ljuske bude od 0,3 do 0,9 mm (16). Vestibularne ljuske vezu sa zubom ostvaruju adhezivnim cementiranjem, a da bi adhezija bila uspješna potrebno je pri brušenju sačuvati što je moguće više cakline budući da upravo ona omogućuje 10 puta jaču adheziju nego dentin (17). Ipak, važno je izbrusiti površinsku neprizmatsku caklinu zbog slabijeg ostvarivanja adhezijske veze, nego s prizmatskom caklinom (16).

Ako je potrebna veća korekcija boje prirodnog zuba debljina estetske ljuske treba biti veća, a brušenje opsežnije. Razlog je taj, što je tanja ljuska propušta više svjetlosti pa kroz nju prosijava neodgovarajuća boja podloge, odnosno bataljka (18). Minimalnim brušenjem od 0,3 mm postiže se korekcija boje za samo jednu nijansu (19). Za korekciju boje do tri nijanse bit će potrebno brusiti oko 0,6 mm u dubinu te postaviti stepenicu u razini gingive. Korekcija za više od 3 nijanse zahtjeva još opsežnije brušenje, ali i maskiranje zubne podloge te postavljanje stepenice subgingivno. Kod tamnijih zuba koje nije moguće opsežno brusiti završna nijansa može se dobiti i tako da se tanka ljuska napravi u svjetlijoj nijansi od željene kako bi se nakon cementiranja postigao očekivani efekt. Pri zahvatima u kojima se boja zuba mijenja do dvije nijanse ne postoji potreba za subgingivnom preparacijom (16).

Za najbolju kontrolu brušenja preporučuje se brušenje preko *mock-upa* tj. probe završnog dizajna u ustima. Na taj se način uklanja minimalna količina tvrdog zubnog tkiva jer je brušenje smanjeno za volumen koji će buduća ljuska dodati samom zubu. Brušenje preko *mock-upa* započinje markacijom dubine posebnim svrdlima za markaciju od 0,3 do 0,5 mm. Preporučuje se raditi horizontalne ureze jer vertikalni urezi po dužini svrdla dovode do zapinjanja svrdla pri daljnjem brušenju (17).

Preparacija za vestibularne ljuske trebala bi cervikalno imati zaobljenu stepenicu. Takav rub nam omogućuje oponašanje prirodnog izgleda zuba, sprječava pretjerano brušenje u cervikalnom području te pojavu lomova rubova estetske keramičke ljuske (20). Prosječna debljina cakline u gingivnoj trećini gornjih središnjih sjekutića iznosi 0,4 mm, a lateralnih 0,3 mm pa je važno minimalno brušenje kako bi se maksimalno ostalo u caklini. Kad god je moguće stepenica se postavlja supragingivno jer je to biološki najpovoljnije, a također je i najveća vjerojatnost da će rub završiti u caklini. Ukoliko se stepenica postavlja subgingivno potrebno je retrakcijskim koncem odmaknuti gingivu kako ne bi došlo do njenog oštećenja i do nastanka recesije (16). Pri brušenju aproksimalnih stijenki je važno da se granica preparacije sakrije što više iza susjednog zuba kako nebi bila vidljiva pri pacijentovom osmijehu (17). Kad god je moguće izbjegava se širenje kaviteta u područje kontaktne plohe kako bi proba, cementiranje i završno poliranje bili jednostavniji. (16.) Prilikom preparacije za ljuske incizalni brid se može i ne mora kratiti. Ukoliko se rub ne krati već je cijela preparacija isključivo vestibularno, takva se preparacija zove *window* preparacija. Ukoliko se incizalni rub skrati za 1-1.5mm te keramički materijal prelazi preko brida i završava na palatinalnoj stijenci takva se tehnika zove *but-joint*. Ovom tehnikom brušenja postiže se veća mehanička otpornost, ali i bolja estetska svojstva zbog veće translucencije ruba (21). Postoji i mogućnost preparacije sa skraćanjem incizalnog brida za 2 mm i stepenicom na palatinalnoj plohi. Kod nje je bitno da rub preparacije ne završava u konkavitetu već ispod ili iznad njega, u glatkom konveksnom području cinguluma, kako bi se izbjeglo djelovanje vlačnih sila (22).

Nakon brušenja važno je zaobliti sve oštre kutove na spojištu incizalnog kuta i palatinalnog dijela zuba koji mogu predstavljati središnju točku nakupljanja napreznja. U točki gdje se spajaju vestibularna, aproksimalna i palatinalna izbrušena ploha zuba također je važno izbjegavati oštre rubove (23). Pri zaobljivanju i poliranju rubova koriste dijamantna svrdla označena crvenim rubom, a danas se na tržištu mogu pronaći različiti setovi svrdala za brušenje i poliranje u svrhu izrade vestibularnih ljuskica.. Na kraju je važno metalnom stripsom lagano separirati kontakte kako bi tehničar mogao lakše separirati bataljke i dobiti bolji dosjed ljuski (17).

Još jedan važan aspekt postupka izrade estetskih ljuski je brtvljenje eksponiranih dentinskih tubulusa netom nakon brušenja u svrhu zaštite od prodora bakterija i postoperativne preosjetljivosti (24). Preporuka je nanijeti sredstva za jetkanje i dentinsko svezivanje (*bond*) na dentinsku površinu neposredno nakon brušenja, a prije završnog otiskivanja tj. skeniranja jer je sposobnost površinskog svezivanja dentina najbolja neposredno nakon brušenja (25).

3.2. Digitalni otisak preparacije

Nakon završetka brušenja uzima se digitalni otisak preparacije intraoralnim skenerom. Izuzetno je važno osigurati direktnu vizualizaciju željenog područja jer skener može registrirati samo ono što je vidljivo oku. Ako je rub preparacije smješten epigingivno ili subgingivno potrebno je prikazati stepenicu pomoću retrakcijskog konca (26). Nakon postave konaca, zubi i okolno tkivo posuše se pusterom od sline i krvi te slijedi skeniranje prepariranih zuba. Ponovno se skeniraju i svi susjedni zubi te zubi u suprotnoj čeljusti redosljedom koji preporučuje proizvođač. Za vrijeme skeniranja podaci koje skener prikuplja se obrađuju i generiraju trodimenzionalni virtualni objekt tj. radni model vidljiv na ekranu računala (27). Na radnom modelu na računalu terapeut može lako uočiti nepravilnosti i korigirati pogreške na licu mjesta. Pritom ne mora ponavljati sken cijele čeljusti, već može „zaključati“ dio virtualnog modela koji je dobro odskeniran, obrisati onaj dio koji nije dobro odskeniran, korigirati ga te ponoviti skeniranje pri čemu će se nadopuniti samo segment koji nedostaje. Sken preparacije šalje se nazad u dentalni laboratorij u STL ili nekom drugom formatu, a terapeut kreće u izradu ordinacijskog provizorija.

3.3. Izrada ordinacijskog provizorija

Nakon uzimanja digitalnog otiska slijedi izrada privremenih nadomjestaka prema novom dizajnu kako bi se novi oblik, položaj i duljina zubi vrlo jednostavno vizualizirali u pacijentovim ustima te kako bi se isprobala funkcija. Privremeni nadomjestci čuvaju zdravlje tvrdih zubnih tkiva jer produljeno eksponiranje dentina mikrookolišu usne šupljine omogućuje prodor bakterija, a ekspozicija svakodnevnim podražajima povećava mogućnost pojave termičke ili kemijske traume pulpnog tkiva (28). Provizorij također smanjuje postoperativnu preosjetljivost zbog koje pacijenti inače slabije održavaju oralnu higijenu i posljedično imaju upaljenu gingivu.

Za izradu ordinacijskog provizorija koristimo isti onaj silikonski ključ koji smo koristili za probu preko koje smo brusili. Poseban kompozitni materijal za provizorije unosi se u silikonski ključ te se pritisne preko brušenih zuba. Nakon stvrdnjavanja vadi se iz usta te mu se obrađuju rubovi i poliraju površine. Iznimno je važno pažljivo obraditi rubove i ispolirati sve površine privremenog nadomjeska kako bi se smanjila mogućnost iritacije marginalne gingive i ostalih mekih tkiva te ograničilo nakupljanje plaka (29). Iritacija i upala uzrokuju gingivnu

proliferaciju i recesiju, a krvarenje upaljene gingive onemogućuje osiguravanje suhog radnog polja koje je preduvjet za postupak adhezivnog cementiranja.

Prije cementiranja privremenih ljuski potrebno je provesti sve prilagodbe, a pacijent treba izvesti protruzijsku i lateralne klizne kretnje u svrhu provjere prednjeg vođenja i vođenja očnjacima, odnosno provjere okluzije i funkcije (30). Najčešće se cementira kompozitnim cementom metodom točkastog jetkanja ili cementom koji ne sadrži eugenol (31). U ovoj je fazi moguće napraviti preinake oblika i veličine pomoću kompozitnog materijala koji se dodaje na privremene ljuske. Važno je samo na kraju ponoviti digitalni otisak preko privremenih ljuski i iskomunicirati s tehničarom želje pacijenta.

4. LABORATORIJSKA FAZA IZRADE ESTETSKIH VESTIBULARNIH LJUSKI

Izradu vestibularnih ljusti prema digitalnom protokolu može napraviti samo laboratorij koji posjeduje CAD-CAM sustav. Ako ordinacija ne posjeduje intraoralni skener, može poslati u laboratorij klasičan otisak, a u laboratoriju će tehničar izliti radni model pa njega skenirati ekstraoralnim skenerom. Takav protokol rada nije u potpunosti digitalan, ali laboratoriju s CAD-CAM sustavom omogućuje suradnju i s ordinacijama koje nemaju intraoralni skener. U obje situacije ljuste se glođu iz blokova keramike u takozvanim glodalicama. Završno se individualiziraju tehnikom bojanja i povratno šalju u ordinaciju.

4.1. Odabir materijala za estetske vestibularne ljuste

Estetske vestibularne ljuste izrađuju se u potpunosti od keramike. Potpuno keramički materijali po svom kemijskom sastavu dijele se u tri skupine (32):

1. glinična (konvencionalna) keramika,
2. keramika s udjelom stakla u koju spadaju staklokeramika (litij-disilikatna) te staklom infiltrirana keramika,
3. polikristalinična (oksidna) keramika u koju spadaju aluminij-oksidna te cirkonij-oksidna keramika.

Estetske vestibularne ljuste najčešće se izrađuju od glinične ili staklokeramike zbog njihovih odličnih estetskih svojstava te zadovoljavajućih mehaničkih svojstava.

Glina keramike smatraju se estetski najsuperiornijima jer imaju optičko ponašanje najbližnje caklini i dentinu. Razlog je taj što imaju veliki udio staklene matrice i malu količinu homogeno dispergiranih kristala. Proizvođač mijenja optička svojstva dodavajući razne pigmente i sredstva za zamućivanje. Ova skupina keramike ujedno ima najmanju savojnu čvrstoću, tek 120 MPa (33). Ljuste se mogu izraditi ručnom tehnikom slojevanja na vatrostalnom bataljku ili platinskoj foliji te tehnikom strojne izrade u sklopu CAD CAM sustava (6).

Staklokeramike sadrže 35 do 70% čestica punila poput leucita, litij-disilikata i drugih. Kristali se dodaju staklenoj matrici kako bi se poboljšala mehanička svojstva (33). Zbog jednostavnije izrade, danas su zastupljenije ljuste od staklokeramike. One mogu biti izrađene toplo-tlačnim postupkom ili također CAD/CAM tehnologijom (6).

U sklopu ovog rada opisuje se digitalni protokol pa će zato biti opisana isključivo strojna tehnika izrade ljustki.

4.2. Tehnika strojne obrade u sklopu CAD CAM sustava

Strojna izrada keramičkih ljustki znatno štedi vrijeme te omogućuje jednoposjetnu terapiju u kojoj pacijent u istom danu dolazi na brušenje i cementiranje gotovog rada. Ljustke se glođu u posebnim glodalicama koje su sastavni dio svakog CAD/CAM sustava. Ovisno o sustavu proces izrade ljustki obično traje vrlo kratko te mogu biti gotove za manje od dva sata (34).

Glinična ili staklokeramika različitih proizvođača dolazi u gotovim blokovima ili diskovima. Primjeri su *Dicor* (MGC, Dentsply International, York, SAD), *ProCad* (Ivoclar Vivadent, Amherst, NY, SAD), *IPS e.max CAD* (Ivoclar AG Schaan, Lihtenštajn), *VITABLOCS Triluxe* (Vita Zahnfabrik, Njemačka), itd. (35). Blokovi mogu biti monokromatski, u jednoj boji ili polikromatski gdje je jedna trećina bloka napravljena od tamnijeg sloja, druga je neutralna poput monokromnog bloka, a zadnja je trećina translucetna (6). Iz tih se blokova glođu ljustke do punog oblika. Ljustke se naknadno individualiziraju tehnikom bojanja.

5. PROBA GOTOVIH LJUSKI I TRAJNO CEMENTIRANJE

Prilikom probe gotovih ljuski nije dobro anestetizirati usnice jer su one bitne za procjenu cjelokupnog izgleda osmijeha. Tada je preporuka aplicirati anesteziju palatinalno kako bi se anestetiziralo područje zubi, ali ne i usnica (31). Nakon aplikacije anestezije skida se provizorij, a kompletno područje cementiranja nježno se očisti četkicom i pastom bez fluora. Probu gotovih ljuski započinjemo probom svake ljuske pojedinačno kako bi se provjerio dosjed svake ljuske na rub preparacije. Tek se nakon toga isprobavaju sve zajedno i kompletni rezultat prikazuje pacijentu. Kako bi se ljuske držale na mjestu dok ih pacijent gleda u ogledalu može se koristiti privremeni cement *Fermit* (Ivoclar Vivadent, Ellwangen) koji nema veliku adhezivnu moć, prozirne je boje te se lako uklanja guljenjem u jednom komadu (36).

S obzirom na to da su vestibularne ljuske tanki i prozirni nadomjesci od izuzetne je važnosti pravilan odabir boje cementa, jer neprikladan cement može promijeniti boju ljuske za jednu do dvije nijanse. Što je ljuska tanja, to je jači utjecaj boje cementa na završni rezultat (37). Iz tog razloga mnogi proizvođači nude takozvane *try-in* paste koje odgovaraju boji cementa, a koje služe kako bi se unaprijed odredila odgovarajuća boja koja neće kompromitirati završni rezultat. Nakon što je provjeren ukupni dojam i pacijent je suglasan, kreće se u postupak adhezivnog cementiranja.

Vestibularne su ljuske nadomjesci koji nemaju dovoljnu retenciju te ih je zbog toga obavezno adhezivno cementirati na zube pomoću kompozitnih cemenata. Kod cementiranja više vestibularnih ljuski preporuka je da se cementira jedna po jedna kako bi se održala kontrola nad postupkom. Naime, vestibularnim pritiskom na više susjednih zuba pri cementiranju smanjio bi se aproksimalni prostor za ljuske zbog minimalnog pomaka zuba i smanjenja polumjera zubnog luka (36). Nadalje, u takvoj situaciji zbog cementa u suvišku teško je biti siguran jesu li sve ljuske precizno sjele na svoje mjesto pa raste šansa za pogreškom.

Sam postupak cementiranja započinje nježnim čišćenjem zubne površine četkicom i pastom bez fluora jer fluor smanjuje učinkovitost jetkanja cakline. Zatim se osigurava suho radno polje pomoću *Koferdama* ili *OptraGatea* (IvoclarVivadent, Schaan, Lihtenštajn) te se postavlja retrakcijski konac u sulkus. Preporuka je koristiti tanki konac od svile jer on nema vlakna koja strše i koja mogu ostati zacementirana ispod ljuske (38). Zubna se površina dezinficira klorheksidinom, a susjedne se zube izolira teflonskom vrpcom u svrhu lakšeg čišćenja cementa u suvišku. Izbjegava se primjena dezinfekcijskih sredstava poput natrijeva hipoklorita ili vodikovog peroksida jer se njihov učinak temelji na slobodnom radikalu kisika koji može inhibirati polimerizaciju cementa (39). Kod adhezivnog postupka cementiranja posebno se

priprema unutarnja površina ljuske, a posebno površina zuba te je važno uvijek slijediti upute proizvođača jer postoje razlike od sustava do sustava.

Unutarnju je površinu ljuske potrebno jetkati fluorovodičnom kiselinom, a zatim silanizirati tj. premazati keramičkim primerom odgovornim za kemijsku vezu između keramike i cakline. Važno je slijediti upute proizvođača jer postoje različite koncentracije fluorovodične kiseline koje zahtijevaju različito radno vrijeme za pojedine vrste keramika, a postoje i pripravci koji imaju fluorovodičnu kiselinu i silan u jednoj bočici (38).

Priprema zubne površine također ovisi o sustavu koji se koristi. Ako se radi o dvokomponentnom sustavu onda se zasebno vrši jetkanje 37% ortofosfornom kiselinom te premazivanje tankim slojem adheziva. Ako se radi o jednokomponentnom sustavu tada se pripravak utrljava u zubnu površinu 20 sekundi bez prethodnog jetkanja, a na kraju se ispuše i polimerizira samostalno ili zajedno s kompozitnim cementom ovisno o uputama (38, 39).

Zamiješani se cement nanosi na ljusku tako da prekriva cijelu njezinu površinu te se ljuskica lagano prislanja na zub sve dok ne sjedne na svoje mjesto. Kako bi se izbjegao nastanak zračnih mjehurića ljuska premazana cementom prvo se postavlja cervikalno, a zatim se postepeno prislanja prema incizalno (36). U svrhu lakšeg čišćenja cementa u suvišku zub se posvijetli na 2 sekunde polimerizacijskom lampom kako bi cement prešao u gel fazu i onda se lako uklonio sondom. Uz rubove ljuske potrebno je nanijeti glicerinski gel te preko njega nastaviti s osvjetljivanjem od 40 sekundi. Nakon cementiranja bitno je dobro ispolirati rubne dijelove gumicama te završno provjeriti okluziju.

Za kraj terapije potrebno je trajno dokumentirati ono što se napravilo. Završna fotografija i digitalni otisak važan su dio medicinske dokumentacije, a u današnje vrijeme mogu poslužiti i u komercijalne svrhe ako nam to pacijent dozvoli. Fotografija i intraoralni sken rade se prema istim principima kao i prije terapije i svojevrsan su dokaz kvalitete našega rada.

6. RASPRAVA

Cilj je terapije estetskim vestibularnim ljuskama, postignuće harmonije osmijeha korekcijom vestibularnih ploha zuba. Odabirom tog terapijskog sredstva maksimalno se čuva tvrdo zubno tkivo jer nema brušenja onih zubnih ploha koje ne planiramo korigirati. Do pojave CAD-CAM sustava ljuske su se izrađivale isključivo analognim načinom rada. Razvoj digitalne tehnologije u velikoj je mjeri promijenio stomatološku protetiku pa je cijeli protokol izrade ljuski brži, a mogućnost pogreške manja. Doktor dentalne medicine pomoću digitalnih tehnologija lakše komunicira s dentalnim tehničarom i pacijentom, rezultati terapije su predvidljiviji, uočavanje grešaka je lakše, a njihova korekcija brža. Predvidljivost rezultata posebice je važna kod terapije vestibularnim ljuskama jer se pomoću njih pacijentu mijenjaju izgled osmijeha i estetika cijelog lica.

Izrada bilo kojeg protetskog nadomjeska, pa tako i ljuski, započinje detaljnim planiranjem. Jedino dobar i detaljan plan može dovesti do željenog rezultata pri čemu će se izbjeći nezadovoljstvo pacijenta. Planiranje ljuski moguće je jedino u saniranoj usnoj šupljini. Uzima se situacijski otisak intraoralnim skenerom, digitalni registar međučeljsnih odnosa tj. sken zagriža i pacijent se fotografira. U digitalnom protokolu rada, informaciju o nagibu protetske ravnine dobivamo samo preklapanjem fotografije pacijenta sa skenom gornje čeljusti, a po potrebi se može koristiti i digitalni obrazni luk (3). Nakon prikupljanja svih potrebnih informacija započinje se virtualno dizajniranje osmijeha u nekim od dostupnih programa. U ovom je koraku pacijent aktivni sudionik jer daje svoje mišljenje i sugestije. Važno je pacijentu naglasiti da je takav plan samo smjernica u radu te da će se tek nakon *mock-up* probe u ustima moći dobiti realna slika. Za izradu *mock-upa* tehničar mora na računalu napraviti digitalni dizajn ljuski na virtualnom modelu. Digitalnim protokolom rada postupak dizajniranja radi se samo jednom, a kasnije se dizajn kopira s modela na model. Za usporedbu, u analognom načinu rada tehničar je radio tri slična, ali ne identična *wax-upa*; jedan kao početni plan za probu u ustima, drugi za privremeni rad i treći za konačan rad. Tehničar iz ponuđene galerije predložaka na računalu odabire ljuske koje su u skladu s harmonijom lica, pozicionira ih na virtualne modele te ih individualizira alatima za dizajn (3). Pripremljeni dizajn zatim se ispisuje 3D printerom, a preko njega se otisne silikonski ključ koji služi za probu u ustima (engl. *mock up*). Prilikom probe u ustima pacijenti još uvijek mogu izraziti svoje želje, a stomatolog prema tome na licu mjesta dodaje ili oduzima materijal sve dok pacijent nije zadovoljan. Korigirani se *mock-up* odskenira te se prema njemu radi konačan rad, a isti nam služi kako bismo preko njega brusili.

Brušenjem preko *mock-upa* uklanja se minimalna količina tvrdog zubnog tkiva jer je brušenje smanjeno za volumen koji će buduća ljuska dodati samom zubu. Za postizanje optimalnog estetskog izgleda preporučuje se da debljina ljuske bude od 0,3 do 0,9 mm (16). Veća korekcija prirodne boje zuba zahtijeva deblju ljusku i samim time opsežnije brušenje. Preparacija bi cervikalno trebala imati zaobljenu stepenicu te kad god je moguće biti postavljena supragingivno. Granice preparacije pomiču se što više iza susjednih zubi, ali po mogućnosti uz očuvanje prirodne kontaktne plohe. Incizalni se brid ne mora kratiti, ali njegovim se kraćenjem postižu veća mehanička otpornost i bolja estetska svojstva ljuske zbog veće translucencije ruba (21). Skener može registrirati samo ono što je vidljivo oku pa je kod uzimanja digitalnog otiska važno osigurati direktnu vizualizaciju željenog područja. Na virtualnom modelu terapeut može lako uočiti nepravilnosti i korigirati pogreške na licu mjesta bez da ponavlja sken cijele čeljusti. Nakon završetka brušenja izrađuje se ordinacijski provizorij pomoću posebnih kompozitnih materijala i *mock-upa* preko kojeg smo brusili. Iznimno je važno pažljivo obraditi rubove i ispolirati sve površine privremenog nadomjeska kako bi se smanjila mogućnost iritacije i upale marginalne gingive koja može kompromitirati postupak adhezivnog cementiranja.

Za izradu ljuski prema digitalnom protokolu, laboratorij mora imati CAD-CAM sustav. Ljuske se glođu do punog oblika u tzv. glodalicama iz posebnih keramičkih blokova ili diskova, a kasnije se individualiziraju tehnikom bojanja. Keramike izbora su glinična keramika ili staklokeramike zbog njihovih odličnih estetskih te zadovoljavajućih mehaničkih svojstava. Strojna izrada keramičkih ljuski znatno štedi vrijeme te omogućuje jednoposjetnu terapiju.

Prije trajnog cementiranja gotovih ljuski važno je dobro provjeriti dosjed svake ljuske te odabrati prikladnu boju cementa. Ljuske se moraju obavezno cementirati adhezivno pomoću kompozitnih cemenata (17). Cementira se jedna po jedna kako bi se održala kontrola nad postupkom. Potrebno je posebno pripremiti unutarnju površinu ljuske jetkanjem i silanizacijom, a posebno površinu zuba čišćenjem, jetkanjem i nanošenjem adheziva. Važno je detaljno proučiti i poštivati upute proizvođača jer se postupak razlikuje za različite adhezijske sustave i različite keramičke sustave. Nakon cementiranja bitno je očistiti cement u suvišku, dobro ispolirati rubne dijelove gumicama te završno provjeriti okluziju. Za kraj terapije potrebno je dokumentirati ono što smo napravili završnom fotografijom i digitalnim otiskom. Osim što predstavljaju medicinsku dokumentaciju oni su i svojevrsan dokaz kvalitete našega rada.

7. ZAKLJUČAK

Digitalni protokol izrade estetskih vestibularnih ljuski ima mnoge prednosti nad analognim protokolom rada. Prije svega znatno je olakšana komunikacija između doktora i dentalnog tehničara te doktora i pacijenta. Razni programi za virtualno planiranje osmijeha pacijenta čine aktivnim sudionikom u planiranju terapije jer može izraziti svoje želje i dati sugestije pri dizajnu. Komunikacija s tehničarom također je znatno olakšana jer se sve bitne informacije o radu nalaze na jednom mjestu. Svaku pogrešku doktor može se lako uočiti na računalu te ju korigirati u kratkom vremenu. Strojnom izradom u glodalicama ljuske mogu biti gotove u par sati, a dodatno ih je potrebno samo individualizirati bojanjem. Smanjeno je ukupno trajanje terapije, mogućnost pogreške svedena je na minimum, a rezultat terapije je predvidiv zbog čega je zadovoljstvo pacijenata veće. Negativna je strana ulaganje materijalnih sredstava u skupu aparaturu te ulaganje vremena i truda u savladavanje tehnike rada. Međutim, ako uzmemo u obzir sve prednosti postaje jasno da će digitalni protokol rada s vremenom u potpunosti zamijeniti analogni.

8. LITERATURA

1. Gürel G. Znanje i vještina u izradi estetskih keramičkih ljusti. Berlin: Quintessence Publishing Co. 2009; 61-109p.
2. El-Mowafy O, El-Aawar N, El-Mowafy N. Porcelain veneers: An update. *Dental and Medical Problems*. 2018;55(2):207–11.
3. Jakovac M, Stolica D, Temperani M, Vražić D, Šnjarić D, Kutleša Oroši I, i ostali, urednici. *Protokol*. Zagreb: Stega-tisak; 2023. 351-409p.
4. van der Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y. Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. *PLoS One*. 2012;7(8):e43312
5. Alghazzawi TF. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *J Prosthodont Res*. 2016;60(2):72-84.
6. Čatović A, Komar D, Čatić A i sur. *Klinička fiksna protetika I - Krunice*. Zagreb: Medicinska naklada; 2015. 198-200p.
7. Čatić A. Vestibularne keramičke ljuste. *Sonda*. 2007;14-15(1):46-7
8. Jakovac M, Stolica D, Temperani M, Vražić D, Šnjarić D, Kutleša Oroši I, i ostali, urednici. *Protokol*. Zagreb: Stega-tisak; 2023. 11-23p.
9. Uhač I. Pretprotetska priprema pacijenta. In: Čatović A, Komar D, Čatić A, ed. *Klinička fiksna protetika: Krunice*. Zagreb: Medicinska naklada; 2015. 11-9p.
10. Mehulić K, Mehadžić K. Pretprotetska priprema pacijenta u fiksnoj protetici. *Sonda*. 2014;15(28):25-8.
11. Agrawal V, Kapoor sonali. Color and Shade Management in Esthetic Dentistry. *Universal Research Journal of Dentistry*. 2013;1(3):120–7
12. Knezović Zlatarić D. Osnove estetike u dentalnoj medicini. Zagreb: Hrvatska komora dentalne medicine; 2013;4:55-56
13. Reyes J, Acosta P, Ventura D. Repeatability of the human eye compared to an intraoral scanner in dental shade matching. *Heliyon*. 2019;23(7):e02100. Dostupno na: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02100>
14. Akl MA, Mansour DE, Zheng F. The Role of Intraoral Scanners in the Shade Matching Process: A Systematic Review. *J Prosthodont*. 2023;32(3):196-203.
15. Garcia PP, da Costa RG, Calgaro M, Ritter AV, Correr GM, da Cunha LF, Gonzaga CC. Digital smile design and mock-up technique for esthetic treatment planning with porcelain laminate veneers. *J Conserv Dent*. 2018;21(4):455-8.
16. Gürel G. Znanje i vještina u izradi estetskih keramičkih ljusti. Berlin: Quintessence Publishing Co. 2009;253-74.p

17. Jakovac M., Kranjčić J., i sur. Pretklinička i laboratorijska fiksna protetika. Zagreb: STEGATISAK; 2020. 87-90p.
18. Baratieri LN. Esthetics: Direct Adhesive Restoration on Fractured Anterior Teeth. Sao Paulo: Quintessence; 1998.35-56p.
19. Nixon RL. Porcelain veneers. An esthetic therapeutic alternative. Chicago: Quintessence; 1990.
20. Touati B, Miara P, Nathanson D. Esthetic Dentistry and Ceramic Restorations. New York: Martin Dunitz; 1999. 93-113p.
21. Karlsson S, Landahl I, Stegersjo G, Milleding PA. A clinical evaluation of ceramic laminate veneers. *Int J Prosthodont.* 1992;5:447-51.
22. Magne P, Kwon KR, Belser UC, Hodges JS, Douglas WH. Crack propensity of porcelain laminate veneers: A simulated operator evaluation. *J Prosthet Dent.* 1999;81:327-34.
23. Shillingburg Jr HT, Hobo S, Whitsett LD, al e. Fundamentals of Fixed Prosthodontics. 3 ed. Chicago: Quintessence; 1997. p. p. 79-93
24. Olgard L, Brannstorm M, Johnson G. Invasion of bacteria into dentinal tubules. Experiments in vivo and in vitro. *Acta Odontologica Scandinavica.* 1974;32:61-70.
25. Horvat K. Minimalno invazivno brušenje za estetsko zbrinjavanje prednjih zubi [Završni specijalistički]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet; 2019 [pristupljeno 28.08.2023.] Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:127:322951>
26. Christensen GJ. Will digital impressions eliminate the current problems with conventional impressions? *J Am Dent Assoc.* 2008;139:761-763.
27. Panian Z. Digitalni otisak u fiksnoprotetskoj terapiji [Diplomski rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet; 2020 [pristupljeno 27.08.2023.] Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:127:135207>
28. Seltzer S, Bender IB. The Dental Pulp: Biologic Considerations in Dental Procedures 3rd ed Philadelphia, PA. Lippincot 1984. 345-421p.
29. Shillingburg Jr HT, Hobo S, Whitsett LD, al e. Fundamentals of Fixed Prosthodontics. 3 ed. Chicago: Quintessence; 1997. 225-256p.
30. Narcisi EM, Culp L. Diagnosis and treatment planning for ceramic restorations. *Dent Clin North Am.* 2001;45:127-42.
31. Gürel G. Znanje i vještina u izradi estetskih keramičkih ljuski. Berlin: Quintessence Publishing Co. 2009; 301-9.p

32. Milardović S, Mehulić K, Viskiće J, Jakšić A. Cementiranje potpuno keramičkih protetskih radova. *Sonda*. 2010;1:52-5.
33. Kelly JR. Dental ceramics: Current thinking and trends. *Dent Clin North Am* 2004;48(2):513-30
34. Fashbinder DJ. Restorative material options for CAD/CAM restorations. *Compend Contin Educ Dent*. 2002;23:911-20.
35. Ledić K. Ispitivanje optičkih svojstava zubnih keramika [Disertacija]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet; 2015 [pristupljeno 31.08.2023.] Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:127:835700>
36. Baltzer A, Kaufmann-Jinoian V, Kurbad A, Reichel K. CAD/CAM i potpuna keramika: estetski nadomjesci u stomatološkoj praksi. Zagreb, *Media ogled* 2009; 131-133p.
37. Turgut S, Bagis B. Effect of resin cement and ceramic thickness on final color of laminate veneers: an in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2013;109(3):179-86.
38. Jakovac M, Stolica D, Temperani M, Vražić D, Šnjarić D, Kutleša Oroši I, i ostali, urednici. *Protokol*. Zagreb: Stega-tisak; 2023. 629-641p.
39. Jakovac M., Kranjčić J., i sur. *Preklinička i laboratorijska fiksna protetika*. Zagreb: Stegatisak; 2020. 209-14p.

9. ŽIVOTOPIS

Lea Grzela rođena je 9. ožujka 1998. godine u Zagrebu. Osnovnoškolsko obrazovanje stekla je u Osnovnoj školi Tituša Brezovačkog, a srednjoškolsko u Gimnaziji Lucijana Vranjanina. Studij Dentalne medicine na Stomatološkom fakultetu u Zagrebu upisuje 2017. godine. Za vrijeme studiranja bila je aktivna članica studentske sekcije za stomatološku protetiku. U sklopu rada sekcije držala je predavanje na 5. Simpoziju studenata dentalne medicine u Muzičkoj akademiji te na konferenciji sekcije za bazične znanosti u Hotelu Dubrovnik. Za vrijeme pandemije koronavirusom volontirala je u Kliničkoj bolnici „Sveti Duh“. Tijekom studiranja bila je demonstratorica na Zavodu za dentalnu antropologiju Stomatološkog fakulteta te student mentor mlađim kolegama. Od 2020. godine asistira u privatnoj stomatološkoj ordinaciji u Zagrebu.