

# Brušenje u restaurativnoj dentalnoj medicini

---

**Elezović, Alba**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*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:127:363619>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-04-18**



*Repository / Repozitorij:*

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





Sveučilište u Zagrebu

Stomatološki fakultet

Alba Elezović

# **BRUŠENJE U RESTAURATIVNOJ DENTALNOJ MEDICINI**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2020.

Rad je ostvaren u: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za endodonciju i restaurativnu stomatologiju

Mentor rada: doc. dr. sc. Jurica Matijević, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za endodonciju i restaurativnu stomatologiju

Lektor hrvatskog jezika: Valerija Pintarić, mag.educ.philol.croat.

Lektor engleskog jezika: Iva Varga, mag.educ.philol.angl.

Sastav Povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Datum obrane rada: \_\_\_\_\_

Rad sadrži: 42 stranice

0 tablica

12 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 drukčije navedeno, sve ilustracije (tablice, slike i dr.) u radu su izvorni 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 njihovog podrijetla.

## **Zahvala**

Zahvaljujem svom mentoru, doc. dr. sc. Jurici Matijeviću, na pomoći i savjetima tijekom izrade ovog diplomskog rada.

S puno ljubavi zahvaljujem svojim roditeljima, niste sumnjali u mene ni u jednom trenutku, nadam se da vam je ova diploma na ponos.

Hvala mojoj sestri, moja si podrška i glas razuma u trenucima panike.

Hvala svim mojim prijateljicama i prijateljima, uljepšali ste mi posljednjih 6 godina života i zbog vas bih ih ponovila ponovno.

Volim vas sve!

# **BRUŠENJE U RESTAURATIVNOJ DENTALNOJ MEDICINI**

## **Sažetak**

Brušenje je svakodnevni postupak u radu kliničara i neizostavan dio restaurativne dentalne medicine. Od izuma prvih nasadnih i rotirajućih instrumenata do danas, brusni su instrumenti drastično napredovali. Danas ih na tržištu možemo naći u raznovrsnim oblicima, izrađene od razolikih materijala i sa specifično preporučenim namjenama. Osim rotirajućih instrumenata posljednjih se godina tržištu predstavljaju ultrazvučni i zvučni instrumenti, oscilirajući instrumenti i laseri. Svi instrumenti koji se koriste pri brušenju imaju svoje prednosti i nedostatke te zahtijevaju teorijsko i praktično znanje o njihovoj primjeni. Nakon obavljenog brušenja, brusna se tijela temeljito čiste, dezinficiraju i steriliziraju različitim metodama u koje doktor dentalne medicine također mora biti upućen.

Iako je učestao, brušenje je rizičan zahvat koji može prouzrokovati različite kratkoročne i dugoročne komplikacije. Širenjem ponude brusnih tijela raste i broj mogućih komplikacija koje se mogu očekivati prilikom brušenja ukoliko se ne poštuju indikacije, preporučene brzine i primjenjuje neprikladna sila pri brušenju. Upravo zato pravilna i pravovremena edukacija doktora dentalne medicine o brušenju i brusnim instrumentima omogućava prevenciju ili barem pravilnu sanaciju svih mogućih komplikacija.

**Ključne riječi:** brušenje zuba; restaurativna dentalna medicina; rotirajući instrumenti

## **DENTAL CUTTING IN RESTORATIVE DENTAL MEDICINE**

### **Summary**

Tooth preparation is an everyday procedure in the work of a clinician and an indispensable part of restorative dental medicine. Since the invention of the first dental handpieces and rotary instruments, cutting instruments have been substantially improved until today. Nowadays they are available in a variety of shapes, made from different materials and with specific use recommendations considering the material type, rotation speed and recommended pressure. Besides rotary instruments, ultrasonic and sonic instruments, oscillating instruments and lasers have all been introduced to the dental profession during recent years. All the instruments used for tooth preparation have their own advantages and disadvantages, and require theoretical and practical knowledge about their use. After the cutting or grinding procedure is finished, the instruments should be thoroughly cleaned, disinfected and sterilized using different methods, about which the dentist also has to be informed.

Although frequent, dental cutting is a risky procedure that can cause a variety of short-term and long-term complications. Broadening of the supply of cutting instruments increases the number of possible complications that can arise during the tooth preparation procedure. However, correct and prompt education of dentists about the principles of tooth preparation and instruments used, enables the prevention or, at least, the damage control in case of eventual complications.

**Keywords:** tooth preparation; restorative dental medicine, rotary instruments

## SADRŽAJ

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 1. UVOD .....                                                | 1  |
| 2. POVIJEST .....                                            | 3  |
| 3. TIPOVI NASADNIH INSTRUMENATA.....                         | 5  |
| 3.1. Turbina .....                                           | 6  |
| 3.2. Koljičnik.....                                          | 7  |
| 3.3. Nasadnik.....                                           | 9  |
| 3.4. Ultrazvučni i zvučni instrumenti .....                  | 9  |
| 3.5. Laseri .....                                            | 10 |
| 4. TIPOVI BRUSNIH TIJELA .....                               | 11 |
| 4.1. Turbinska brusna tijela .....                           | 12 |
| 4.1.1. Dijamantna svrdla.....                                | 12 |
| 4.1.2. Volfram-karbidna svrdla .....                         | 13 |
| 4.1.3. Keramička svrdla.....                                 | 14 |
| 4.1.4. Brusna tijela za mikropreparacije .....               | 14 |
| 4.1.5. Brusna tijela za finiranje i poliranje .....          | 15 |
| 4.2. Brusna tijela za koljičnik.....                         | 18 |
| 4.2.1. Čelična svrdla .....                                  | 18 |
| 4.2.2. Volfram-karbidna svrdla .....                         | 18 |
| 4.2.3. Keramička svrdla.....                                 | 19 |
| 4.2.4. Polimerna svrdla.....                                 | 19 |
| 4.3. Profin® sustav brusnih tijela .....                     | 19 |
| 4.4. Brusna tijela za endodonciju .....                      | 20 |
| 4.5. Brusna tijela za ultrazvučne i zvučne instrumente ..... | 20 |
| 5. BRZINE BRUŠENJA .....                                     | 22 |
| 6. OPASNOSTI I PROBLEMI PRI BRUŠENJU .....                   | 24 |
| 6.1. Ozljeđe okolnih tkiva .....                             | 25 |
| 6.2. Reakcija pulpodentinskog kompleksa na brušenje.....     | 26 |
| 7. ODRŽAVANJE, ČIŠĆENJE, DEZINFEKCIJA I STERILIZACIJA.....   | 28 |

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 7.1. Nasadni instrumenti..... | 29 |
| 7.2. Brusna tijela.....       | 29 |
| 8. RASPRAVA.....              | 32 |
| 9. ZAKLJUČAK .....            | 34 |
| 10. LITERATURA.....           | 36 |
| 11. ŽIVOTOPIS .....           | 41 |



## Popis skraćenica

Er:YAG laser – (*eng. Erbium – doped: Yttrium – Aluminum – Garnet laser*) – Erbij:YAG laser

FG – (*eng. friction grip*) – retencija frikcijom

ISO – (*eng. International Organization for Standardization*) – Međunarodna organizacija za normizaciju

LASER - (*eng. Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) – pojačanje svjetlosti pomoću stimulirane emisije zračenja

RA – (*eng. round right angle*) – retencija na osigurač

rpm - (*eng. revolutions per minute*) – okretaji u minuti



Restaurativna dentalna medicina je grana stomatologije kojoj je osnovna zadaća nadoknada izgubljenog zubnog tkiva, a time i funkcijska rehabilitacija zuba. Razvojem novih i naprednijih materijala, osim funkcijske, restaurativna stomatologija omogućuje i estetsku rehabilitaciju. Zubni karijes je i dalje najčešći uzročnik gubitka tvrdog zubnog tkiva, ali gubitak može nastati i traumom, atricijom, abrazijom, erozijom ili abfrakcijom (1). Općenito su restaurativni postupci svakodnevnica većini kliničara i upravo zbog toga iziskuju posebnu pozornost. Svaki restaurativni zahvat, nakon adekvatnih dijagnostičkih postupaka, uključuje i uklanjanje dijela tvrdog zubnog tkiva brušenjem. Iako primarno uklanjamo patološki promijenjeno zubno tkivo, prilikom preparacije zuba uglavnom je nužno ukloniti i dio zdravog zubnog tkiva kako bismo osigurali adekvatnu retenciju restaurativnog materijala, otpornost preostalog zubnog tkiva i posljedično dugotrajniju restauraciju. S obzirom da trajnost i uspjeh restauracije uvelike ovise o preostalom zdravom zubnom tkivu, moderna restaurativna stomatologija sve više teži minimalno invazivnim tehnikama preparacije i adhezivnim materijalima koji joj to omogućuju. Iako je brušenje u dentalnoj medicini općenito rutinski postupak, sa sobom nosi rizike oštećenja kako tvrdih i mekih tkiva, tako i zubne pulpe. Takva se oštećenja često mogu izbjeći odabirom adekvatnih brusnih instrumenata. Danas na tržištu postoji raznolika ponuda koja se iz dana u dan proširuje što može predstavljati izazov pri odabiru, posebice neiskusnim kliničarima.

Svrha je ovog rada dati jasan pregled instrumenata koji se koriste pri brušenju u restaurativnim postupcima, njihovih osnovnih karakteristika, prednosti i mana te održavanja, čišćenja i sterilizacije istih. S obzirom na učestalost restaurativnih postupaka u svakodnevnom radu, svaki bi doktor dentalne medicine trebao znati navedene informacije kako bi jasnije i lakše odabrao adekvatne instrumente s obzirom na potreban zahvat.



Iako su i ranije postojali različiti načini uklanjanja tvrdog zubnog tkiva, brušenje u stomatologiji započinje tek sredinom 19. stoljeća. Stomatolog George F. Green 1868. godine predstavlja pneumatski ručni nastavak koji se pokretao na nožni pogon. James B. Morrison 1871. godine patentira prvu ručnu bušilicu na pogon motora. Ove su prve bušilice bile nespretne, onemogućavale su potrebnu kontrolu brušenja i postizale su maksimalnu brzinu od 600 do 800 okretaja u minuti (rpm), što je uklanjanje zubnog tkiva činilo dugotrajnijim i zamornim (2). Na tržištu se 1914. godine pojavljuju bušilice na električni pogon koje postižu brzinu do 3000 rpm, a revolucija u dentalnoj praksi započinje 1949. godine, kada je John P. Walsh patentirao prvu bušilicu na turbinski pogon. Ovaj je izum unaprijeđen 1957. godine kada Dentsply tržištu predstavlja Borden Airotor, prvu komercijalno dostupnu zračnu turbinu s kontrakutom koja je postizala brzine i do 300 000 rpm (3).

Usporedno s razvojem ručnih nastavaka razvijala su se i svrdla. Prva su svrdla izrađivana od čelika ili tungsten-karbida. Ipak do kraja 19. stoljeća, posebice u restaurativnoj stomatologiji, u upotrebi su bili diskovi od silicijevog karbida i različiti kamenčići jer su se čelična svrdla pokazala neučinkovitima u rezanju cakline. To je najviše vrijedilo za zdravu caklinu, koja se prema tadašnjim pravilima preventivne ekstenzije prilikom preparacije kaviteta uklanjala u velikoj mjeri. Nijemcima Willmanu i Schroederu pripisuje se izum prvog dijamantnog svrdla 1897. godine. Prvotna su dijamantna svrdla izrađivana utiskivanjem dijamantnog praha u mekane metale kao što je bakar. W. H. Drendel je 1932. godine osmislio način svezivanja dijamantnog vrška na čelična svrdla što predstavlja osnovu modernog dijamantnog svrdla. Između 1939. i 1945. godine, zbog manjka materijala kao što su čelik i silicijev karbid koji su bili iskorištavani u vojne svrhe, raste interes za razvoj dijamantnih svrdala. Nakon Drugog svjetskog rata, usporedno s razvojem brzovrtećih turbina, smanjuju se veličine dijamantnih svrdala i mijenjaju njihovi oblici te im se tako upotreba značajno proširuje (4).

### **3. TIPOVI NASADNIH INSTRUMENATA**

Nasadni instrumenti dio su osnovnog instrumentarija u modernoj dentalnoj praksi u koje umećemo sve rotirajuće instrumente. Razlikuju se tri osnovna tipa: turbina, koljičnik i nasadnik. U restaurativnoj dentalnoj medicini najčešće su u upotrebi turbina i koljičnik, dok se nasadnik obično upotrebljava u drugim granama stomatologije. Turbina i koljičnik konstruirani su s kontrakutom radi preciznije kontrole pokreta, pa se pri rukovanju primjenjuje hvat olovke, dok je nasadnik ravan nastavak kod kojeg se primjenjuje hvat dlana i palca (5).

### 3.1. Turbina

Turbinski nastavak je onaj koji kao pokretačku snagu rotora koristi stlačeni zrak, (Slika 1.). Suvremene turbine postižu brzine od 160 000 do 500 000 rpm, što omogućava brže i efikasnije uklanjanje tvrdog zubnog tkiva (5). Osim toga turbinski su nastavci manji i lakši, što smanjuje zamor i time kliničaru uvelike olakšava dugotrajniji rad. Također, nabava i popravak turbinskog nastavka relativno su jeftini, što pridonosi raširenosti njihove upotrebe. Kao negativne karakteristike turbine navode se mali okretni moment i veća buka koju proizvode (6). Mali okretni moment (*torque*) rezultira usporavanjem svrdla u turbini pri svakom jačem kontaktu, a to usporavanje može iznositi i preko 40%, ovisno o tvrdoći brušenog materijala (7).



Slika 1. Turbinski nasadni instrument. Preuzeto ljubaznošću doc. dr. sc. Jurice Matijevića.

U turbinskim se nastavcima koriste svrdla glatkog drška koja retiniraju frikcijom (*friction grip* - FG). Na stražnjoj strani glave turbine postoji gumb koji se pritisne kako bi se

hvataljka za svrdlo unutar glave malo proširila i omogućila umetanje svrdla. Kada pritisak na gumb prestane, hvataljka se zatvara oko svrdla koje postaje učvršćeno u glavi turbine (5).

Osim navedenog gumba, glava turbine sadrži još i svjetlovod ili samostalni izvor svjetla za osvjetljavanje radnog polja te mlaznice za vodu. Vodeno hlađenje je, zbog velikih brzina koje turbina razvija, apsolutno nužno, a sam broj mlaznica na glavi turbine može varirati. Dokazano je da turbine sa samo jednim otvorom mlaznice pružaju veći dotok vode u usporedbi s turbinama koje imaju dva ili tri otvora, što može otežavati preglednost radnog polja (8). Iako povećani dotok vode dokazano poboljšava efikasnost brušenja, više mlaznica omogućava ravnomjernije hlađenje i ispiranje, osobito u situacijama gdje samo jedna mlaznica može biti blokirana zbog kuta brušenja ili druge opstrukcije (9).

Turbina se primjenjuje prilikom brušenja i obrade tvrdih struktura, što u restaurativnoj stomatologiji podrazumijeva rezanje cakline, finu obradu caklinskih rubova, završnu obradu postavljenih ispuna te skidanje starih ispuna (5). Unatoč njezinim nedostacima, a zahvaljujući prednostima, turbina je i dalje najčešće primjenjivani nastavak pri svakodnevnom radu kliničara.

### **3.2. Koljičnik**

Koljičnik je nastavak kojim se sila prenosi izravno s električnog ili zračnog mikromotora, što rezultira općenito manjim brzinama vrtnje. Brzina se može odabrati ugrađenim programatorima u zubnoj strojnoj jedinici, na samom mikromotoru (posebice kod zračnih) ili konstrukcijom nasadnog instrumenta pri čemu se isti označava vrpčama zelene, plave ili crvene boje (10). Općenito, brzina zračnih mikromotora je do 20 000 rpm, a električnih do 40 000 rpm. Zračni su cjenovno najpovoljniji uz manji okretni moment, veću buku i manju mogućnost kontrole okretnog momenta. Električne mikromotore možemo podijeliti na one s četkicama i bez četkica (indukcijski ili tzv. „brushless“ mikromotori). Motori s četkicama predstavljaju cjenovno prihvatljivu investiciju, međutim nije ih moguće sterilizirati te je četkice potrebno mijenjati. Osjetljivi su na nehotečno curenje ulja iz nasadnih instrumenata, moguće je elektronski kontrolirati brzinu, ali uglavnom ne i okretni moment. Indukcijski mikromotori su najnapredniji, koriste faznu strujnu kontrolu brzine vrtnje i okretnog momenta, s njima je moguće postići kontinuirao visoke brzine uz visoki okretni moment, elektronski nadzirati i kontrolirati okretni moment, a zbog njihove konstrukcije



moгуće ih je i sterilizirati. Brzina koju svrdlo postiže označena je omjerom prijenosa na nasadnom instrumentu, koji nam govori o odnosu broja okreta motora i svrdla, (Slika 2.). Općenito, koljičnici postižu brzine od 500 do 40 000 rpm, ovisno o omjeru prijenosa uz izuzetak crvenog koljičnika čiji omjer prijenosa od 1:5 omogućava brzine vrtnje i do 200 000 rpm (11, 5). Navedene manje brzine vrtnje omogućuju poboljšani taktilni osjet kliničara pri brušenju, a i upotrebu bez vodenog hlađenja pri manjim brzinama, čime je poboljšana vidljivost radnog polja. Nedostatak je koljičnika relativno skupa cijena nabave i popravaka, posebice u usporedbi s turbinom.



Slika 2. Koljičnici označeni obojanim vrpčama i omjerima prijenosa. Preuzeto ljubaznošću doc. dr. sc. Jurice Matijevića.

Svrdla u glavi koljičnika retiniraju mehanički, a na dršku sadrže utor s jedne strane (*round right angle* - RA). Sam osigurač na glavi koljičnika može biti na gumb ili na polugu (12).

Iznimka ovome je crveni koljičnik u koji se umeću klasična dijamantna svrdla glatkog drška uz obavezno vodeno hlađenje. Zbog svojih se specifičnosti, kao što je velika brzina okretaja i veliki okretni moment, pokazao iznimno učinkovitim u uklanjanju kako zubnog tkiva, tako i ostalih materijala u stomatologiji. Različita su in vitro istraživanja pokazala kako je primjena koljičnika učinkovitija od turbine, što znači da je u jednakom vremenu i primjenom jednake sile moguće ukloniti više materijala (12, 13).

Koljičnik se, pri manjim brzinama, u restaurativnoj stomatologiji primjenjuje za čišćenje karijesom zahvaćenog dentina, finu obradu rubova kaviteta i ispuna, pri čemu se osim svrdala koriste i različiti abrazivni diskovi, četkice i gumice (5). Crveni koljičnik je svoju primjenu našao pretežito u protetici gdje zbog svoj visokog okretnog momenta omogućuje precizne i glatke prijelaze kod izrade bataljaka, a omogućuje i brže i jednostavnije skidanje starih protetskih nadomjestaka.

Osim koljičnika, preko pogona električnog motora funkcioniraju i noviji recipročni sustavi kao što je Profin® sustav. Sadrži posebno konstruirani nasadni instrument i plosnate abrazivne nastavke čiji vrh linearno oscilira. Tako konstruirani nastavci omogućuju olakšan i precizniji pristup aproksimalnim površinama, a zbog ograničenih kretnji vrha nastavka nije potrebno vodeno hlađenje što poboljšava vidljivost i preglednost radnog polja. U restaurativnoj stomatologiji Profin® sustav koristi se za završnu obradu caklinskih rubova, aproksimalnih ispuna, oblikovanje incizalnog ruba te uklanjanje prevjesa. Osim navedenih, moguća je njegova primjena i u drugim granama stomatologije kao što su parodontologija i ortodoncija. Važno je naglasiti kako je jedno istraživanje pokazalo kako se navedeni recipročni sustavi obavezno moraju koristiti uz završno poliranje kako bi se reducirala hrapavost površine interproksimalne cakline (14).

### **3.3. Nasadnik**

Nasadnik je ravni, sporovrteći nasadni instrument koji također pokreće električni motor. Postiže brzinu od 20 000 do 40 000 rpm, što ovisi o brzini vrtnje motora jer je sam nasadni instrument najčešće konstruiran sa standardnim omjerom prijenosa 1:1 i označen plavom vrpcom (11). Tradicionalno se koristi u zubotehničkim laboratorijima i protetici za frezanje i prilagodbu različitih akrilatnih elemenata, a danas i u okviru maksilofacijalne kirurgije i implantologije, pri čemu može imati unutarnje i vanjsko vodeno hlađenje te svjetlovod ili drugi izvor svjetla.

### **3.4. Ultrazvučni i zvučni instrumenti**

U ultrazvučnim nasadnim instrumentima električna se energija piezoelektričnim učinkom pretvara u oscilacije frekvencije od 6 500 do 50 000 Hz, a u zvučnima < 6 500 Hz,

što se očituje vibracijama vrška radnog dijela (15). Iako se ovi instrumenti tradicionalno upotrebljavaju za uklanjanje mekih i tvrdih naslaga na zubu, danas je njihova primjena izrazito proširena razvojem različitih nastavaka.

U restaurativnoj stomatologiji koriste se za mikropreparacije, posebice aproksimalne. Za ove instrumente postoje posebno konstruirani nastavci presvučeni dijamantnom prašinom. Kao nedostatak ovih instrumenata navodi se manja efektivnost, odnosno duže vrijeme potrebno za izradu kaviteta. Međutim, novije generacije ultrazvučnih instrumenata proizvode manje buke i izazivaju manji osjećaj nelagode, što je posebice povoljno prilikom rada sa uplašenim pacijentima i djecom (16).

### 3.5. Laseri

Riječ laser zapravo je akronim engleskog izraza *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, a označava cijeli uređaj koji stvara, pojačava i emitira lasersku zraku. Dakle ovdje je riječ o cijelom uređaju, a ne samo nasadnom instrumentu. Već iz toga proizlaze nedostaci lasera. Nabava cjelokupnog uređaja je skupa, a potrebna je i detaljnija edukacija o njihovom korištenju. Prednosti nalikuju onima ultrazvučnih instrumenata: proizvode manje neugodan zvuk i uzrokuju subjektivno manji osjećaj nelagode za pacijenta, iako zbog mehanizma djelovanja i učinka termo- i foto- akustičkih učinaka nisu apsolutno tihi (17). Laseri su se pokazali iznimno korisnima kako u dijagnostici, tako i u operativnoj primjeni, koja unutar restaurativne stomatologije uključuje i preparaciju kaviteta.

Prema agregatnom stanju medija koji proizvodi lasersku zraku razlikujemo:

1. plinski medij (npr. CO<sub>2</sub> laser, argonski laser)
2. kruti medij (npr. Er:YAG laser, Nd:YAG laser)
3. tekući medij (npr. promjenljivi laser)

Lasери mogu proizvoditi pulsne ili kontinuirane valove, a prema snazi razlikujemo niskoenergetske i visokoenergetske sustave. Za uklanjanje karijesa i ablaciju tvrdih zubnih tkiva koriste se visokoenergetski sustavi koji izazivaju taljenje kristala hidroksilapatita na temperaturama između 700°C i 1000°C.

Današnji laserski sustavi u stomatologiji većinom se zasnivaju na Er:YAG laserima. Energija Er:YAG lasera se u velikoj mjeri apsorbira u caklini i služi ablaciji tvrdih tkiva, što

štiti pulpu od mogućeg toplinskog oštećenja. Osim toga, uz Er:YAG lasere, moguća je primjena i vodenog hlađenja, što sprečava dehidraciju zubnog tkiva (18, 19).

#### **4. TIPOVI BRUSNIH TIJELA**

Iako pod pojmom brusna tijela prvenstveno podrazumijevamo svrdla, važno je napomenuti da u ovu skupinu spadaju i drugi instrumenti koji služe uklanjanju materijala kao što su abrazivni diskovi, gumice ili četkice. S obzirom da su svrdla ipak osnovni instrumenti i čija standardizacija postoji, ovdje će biti detaljnije prikazani.

Svako se svrdlo sastoji od drška, vrata i radnog dijela. Držak može biti gladak ili sadržavati utor, ovisno o nasadnom instrumentu za koji je svrdlo namijenjeno. Također može biti kraći ili duži, ovisno o namjeni svrdla. Radni je dio onaj koji reže te prema njegovom izgledu razlikujemo nekoliko osnovnih oblika: okruglo, fisurno, konično, obrnuto konično i kruškoliko. Osim navedenih osnovnih oblika, danas na tržištu postoji i široka ponuda varijacija. Obično za svaki od tih oblika proizvođač preporučuje određenu namjenu. Radni dio može biti zavaren na vrat svrdla ili izrađen iz jednog komada – monoblok. Monoblok se pokazao boljim zbog rjeđeg pucanja radnog dijela.

Svako svrdlo ima brojčanu oznaku prema *International Organization for Standardization* (ISO) standardima koja se izračunava iz njegovog promjera. Tako primjerice svrdlo promjera 0,8 mm sadrži brojčanu oznaku 008 (5). S obzirom da je ipak najčešća podjela prema nasadnom instrumentu uz koji se koriste, u daljnjem će tekstu biti tako predstavljena.

#### **4.1. Turbinska brusna tijela**

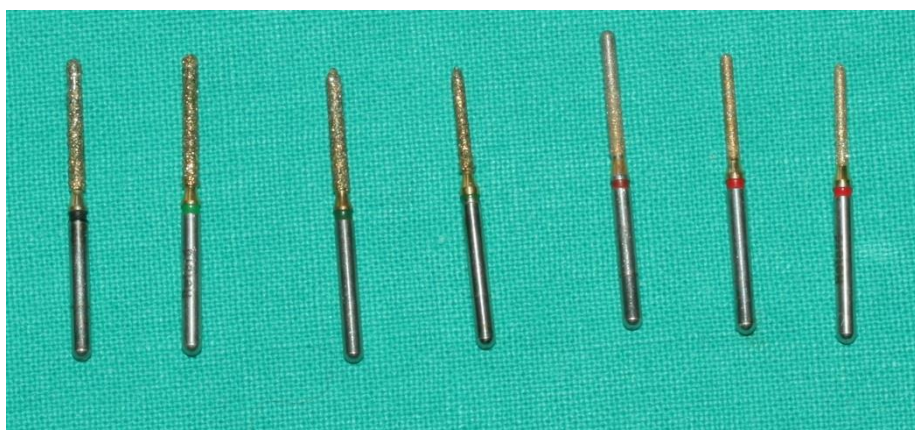
Turbinska brusna tijela nazivaju se još i FG brusna tijela jer imaju gladak držak koji unutar glave turbinske bušilice retinira isključivo frikcijom. S obzirom na velike brzine vrtnje turbine, ova su svrdla redovito manjeg promjera nego ona za koljičnik i koriste se uz obavezno vođeno hlađenje. Turbinska svrdla mogu se koristiti u turbinama standardne veličine ili u onima s malim glavama, koja su svoju primjenu našla u pedodonciji.

##### **4.1.1. Dijamantna svrdla**

Dijamantna svrdla najčešće su primjenjivana svrdla u turbinskim bušilicama. Držak i vrat izrađeni su od nehrđajućeg čelika, dok je radni dio prekriven dijamantnom prašinom. Čestice dijamanta mogu biti prirodne ili sintetske. Najčešće se ugrađuju u metalni matriks tijekom procesa elektrokemijske depozicije metala, ali neki ih proizvođači izrađuju

sinteriranjem ili primjenom adheziva. Čestice se mogu nanositi u jednom ili više slojeva. Kao prednost višeslojnih navodi se produžen vijek trajanja svrdla jer trošenjem površinskih čestica na površinu izlaze one iz donjih slojeva koje preuzimaju ulogu rezanja materijala. Metalni matriks prekriva 50-60% svake čestice i tako ju stabilizira, dok neprekriveni dio čestice obavlja funkciju svrdla (4).

Veličina dijamantnih čestica tj. granulacija izražava se kao promjer dijamantnih čestica u  $\mu\text{m}$ . Varira od ekstrakfine ( $30\ \mu\text{m}$ ) do ekstragrube ( $>180\ \mu\text{m}$ ), a označena je obojanim vrpčama na dršku svrdla, (Slika 3.). Odabir granulacije ovisi o zahvatu koji je potrebno obaviti, a kvaliteta površine nakon preparacije direktno ovisi o granulaciji dijamantnog svrdla. Tako su se primjerice pri reparaciji kompozita svrdla fine granulacije pokazala boljim od svrdala srednje i ekstrakfine granulacije (20).



Slika 3. Dijamantna svrdla označena različitim obojanim vrpčama, ovisno o granulaciji. Preuzeto ljubaznošću doc. dr. sc. Jurice Matijevića.

Kako bi se minimizirao rizik kontaminacije svrdala i prijenosa mikroorganizama među pacijentima, posljednjih su godina razvijena i jednokratna dijamantna svrdla. Dolaze u ograničenim granulacijama i imaju tanji sloj metala i dijamantne prašine, ali pokazuju adekvatnu sposobnost rezanja cakline (21).

#### **4.1.2. Volfram-karbidna svrdla**

Volfram-karbidna svrdla nazivaju se još i tungsten-karbidna ili samo karbidna svrdla. Proces izrade započinje izradom radnog dijela. Radni dio nastaje miješanjem volfram-karbidnog praha s različitim sastojcima, a ta se mješavina zatim različito tehnološki obrađuje

do završnog oblika. Izrađeni radni dio se zatim lota ili vari na vrat svrdla koji je, kao i držak, izrađen od nehrđajućeg čelika (5). Ova svrdla režu spiralno postavljenim oštricama čiji broj reznih bridova varira.

Oštrice volfram-karbidnog svrdla izrazito su otporne na trošenje što produžava njihov vijek korištenja, a pokazuju i veću efektivnost pri rezanju materijala od dijamantnog svrdla (22). Osim toga, nakon primjene ostavljaju manje površinskih neravnina na brušenom materijalu od dijamantnog svrdla (23, 24).

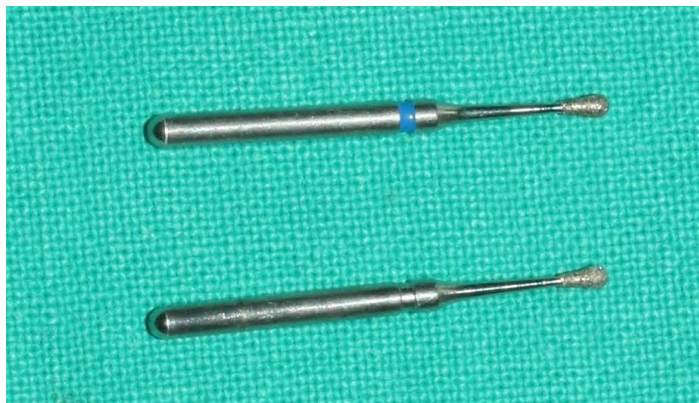
#### **4.1.3. Keramička svrdla**

Keramička svrdla izrađena su od aluminij-itrija ojačanog cirkonom. Ove polikristalne keramike pokazuju izrazito dobra mehanička svojstva koja se mogu usporediti s onima koje posjeduju metali. Svojstvo je keramike da slabije provodi toplinu, pa tako ova svrdla pokazuju manje zagrijavanje. Također su otporna na kemijsku koroziju i pokazuju pojačanu otpornost na trošenje, što im značajno produljuje vijek trajanja (25).

Keramička se svrdla u turbinskim bušilicama koriste u kirurgiji mekih tkiva kao zamjena za klasične kirurške ili elektrokirurške metode, primjerice pri gingivektomiji.

#### **4.1.4. Brusna tijela za mikropreparacije**

Shvaćanjem važnosti očuvanja tvrdih zubnih tkiva i razvojem minimalno invazivnih tehnika preparacije kaviteta razvila su se i različita svrdla za mikropreparaciju. Karakterizira ih manji radni dio za precizno uklanjanje isključivo oštećenog dijela cakline i stanjeni vrat koji omogućava poboljšanu vidljivost, (Slika 4.). U turbinskim bušilicama koriste se dijamantna i tungsten-karbidna svrdla za mikropreparaciju (26, 27).



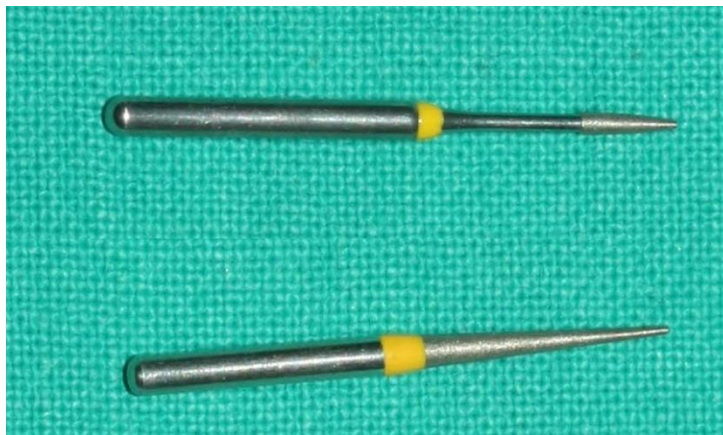
Slika 4. Dijamantna svrdla za mikropreparacije. Preuzeto ljubaznošću doc. dr. sc. Jurice Matijevića.

#### **4.1.5. Brusna tijela za finiranje i poliranje**

Jedan od najvažnijih koraka izrade ispuna svakako je njegova završna obrada kojom osiguravamo njegovu dugotrajnost u usnoj šupljini i postizemo konačnu estetiku ispuna. Finiranje je proces grube obrade kompozitnog ispuna u njegov konačni oblik i služi kao priprema za poliranje. Poliranjem se uklanjaju neravnine nastale prethodnom obradom te se postiže glatkoća i sjaj površine ispuna koji doprinosi njegovom prirodnom izgledu.

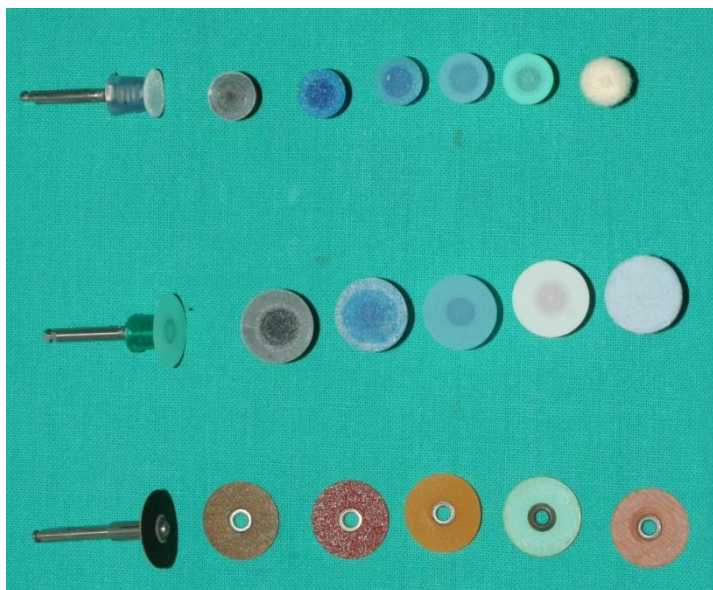
Finiranje i poliranje može se izvoditi dijamantnim svrdlima finijih granulacija ili tungsten-karbidnim svrdlima s većim brojem oštrica, (Slika 5.). Osim ovih već spomenutih brusnih tijela, za finiranje i poliranje koriste se abrazivni plastični ili papirnati diskovi, silikonski ili gumeni kolutovi, gumice i četkice. Ovi su se instrumenti pokazali boljim od svrdala za poliranje jer ostavljaju znatno glađe površine (23). Abrazivne čestice instrumenata za poliranje većinom su čestice aluminijevog oksida ili silikon-karbida, ali mogu sadržavati i sitnu dijamantnu prašinu.





Slika 5. Dijamantna svrdla za poliranje. Preuzeto ljubaznošću doc. dr. sc. Jurice Matijevića.

Abrazivni diskovi na radnoj plohi sadrže čestice od aluminijevog oksida ili silikon-karbida, a sama radna ploha može biti jednostrano ili obostrano. Diskovi obično imaju rupu u sredini putem koje se stavljaju se na nosač (mandrel) na kojem se drže putem centralnog gumba, ali mogu retinirati i bez rupe, (Slika 6.). Kada diskovi imaju rupu u sredini, kroz nju proviruje vrh mandrela te je potreban oprez prilikom obrade ispuna kako se ne bi ošteti kompozit. Diskovi se, prilikom završne obrade, primjenjuju od grubljih prema finijim granulacijama. Gumice za poliranje mogu biti izrađene od gume, silikona ili smolastog materijala i prekrivene su abrazivnim česticama, a dolaze u različitim oblicima poput diska, zvona ili plamena, (Slika 7.). Četkice za poliranje čine završni korak u obradi ispuna. Imaju vlakna izrađena od kevlar ili poliamida impregniranim silikon-karbidom, a također dolaze u različitim veličinama ili oblicima, (Slika 8.). Instrumenti za poliranje koriste se sami ili u kombinaciji s pastama i tekućinama za poliranje, a prilikom korištenja obavezna je upotreba vodenog hlađenja (28). Brusna tijela za finiranje i poliranje koriste se pri nižim brzinama vrtnje pa se koriste i uz koljičnik, odnosno dolaze u FG ili RA obliku.



Slika 6. Abrazivni diskovi s nosačima različitih vrsta retencije i granulacija. Preuzeto ljubaznošću doc. dr. sc. Jurice Matijevića.



Slika 7. Gumice za poliranje različitih oblika. Preuzeto ljubaznošću doc. dr. sc. Jurice Matijevića.



Slika 8. Četkice za poliranje s vlaknima od različitih materijala. Preuzeto ljubaznošću doc. dr. sc. Jurice Matijevića.

## 4.2. Brusna tijela za koljičnik

Brusna tijela za koljičnik ili RA svrdla u glavi nasadnog instrumenta retiniraju mehanički. Sadrže utor na dršku u koji upadne osigurač nasadnog instrumenta. Ovisno o brzini vrtnje svrdla, mogu se koristiti sa ili bez vodenog hlađenja.

### 4.2.1. Čelična svrdla

Čelična svrdla najstarija su svrdla u stomatologiji i u potpunosti su izrađena od nehrđajućeg čelika. Radni dio sadrži različiti broj oštrica pomoću kojih režu tkivo ili materijal. Unutar restaurativne stomatologije tradicionalno se koriste za uklanjanje karijesom zahvaćenog dentina, pri čemu prostor između oštrica svrdla omogućuje odlaganje odrezanog dentina. Iako su za navedenu primjenu iznimno učinkovita, postoji opasnost pretjerane preparacije, odnosno uklanjanja i zdravog dentina (29). Osim ove primjene koriste se i kao polireri amalgama, pri čemu imaju veći broj plićih oštrica. Nedostatak je čeličnih svrdala što njihove oštrice brže otupe, a i osjetljive su na koroziju pri procesima sterilizacije.

### 4.2.2. Volfram-karbidna svrdla

Volfram-karbidna svrdla mogu se koristiti i u koljičniku, (Slika 9.). Pri manjim brzinama također se koriste za ekskavaciju karijesom zahvaćenog dentina, a pri većim brzinama služe za uklanjanje starih ispuna te u protetici kao rezači metala i cirkona. Osim u koljičniku primjenjuju se i u nasadniku kao različite freze za obradu plemenitih i neplemenitih legura, titana, keramike, akrilata i kompozita (30).



Slika 9. Volfram-karbidna svrdla. Preuzeto ljubaznošću doc. dr. sc. Jurice Matijevića.

#### **4.2.3. Keramička svrdla**

Keramička svrdla, korištena pri manjim brzinama vrtnje, predstavljena su kao rješenje za problem pretjerane preparacije prilikom uklanjanja karijesom zahvaćenog dentina. Zahvaljujući mehaničkim svojstvima keramike, učinkovito uklanjaju razmekšali, kariozni dentin, dok minimalno uklanjaju tvrdu, zdravu zubnu supstancu (31). Negativne su karakteristike ovih svrdala njihova visoka cijena i krhkost.

#### **4.2.4. Polimerna svrdla**

Polimerna svrdla izrađena su od poliamida. Osmišljena su u sklopu minimalno invazivnih tehnika preparacije kako bi se maksimalno očuvao zdravi dentin. Međutim, prema dosadašnjim istraživanjima polimerna svrdla iziskuju dulje vrijeme preparacije uz čest nalazak rezidualnog karijesom zahvaćenog dentina (32, 33).

### **4.3. Profin® sustav brusnih tijela**

Profin® sustav ne spada u rotirajuće instrumente. Kao što je već spomenuto, ovaj sustav sadrži abrazivne nastavke (eng. *tips*) čiji vrh ne rotira, već radi oscilirajuće kretnje u duljini od 1.2 mm brzinom od 5000 do 7000 rpm. Kretnje vrha ne stvaraju dovoljnu toplinsku energiju da bi se ugrozio vitalitet zuba pa se ova brusna tijela mogu koristiti i bez upotrebe vodenog hlađenja, što kliničarima olakšava preglednost pri radu.

Nastavci imaju jednu radnu stranu i kao takvi omogućavaju primjenu na teško dostupnim mjestima kao što su aproksimalna i cervikalna područja. Dolaze i u različitim oblicima, što im proširuje primjenu, a svaki je oblik, prema uputama proizvođača, namijenjen za određene zahvate. Pokazala su se korisnim za rješavanje prevjesa te kod preparacija složenih kaviteta II. i V. razreda.

Dijamantni nastavci dolaze u različitim granulacijama, te služe za uklanjanje viška restorativnog materijala i prevjesa. Nastavci s tungsten-karbidom namijenjeni su za finiranje i predpoliranje ispuna. Dijamantni i tungsten-karbidni nastavci mogu se sterilizirati i višekratno koristiti. Polimerni nastavci služe za poliranje abrazivnim pastama na teško dostupnim mjestima i oni su jednokratni (34).

#### 4.4. Brusna tijela za endodonciju

Prema ISO standardizaciji svi se endodontski instrumenti dijele u 6 grupa. U drugoj grupi nalaze se RA svrdla koja se pokreću koljičnikom pri malim brzinama okretaja, a u tu grupu spadaju i Gates-Glidden i Peeso svrdla, (Slika 10.). Ova su svrdla izrađena od čelika i dolaze u šest veličina koje su označene linijama na dršku svrdla i tri duljine: 28, 32 i 38 mm (35). Radni im dio reže oštricama, a imaju i sigurnosni nerezujući vrh kako ne bi došlo do perforacije korijenskog kanala. Gates-Glidden svrdla imaju gracilniji vrat i za 0.2 mm su manja od Peeso svrdala u svim veličinama. Ova svrdla služe proširivanju koronarne i srednje trećine kanala (*"koronarni flaring"*), skidanju dentinskih prevjesa, uklanjanju starog punjenja pri reviziji te kao pilot svrdla za izradu nadogradnji.



Slika 10. Gates-Glidden (*gore*) i Peeso svrdla (*dole*). Preuzeto ljubaznošću doc. dr. sc. Jurice Matijevića.

Osim njih postoje još i svrdla po Mülleru koja su zapravo samo duža čelična, odnosno karbidna svrdla. Pri korištenju ovih svrdala potreban je dodatan oprez jer su agresivnija od Gates-Glidden i Peeso svrdala te može doći do perforacije stijenke zuba (36).

#### 4.5. Brusna tijela za ultrazvučne i zvučne instrumente

Ultrazvučni i zvučni instrumenti koriste se u okviru minimalno invazivnih preparacija, posebice za teže dostupne karijesne lezije.

Ultrazvučni nastavci imaju vršak promjera 0.5 mm koji je prekriven dijamantnom prašinom. Konstruirani su pod različitim kutovima što im proširuje primjenu, a mali vrh ovih nastavaka olakšava pristup različitim teško dostupnim lezijama (37).



Kod zvučnih je instrumenata radni nastavak konstruiran s kontrakutom, a sam vrh ima radnu i neradnu stranu. Radna je strana prekrivena dijamantnim česticama veličine 40  $\mu\text{m}$ , a neradna strana je glatka i time čuva susjedni zub prilikom preparacije, (Slika 11.). Vrh nastavka radi horizontalne kretnje duljine 0.08 – 0.15 mm, a vertikalne duljine 0.055 – 0.135 mm. Ovi nastavci dolaze i u različitim oblicima, pa prepariraju optimalan oblik završne preparacije, (Slika 12.). Prilikom obrade nužno je vođeno hlađenje, a postignuta kvaliteta sveze je jednaka drugim načinima preparacije (5).



Slika 11. Radni nastavak zvučnih instrumenata s radnom stranom prekrivenom česticama dijamanta. Ljubaznošću izv. prof. dr. sc. Bernarda Jankovića.



Slika 12. Radni nastavak zvučnih instrumenata za obradu aproksimalnih lezija. Ljubaznošću izv. prof. dr. sc. Bernarda Jankovića.



Kada govorimo o rotirajućim instrumentima, brzina se odnosi na broj okretaja svrdla u minuti (rpm). Tri su najpoznatije klasifikacije brzina brušenja u stomatologiji (38):

Prema Charbeneau:

- |                                   |                      |
|-----------------------------------|----------------------|
| 1. konvencionalne ili male brzine | < 10 000 rpm         |
| 2. povećane ili velike brzine     | 10 000 – 150 000 rpm |
| 3. ekstremne brzine               | > 150 000 rpm        |

Prema Sturdevantu:

- |                                  |                      |
|----------------------------------|----------------------|
| 1. male ili spore brzine         | < 12 000 rpm         |
| 2. srednje brzine                | 12 000 – 200 000 rpm |
| 3. velike ili jako velike brzine | > 200 000 rpm        |

Prema Marzouku:

- |                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| 1. jako male brzine      | 300 – 3000 rpm       |
| 2. male brzine           | 3000 – 6000 rpm      |
| 3. srednje velike brzine | 20 000 – 45 000 rpm  |
| 4. velike brzine         | 45 000 – 100 000 rpm |
| 5. jako velike brzine    | > 100 000 rpm        |

Male brzine vrtnje primjenjuju se za čišćenje razmekšanog, karijesom zahvaćenog dentina, obradu ispuna abrazivnim diskovima te završno poliranje ispuna. Srednje brzine vrtnje koriste se pri zarubljivanju ploha te za izradu sidrišta. Velike brzine vrtnje primjenjuju se za otvaranje kaviteta i uklanjanje starih ispuna (10).

Povećanjem brzine raste i temperatura, pa je pri većim brzinama nužno vođeno hlađenje koje smanjuje vidljivost operativnog polja. Osim toga se smanjuje i taktilni osjet kliničara, što u kombinaciji sa smanjenom vidljivošću može dovesti do grešaka u brušenju ili čak ozljede okolnih tkiva.



## **6. OPASNOSTI I PROBLEMI PRI BRUŠENJU**

Brušenje je rutinski postupak u svakodnevnom radu kliničara, napose brušenje za terapiju ispunom. Unatoč svakodnevnoj primjeni, valja napomenuti da svako brušenje u stomatologiji sa sobom donosi cijeli spektar problema i komplikacija koje mogu nastati. Brušenje za ispun mora poštovati prvenstveno mehaničke, biološke, a u današnje vrijeme i estetske faktore.

Mehanički faktori uključuju retenciju ispuna i osiguravaju njegovu strukturalnu trajnost. Razvoj adhezivnih sustava značajno je promijenio izgled i oblik kaviteta. Tako danas sam izgled karijesne lezije diktira opseg brušenja. Međutim, s time se javlja problem pretjerane ili nedovoljne preparacije kaviteta. Ukoliko se ukloni previše, posebice zdravog zubnog tkiva, osim što se smanjuje retencija i trajnost ispuna ugrožava se i trajnost samog zuba. Takav je zub strukturalno oslabljen i teže podnosi mehanička opterećenja. Nedovoljna preparacija podrazumijeva zaostajanje karijesom zahvaćenog dentina, koji kao posljedicu ima razvoj sekundarnog karijesa.

Biološki faktori podrazumijevaju prvenstveno zubnu pulpu i njezinu vitalnost, ali i okolnu gingivu koja nerijetko bude ozlijeđena pri brušenju. Osim što vitalitet pulpe može biti mehanički ugrožen pretjeranom preparacijom, svako brušenje donosi porast temperature koji termički može nepovratno oštetiti pulpu. Okolna gingiva najčešće biva ozlijeđena prilikom aproksimalnih i cervikalnih preparacija.

Estetski faktori obuhvaćaju cjelokupan izgled završenog ispuna i time direktno utječu na zadovoljstvo pacijenta. Ovo posebice vrijedi kod ispuna na prednjim zubima. Iako su odabir restorativnog materijala i njegove kvalitete najbitniji za estetiku ispuna, već prilikom brušenja utječemo na izgled ispuna. Zakošavanje kavopovršinskih rubova u širini 1-3 mm i to u nepravilnim, valovitim linijama, omogućava kasnije bolje uklapanje ispuna s prirodnom bojom zuba. Također, zaobljivanje unutarnjih rubova preparacije omogućava rasap zraka svjetla što također čini rub preparacije manje vidljivim (39).

## **6.1. Ozljede okolnih tkiva**

Ozljede okolnih tkiva uključuju one tvrdih i mekih tkiva unutar usne šupljine koje mogu nastati prilikom brušenja.

Ozljeda tvrdih zubnih tkiva najčešće se događa na susjednim zubima i to prilikom aproksimalnih preparacija. U svrhu zaštite susjednih zuba može se primijeniti koferdam ili različite metalne matrice i kolčići, a u novije vrijeme konstruirani su i već spomenuti zvučni i Profin® nastavci s neradnim stranama. Uzrok ozljede može biti i iskliznuće svrdla. Prilikom brušenja, nasadni se instrument s kontrakutom drži hvatom olovke, dok prstenjak i mali prst služe za retenciju i stabilizaciju ruke. Stabilizacija ruke omogućava kliničaru adekvatnu kontrolu pokreta koja je pri brušenju, posebice pri velikim brzinama, apsolutno nužna.

Ozljede mekih tkiva najčešće se odnose na okolnu gingivu, ali uključuju i druga meka tkiva kao što su obraz i jezik. Gingivalne ozljede, osim što su bolne za pacijenta, izazivaju i krvarenje što kliničaru smanjuje vidljivost za daljnje brušenje, a ugrožava i suhoću radnog polja potrebnu za kasniju izradu ispuna. Zaustavljanje gingivalnog krvarenja može se postići primjenom vazokonstriktora, hemostatika ili adstringensa. Ukoliko je krvareću gingivu, zbog npr. duboke cervikalne preparacije, potrebno djelomično i ukloniti, u obzir dolaze i elektrokirurške metode hemostaze ili primjena lasera (40).

Ozljede tvrdih i mekih tkiva mogu nastati i pri lomu instrumenta. Ovo je jedna od najtežih komplikacija, s obzirom da odlomljeni dio svrdla može završiti bilo gdje unutar ili izvan pacijentovih usta. Odlomljeni dio svrdla mora se locirati inspekcijom, palpacijom ili na rendgenskoj snimci te potom ukloniti (41). Kako bi se ova komplikacija spriječila, svako je svrdlo prije upotrebe potrebno pregledati te ukoliko se na njemu zamijeti ikakva promjena baciti. Osim gubitka dijela svrdla moguća je i njegova aspiracija ili gutanje, što je hitno stanje koje zahtjeva brzu sanaciju. Ozljeda veće krvne žile rezultira naglim krvarenjem koje je potrebno što hitnije zaustaviti kompresijom ili podvezivanjem žile.

Općenito vrijedi da opetovanom uporabom svrdla postaju podložnija pucanju pa ih je svakako nužno pravovremeno mijenjati. Lom dijela instrumenta pri velikim brzinama predstavlja opasnost i za stomatologa i njegovo dentalno osoblje, a kao zaštitu preporuča se nošenje zaštitnih naočala ili vizira.

## **6.2. Reakcija pulpodentinskog kompleksa na brušenje**

Svako brušenje tvrdog zubnog tkiva, neovisno o udaljenosti od pulpne komore izaziva određenu reakciju pulpnog tkiva. Pulpa reagira na različite podražaje od kojih su prilikom brušenja najizraženiji oni termički. Kritični porast temperature, koji u pulpnom tkivu izaziva

ireverzibilne promjene, je svaki veći od  $5.5^{\circ}\text{C}$  (42). Niže temperature obično izazivaju reverzibilne promjene poput prolazne hiperemije, ali mogu izazvati i trajne promjene kao što su odlaganje reparatornog dentina, fibroza pulpnog tkiva ili stvaranje pulpnih kamenaca (43).

Porast temperature prilikom brušenja ovisi o brzini vrtnje svrdla, primijenjenom pritisku i protoku vode kod vodenog hlađenja. Porast temperature raste s povećanjem brzine i porastom primijenjenog pritiska, a smanjuje se povećanjem protoka vodenog hlađenja.

Za očuvanje zdravlja pulpe nužno je osigurati optimalno vodeno hlađenje. Prema jednom istraživanju, s visokim protokom vodenog hlađenja (40 ml/min), čak ni pri jakim brzinama vrtnje i velikom pritisku svrdla, povišenje temperature unutar pulpe ne doseže kritičnu razinu od  $5.5^{\circ}\text{C}$  (44). Važno je napomenuti kako vodeno hlađenje osim protoka vode uključuje i usmjerenje mlaza vode u odnosu na svrdlo. Također, prilikom preparacije preporučuje se primjena srednje jakog pritiska, uz povremene stanke kako bi se minimizirala termička trauma na pulpno tkivo (43).

## **7. ODRŽAVANJE, ČIŠĆENJE, DEZINFEKCIJA I STERILIZACIJA**

Prilikom svakog brušenja instrumenti izravno dolaze u dodir s mikroorganizmima kako karijesne lezije, tako i cijele usne šupljine. Tijekom tretmana postoji rizik prijenosa različitih zaraznih bolesti između pacijenta i stomatologa, a brusna su tijela jedan od identificiranih puteva unakrsne transmisije infektivnih bolesti (45). Stoga je pri radu s pacijentima nužno provoditi kontrolu infekcije. Kontrola infekcije za ciljeve ima smanjiti broj mikroorganizama na razinu koja nije štetna, prekinuti lanac infekcije i zaštititi pacijente i osoblje od infekcije (46). Kontrola infekcije provodi se postupcima dezinfekcije i sterilizacije, čiji protokoli moraju biti jasno definirani u svakoj ordinaciji.

Dezinfekcija podrazumijeva uništavanje većine patogenih mikroorganizama, osim bakterijskih spora, s predmeta i površina. Sterilizacija je postupak pri kojem se fizikalnim ili kemijskim metodama uništavaju svi oblici mikroorganizama, uključujući i vegetativne oblike i spore. Temeljito pranje te pravilno provedena dezinfekcija i sterilizacija predstavljaju preduvjet za održavanje i sigurnu ponovnu upotrebu svih instrumenata.

### **7.1. Nasadni instrumenti**

Nasadne instrumente optimalno bi bilo sterilizirati nakon svakog pacijenta. S obzirom na vrijeme koje sterilizacija zahtijeva i visoku cijenu nasadnih instrumenata, navedeno je u praksi rijetko primjenjivo. Na nasadnim se instrumentima, nakon svakog pacijenta, obavezno primjenjuje dezinfekcija visokog stupnja, a steriliziraju se jednom dnevno, na kraju radnog vremena. Osim dezinfekcije, nakon svakog pacijenta potrebno je ispuhati sustav hlađenja kako bi se fizički isprale eventualno aspirirane čestice

Nasadne instrumente je potrebno i redovito podmazivati, a u tu svrhu koristi se uljni sprej. Nastavak spreja postavlja se u trup nasadnog instrumenta i podmazuje se nekoliko sekundi, odnosno dok ulje koje ne izlazi na glavi nasadnog instrumenta ne bude čisto. Nakon podmazivanja nasadne instrumente je potrebno odložiti glavom prema dolje kako bi se eventualni višak ulja pasivno ocijedio, a nakon cijedenja mogu se još dodatno ispuhati pusterom ili pomoću funkcije za propuhivanje zraka kroz instrument na nožnoj pedali.

### **7.2. Brusna tijela**

Za sva je brusna tijela nužna sterilizacija, što uključuje i ona nova ako nisu presterilizirana. Prvi je korak čišćenje brusnih tijela. Čišćenje služi uklanjanju organskih i anorganskih ostataka zaostalih od brušenja na svrdlu. Provodi se metalnom ili četkicom od polipropilenskih vlakana uz enzimski deterdžent. Sljedeći korak je uranjanje brusnih tijela u dezinficijens. Dezinficijens se može nalaziti i u ultrazvučnim kadicama koje imaju mogućnost zagrijavanja. Ultrazvučni valovi potiču strujanje otopine čime se instrumenti aktivno čiste, dok porast temperature pojačava učinkovitost dezinfekcijske otopine (46). Nakon dezinfekcije, instrumenti se ispiru demineraliziranim vodom, suše i slažu ili pakiraju i tada su spremni za sterilizaciju.

Sterilizacija se odvija u sterilizatorima. Razlikujemo parne, suhe i kemijske sterilizatore. Kemijski sterilizatori zagrijevaju vodu i različite kemikalije (acetone, alkohol, formaldehid) na temperaturu od 132°C pri kojoj sterilizacija traje 20 minuta. Ukupni sadržaj vode mora biti manji od 15% kako bi se spriječila korozija i otupljivanje instrumenata. Iako je sterilizacija brza i čuva instrumente, oslobađa se neugodan miris prilikom grijanja kemikalija. Kod suhih sterilizatora postiže se temperatura od 160°C u trajanju od 2 sata. Nedostatak je ovih sterilizatora, osim dugog vremena trajanja sterilizacije, i nejednoliko zagrijavanje komore, dok je prednost njihova niža cijena. Postoje novije generacije suhih sterilizatora koje rade na višim temperaturama, što značajno skraćuje vrijeme sterilizacije. Parni sterilizator ili autoklav zagrijava vodenu paru pod određenim tlakom. Ovisno o temperaturi pare i iznosu tlaka, vrijeme sterilizacije varira od 5 do 15 minuta. Razlikuju se tri tipa autoklava: N, S i B. Sterilizatori klase N pripadaju starijim generacijama, nemaju vakuumsku pumpu pa se izmjena zraka i pare odvija gravitacijski. Zrak se iz komore istiskuje prije početka same sterilizacije. Prikladni su za steriliziranje nezapakiranih čvrstih instrumenata. Sterilizatori klase S koriste se za sterilizaciju tkaina, gumenih predmeta i individualno zapakiranih instrumenata. Sterilizatori klase B imaju vakuumsku pumpu koja aktivno istjeruje zrak iz komore. Zbog toga se mogu primjenjivati za sterilizaciju svih instrumenata pakiranih u kazetama, pakiranjima ili kutijama. Danas autoklavi klase B predstavljaju zlatni standard u sterilizaciji instrumenata.

Sam proces sterilizacije obavezno se kontrolira. Indikatori temperature su trake koje promijene boju kad je u sterilizatoru postignuta određena potrebna temperatura, a koriste se pri svakoj sterilizaciji. Prava provjera uspješnosti sterilizacije obavlja se pomoću bioloških indikatora. Biološki indikatori sadrže bakterijske spore koje sterilizacija mora uništiti.

Obavezno se provodi jednom mjesečno, a rezultati se šalju u nadležne ustanove koje potom šalju povratne informacije o prisutnosti ili odsutnosti bakterija (46).





Brušenje je neizostavan dio dentalne medicine, pa tako i restaurativne dentalne medicine. U domeni restaurativne dentalne medicine je terapija karijesa ispunom, što je jedan od najčešćih zahvata u dentalnoj medicini općenito. Nakon obavljene dijagnostike karijesne lezije, sljedeći je korak otvaranje i čišćenje karijesom zahvaćenog zubnog tkiva. Već i starije vrste nasadnih instrumenata, turbina i koljičnik, razlikuju se po mnogočemu. Od mehanizma koji ih pokreće, svrdlima koja se uz njih primjenjuju, brzinama vrtnje koje postižu, primjeni vodenog hlađenja do konačno same primjene. Tradicionalnim nasadnim instrumentima danas se, u sklopu minimalno invazivnih preparacija karijesnih lezija, pridružuju ultrazvučni i zvučni instrumenti te laseri. Ovi instrumenti omogućavaju olakšanu preparaciju teže dostupnih lezija sa zadovoljavajućom učinkovitošću, a kao prednost navodi se i bolje podnošenje zahvata od strane pacijenata. Nasadni instrumenti biraju se prema njihovim specifikacijama i mogućnostima, uzimajući u obzir njihove prednosti i nedostatke.

Nakon odabira nasadnog instrumenta slijedi odabir adekvatnog svrdla prema zahvatu koji slijedi. Raznolikost svrdala koja danas postoje u ponudi je velika i progresivno se povećava. Materijali izrade, oblici, veličine i dužine, sve su to karakteristike koje stomatolog mora uzeti u obzir prilikom odabira. Naravno, odabir svrdla se tijekom samo jednog zahvata ponavlja više puta, do konačnog odabira sredstva za poliranje.

Prilikom brušenja veoma je važno pravilno pozicionirati i stabilizirati ruku i osigurati što bolju preglednost radnog polja. Uz to, nužno je posvetiti maksimalnu pozornost očuvanju vitaliteta zuba. Srednje jak pritisak uz povremene stanke najpovoljniji je za zubnu pulpu, dok se istovremeno održava dobra razina učinkovitosti. Prije i prilikom brušenja važno je obratiti pozornost na eventualnu dotrajalost svrdla. Lom svrdla ozbiljna je komplikacija koja, u kombinaciji sa velikim brzinama vrtnje svrdla, može rezultirati ozbiljnim posljedicama za pacijenta ili za dentalno osoblje.

Nakon svakog pacijenta, brusna se tijela obavezno čiste, dezinficiraju te potom steriliziraju. Iako bi bilo poželjno da se ovo radi i s nasadnim instrumentima, oni se obično samo dezinficiraju nakon svakog pacijenta, a steriliziraju se na kraju radnog vremena. Proces sterilizacije odvija se u sterilizatorima različitih vrsta, koji se moraju redovito kontrolirati. Zlatni standard u dentalnoj medicini je parni sterilizator ili autoklav. Iako je za ovaj proces obično zadužen dentalni asistent, doktor dentalne medicine svakako bi morao biti upućen i isti. Sterilni su instrumenti preduvjet sigurnog i sretnog rada s pacijentima.



Još od prvih studentskih pokušaja, brušenje je postupak koji doktorima dentalne medicine predstavlja izazov. Razumijevanje i odabir nasadnih instrumenata, brusnih tijela i sredstava za poliranje danas je dodatno otežano raznolikom ponudom na tržištu. Dodamo li njima još i zvučne i ultrazvučne instrumente i lasere, razumljivo je kako se doktori dentalne medicine već prije samog početka brušenja mogu naći u nedoumici. Svaki odabir zahtjeva vrijeme, a s obzirom da sam zahvat pacijentima predstavlja neugodnost, cilj je svako brušenje obaviti u što kraćem roku. Kako bi vrijeme zahvata bilo što kraće, a uz optimalne rezultate, važna je dobra edukacija doktora dentalne medicine.

Bitno je naglasiti da je brušenje riskantan zahvat koji zahtjeva punu pozornost i koncentraciju, a i najiskusnijim se kliničarima mogu dogoditi različite komplikacije koje ga prate. Kvalitetno teoretsko znanje daje doktoru dentalne medicine samopouzdanje za sljedeći korak – praksu.



1. Bolfek I, Katunarić M, Prpić-Mehićić G, Čatović A. Gubitak tvrdog zubnog tkiva nekarijesne etiologije - abrazija, atricija, erozija i abfrakcija. *Medix*. 2005;58:149-50.
2. Choi C, Driscoll CF, Romberg E. Comparison of cutting efficiencies between electric and air-turbine dental handpieces. *J Prosthet Dent*. 2010 Feb;103(2):101-7.
3. Ravindranath M, Alagarsamy V, Nagarajan G, Newbegin Selvakumar G, Pearlin M. Handpieces and Speeds in Dentistry—A Review. *Indian J Public Health Res Dev*. 2019 Dec; 10(12):2153-7.
4. Siegel SC, von Fraunhofer JA. Dental cutting: the historical development of diamond burs. *J Am Dent Assoc*. 1998 Jun;129(6):740-5.
5. Janković B. Stomatološki instrumenti i suho radno polje. In: Tarle Z i sur. *Restaurativna dentalna medicina*. 1.izd. Zagreb: Medicinska naklada; 2019. p. 111-35.
6. Amano RS, Nishi Y, Fushimi H, Shimomura K, Hasegawa, T. Performance and Internal Flow of a Dental Air Turbine Handpiece. *Int. J. Rotating Mach..* 2018;(4):1-11.
7. Kurtzman GM. Electric handpieces: an overview of current technology. *Inside Dentistry*. 2007;3(2)
8. Cavalcanti BN, Serairdarian PI, Rode SM. Water flow in high-speed handpieces. *Quintessence Int*. 2005;36(5):361-4.
9. Von Fraunhofer JA, Siegel SC, Feldman S. Handpiece coolant flow rates and dental cutting. *Oper Dent*. 2000;25(6):544-8.
10. Šutalo J i sur. *Patologija i terapija tvrdih zubnih tkiva*. 1. izd. Zagreb: Naklada Zadro; 1994; p. 538.
11. Viskić J, Milardović S, Bergman Gašparić L, Mehulić K. Rotirajući instrumenti u fiksnoj protetici. *Vjesnik Dentalne Medicine*. 2012;20(2);9-11.
12. Eikenberg SL. Comparison of the cutting efficiencies of electric motor and air turbine dental handpieces. *Gen Dent*. 2001;49(2):199-204.
13. Ercoli C, Rotella M, Funkenbusch PD, Russell S, Feng C. In vitro comparison of the cutting efficiency and temperature production of ten different rotary cutting instruments: Part II: electric handpiece and comparison with turbine. *J Prosthet Dent*. 2009;101(5):319-31.
14. Danesh G, Hellak A, Lippold C, Ziebura T, Schafer E. Enamel surfaces following interproximal reduction with different methods. *Angle Orthod*. 2007;77(6):1004-10.
15. Cianetti S, Abraha I, Pagano S, Lupatelli E, Lombardo G. Sonic and ultrasonic oscillating devices for the management of pain and dental fear in children or

- adolescents that require caries removal: a systematic review. *BMJ Open*. 2018;8(4):e020840.
16. Li J, Ge LH, Zhao SY. Evaluation of the use of ultrasonic hand piece and micro-invasive tips in children's dental caries therapy. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2010;42(6):752-5. Chinese.
17. Najeeb S, Khurshid Z, Zafar MS, Ajlal S. Applications of Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Lasers) for Restorative Dentistry. *Med Princ Pract*. 2016;25(3):201-11.
18. Anić I. Primjena lasera u restorativnoj stomatologiji i endodonciji. *Sonda*. 2003;7:40-2.
19. Iaria G. Clinical, morphological, and ultrastructural aspects with the use of Er:YAG and Er,Cr:YSGG lasers in restorative dentistry. *Gen Dent*. 2008;56(7):636-9.
20. Valente LL, Silva MF, Fonseca AS, Münchow EA, Isolan CP, Moraes RR. Effect of Diamond Bur Grit Size on Composite Repair. *J Adhes Dent*. 2015;17(3):257-263.
21. Siegel SC, von Fraunhofer JA. Assessing the cutting efficiency of dental diamond burs. *J Am Dent Assoc*. 1996;127(6):763-72.
22. Ercoli C, Rotella M, Funkenbusch PD, Russell S, Feng C. In vitro comparison of the cutting efficiency and temperature production of 10 different rotary cutting instruments: Part I: Turbine. *J Prosthet Dent*. 2009;101(4):248-61.
23. Daud A, Gray G, Lynch CD, Wilson NHF, Blum IR. A randomised controlled study on the use of finishing and polishing systems on different resin composites using 3D contact optical profilometry and scanning electron microscopy. *J Dent*. 2018;71:25-30.
24. Botelho MG, Dangay S, Shih K, Lam WYH. The effect of surface treatments on dental zirconia: An analysis of biaxial flexural strength, surface roughness and phase transformation. *J Dent*. 2018;75:65-73.
25. Koopaie M, Kolahdouz S, Kolahdouz EM. Comparison of wear and temperature of zirconia and tungsten carbide tools in drilling bone: in vitro and finite element analysis. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2019;57(6):557-65.
26. Janković B. Minimalno invazivne preparacije. In: Tarle Z i sur. *Restaurativna dentalna medicina*. 1. izd. Zagreb: Medicinska naklada; 2019. p. 136-51.
27. Mackenzie L, Banerjee A. Minimally invasive direct restorations: a practical guide. *Br Dent J*. 2017;223(3):163-71.
28. Madunić D, Tadin A. Završna obrada kompozitnih i amalgamskih restauracija. *DentiST*. 2019;6:60-5.

29. Celiberti P, Francescut P, Lussi A. Performance of four dentine excavation methods in deciduous teeth. *Caries Res.* 2006;40(2):117-23.
30. Jerolimov V, urednik. Osnove stomatoloških materijala [Internet]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet; 2005 [cited 2020 Aug 28]. Available from: [http://www.sfzg.unizg.hr/download/repository/Osnove\\_stomatoloskih\\_materijala.pdf](http://www.sfzg.unizg.hr/download/repository/Osnove_stomatoloskih_materijala.pdf)
31. Dammaschke T, Vesnic A, Schafer E. In vitro comparison of ceramic burs and conventional tungsten carbide bud burs in dentin caries excavation. *Quintessence Int.* 2008;39(6):495-9.
32. Prabhakar A, Kiran NK. Clinical evaluation of polyamide polymer burs for selective carious dentin removal. *J Contemp Dent Pract.* 2009;10(4):26-34.
33. Silva NR, Carvalho RM, Pegoraro LF, Tay FR, Thompson VP. Evaluation of a self-limiting concept in dentinal caries removal. *J Dent Res.* 2006;85(3):282-6.
34. Dentatus. Profin PDX [Internet]. Spånga: Dentatus AB; c2018 [cited 2020 Aug 28]. Available from: <https://dentatus.com/content/uploads/2018/01/Dentatus-Catalogue-2018-Profin-range.pdf>
35. Mounce RE. Endodontic Instruments: A Primer on Gates Glidden Drills. 2013 May 13 [cited 2020 Aug 28]. In: Dentalcompare.com. [Internet]. San Francisco: Dentalcompare. c2005- [about 3 screens]. Available from: <https://www.dentalcompare.com/Featured-Articles/136888-Endodontic-Instruments-A-Primer-on-Gates-Glidden-Drills/>
36. Matijević J, Jukić Krmek S. Endodontski instrumenti. In: Jukić Krmek S, Baraba A, Klarić E, Marović D, Matijević J. *Pretklinička endodoncija*. 1. izd. Zagreb: Medicinska naklada; 2017. p. 43-56.
37. Sheets C, Paquette J. Ultrasonic tips for conservative restorative dentistry. *Dent today.* 2002;21:102-4.
38. Chhajlani A. Speeds in dentistry. 2014 Sep 11 [cited 2020 Aug 28]. In: Slideshare. Health&Sciences [Internet]. San Francisco: Slideshare. c2006- [about 27 screens]. Available from: <https://www.slideshare.net/30883088/2-speeds-in-dentistry>
39. Vojić N. Uloga kompozitnih materijala u estetskom zbrinjavanju prednjih zubi. [Diplomski rad]. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2015. 40 p.
40. Tarighi P, Khoroushi M. A review on common chemical hemostatic agents in restorative dentistry. *Dent Res J (Isfahan).* 2014;11(4):423-8.
41. Hailu K, Lawoyin D, Glascoe A, Jackson A. Unexpected Hazards with Dental High Speed Drill. *Dent J (Basel).* 2017;5(1):10.



42. Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1965;19:515–30.
43. Bergenholtz G. Iatrogenic injury to the pulp in dental procedures: aspects of pathogenesis, management and preventive measures. *Int Dent J.* 1991;41(2):99-110.
44. Oztürk B, Uşümez A, Oztürk AN, Ozer F. In vitro assessment of temperature change in the pulp chamber during cavity preparation. *J Prosthet Dent.* 2004;91(5):436-40.
45. Mathivanan A, Saisadan D, Manimaran P, Kumar CD, Sasikala K, Kattack A. Evaluation of Efficiency of Different Decontamination Methods of Dental Burs: An *In vivo* Study. *J Pharm Bioallied Sci.* 2017;9(Suppl 1):S37-S40.
46. Matijević J. Postupci antiseptice, dezinfekcije i sterilizacije u endodonciji. In: Jukić Krmek S, Baraba A, Klarić E, Marović D, Matijević J. *Pretklinička endodoncija*. 1. izd. Zagreb: Medicinska naklada; 2017. p. 35-41.



Alba Elezović rođena je 24. svibnja 1995. godine u Parmi (Republika Italija). U Čakovcu pohađa I. osnovnu školu, nakon koje upisuje opći smjer Gimnazije Josipa Slavenskog Čakovec. Gimnaziju završava 2014. godine, a iste godine upisuje i studij dentalne medicine na Stomatološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom studija članica je Studentske sekcije za oralnu kirurgiju u sklopu koje sudjeluje na Simpoziju studenata dentalne medicine 2017. i 2018. godine kao kreator i voditelj radionica. Za vrijeme studija radi kao administrator u Središnjoj stomatološkoj knjižnici i asistira u dvije ordinacije dentalne medicine.