

# OPTIČKA POMAGALA U MINIMALNO INVAZIVNOJ DENTALNOJ MEDICINI

---

**Tomić, Ena**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:105076>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-19**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**MEDICINSKI FAKULTET**  
**INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI**  
**SVEUČILIŠNI STUDIJ DENTALNE MEDICINE**

**Ena Tomić**

**OPTIČKA POMAGALA U MINIMALNO INVAZIVNOJ DENTALNOJ MEDICINI**

**Diplomski rad**

**RIJEKA, 2019.**

**UNIVERSITY OF RIJEKA**  
**MEDICAL FACULTY**  
**INTEGRATED UNDERGRADUATE AND GRADUATE**  
**UNIVERSITY STUDY OF DENTAL MEDICINE**

**Ena Tomić**

**OPTICAL AIDS IN MINIMALLY INVASIVE DENTAL MEDICINE**

**Graduate thesis**

**RIJEKA, 2019.**

Mentor rada: Izv.prof.dr.sc. Zoran Kovač, dr.med.dent., spec.stomatološke protetike

Diplomski rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ u Rijeci, na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci na studiju dentalne medicine, pred povjerenstvom u sastavu:

1. Izv.prof.dr.sc. Zoran Kovač, dr.med.dent., spec.stomatološke protetike
2. Izv.prof.dr.sc. Sunčana Simonić Kocijan, dr.med.dent., spec.stomatološke protetike
3. Doc.dr.sc. Davor Kuiš, dr. med.dent., specijalist parodontolog

Rad sadrži broj 35 stranica, 9 slika, 1 tablicu, 16 literaturnih navoda.

## **Zahvala**

Zahvaljujem se obitelji i dečku na nesebičnoj podršci i pomoći tijekom svih godina studiranja.

Posebno se zahvaljujem prof. Kovaču na vjeri u mene te na tome što mi je otvorio vrata u malo drugačiji svijet dentalne medicine.

## Kazalo rada

1. Uvod.....	1
2. Svrha rada .....	2
3. Pregled literature na zadanu temu .....	3
3.1. Optički principi.....	3
3.2. Binokularne naočalne lupe .....	6
3.2.1. Princip rada lupa .....	9
3.3. Operacijski mikroskop (OPM) .....	13
3.3.1. Dijelovi operacijskog mikroskopa.....	13
3.3.1.1. Okulari .....	14
3.3.1.2. Binokularni tubusi .....	15
3.3.1.3. Mjenjač povećanja .....	16
3.3.1.4. Objektiv .....	17
3.3.1.5. Svjetlosna jedinica .....	17
3.3.1.6. Dodatna oprema.....	18
3.4. Ergonomski položaj i njegova važnost.....	18
3.5. Usporedba lupa i operacijskog mikroskopa .....	20
4. Rasprava.....	23
5. Zaključak.....	24
6. Sažetak .....	25
7. Summary .....	26
8. Literatura.....	27
9. Životopis .....	29

## **Popis skraćenica i akronima**

OPM – operacijski mikroskop (engl. *operative microscope*)

## 1. Uvod

Optička pomagala – dentalne lupe i dentalni operativni mikroskop danas predstavljaju nužnu opremu koja svakom dentalnom profesionalcu značajno olakšavaju uvid u radno polje otkrivajući detalje koji su golim okom nevidljivi. Prednosti rada s optičkim pomagalima daleko nadmašuju i u konačnici povećavaju kvalitetu i ishod terapije koju doktor dentalne medicine pruža. Optičkim povećanjem dobiva se stvarna uvećana slika radnog polja koja omogućuje veću preciznost, lakšu dijagnostiku, bolju terapiju, visoku estetiku, preciznije postupanje i očuvanje tkiva, uporabu finijih i gracilnijih instrumenata te materijala za šivanje. Mikrokirurgija u paradontologiji i implantologiji koristeći optička povećanja reducira kiruršku traumu zbog bolje adaptacije rubova rane te je samim time cijeljenje tkiva bolje i predvidljivije. U polju endodoncije dentalni mikroskop prepoznat je kao važan element u svakodnevnoj rutini rada te je stoga uvršten u nastavni kurikulum fakulteta diljem svijeta. Manualne vještine terapeuta praćene velikim povećanjem optičkih pomagala omogućuju precizan dosjed protetskih radova čemu svaki profesionalac danas mora težiti.



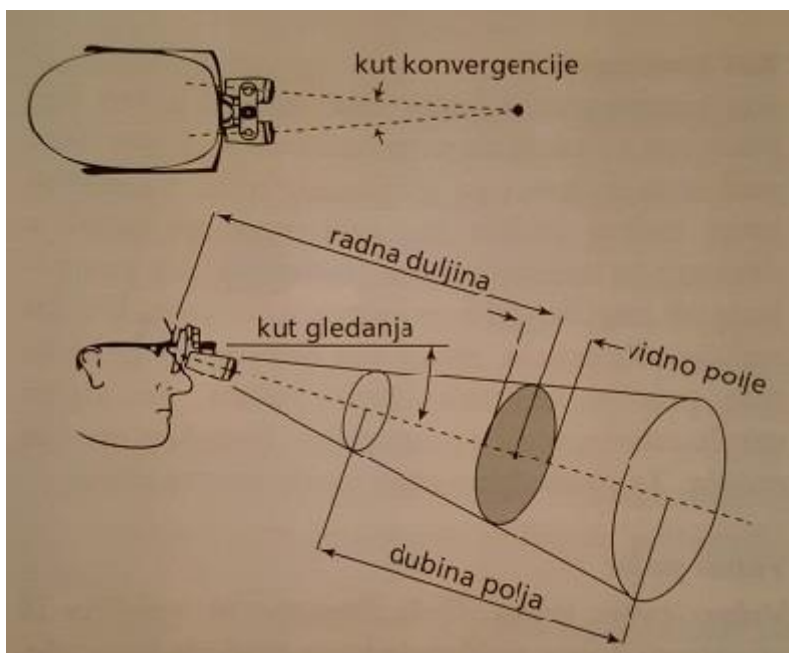
## **2. Svrha rada**

Svrha ovog rada je detaljno opisati način rada optičkih pomagala u dentalnoj medicini te objasniti njihovu ulogu i indikacije u polju minimalno invazivne dentalne medicine.

### 3. Pregled literature na zadanu temu

#### 3.1. Optički principi

Radna duljina, radni raspon, interpupilarna udaljenost, kut gledanja, kut konvergencije te vidno polje predstavljaju glavna optička svojstva povećala. Razumijevanje istih omogućava pravilan rad s povećalima (1).



Slika 1. Dijagram glavnih optičkih svojstava povećala. Preuzeto iz 1.

#### Radna duljina

Udaljenost između objekta npr. zuba u usnoj šupljini i leće u oku operatera naziva se radna duljina (1). Ona određuje koliko se operater mora nagnuti prema pacijentu kako bi fokusirao sliku u usnoj šupljini (2). Visina operatera je čimbenik koji određuje radnu duljinu ; što je operater viši, ona je duža. Ona ovisi o konstituciji operatera, no većinom iznosi 30-45cm (1).

Što je radna duljina veća, osvjetljenje i efekt povećanja su manji. Pronalaženjem ispravne radne duljine osigurava se ergonomski položaj operatera. Ispravan ergonomski položaj sprječava zamor mišića oka, zamor mišića ramenog obruča, umor te omogućava lakši rad (2).

#### Radni raspon (dubina polja)

Dubina polja predstavlja raspon unutar vidnog polja unutar kojeg predmet ostaje u fokusu. Kod normalnog vida on seže od radne duljine do beskonačnosti (3). Koristeći optička pomagala, tj. povećala, operater je ograničen na raspon koji je određen pomagalima prilikom čega su oči i tijelo fiksirani na jednu točku. Svaki operater ima unutarnji radni raspon koji ga ograničava. Korištenjem povećala ograničava se dubina polja. Povećanjem povećanja smanjuje se dubina polja do točke kod koje je samo mali objekt oštro u fokusu, a ostali dio slike je maglovit, tj. izvan fokusa. Prilikom rada s velikim povećanjem, ukoliko dođe do malog, neželjenog pokreta operatera ili pacijenta, doći će do gubitka fokusa i slike radnog polja što otežava sam rad (1,3).

#### Interpupilarna udaljenost

Interpupilarna udaljenost je udaljenost između centra zjenica jednog i drugog oka (4). Prilikom korištenja optičkih pomagala potrebno je individualno namjestiti okulare mikroskopa ili lupe prema njoj kako bi se dobila jedna jasna slika u vidnom polju gledajući s dva oka (1). Ova udaljenost se treba namjestiti tako da se podudara sa centrom leće/leća optičkih pomagala (5).

## Kut konvergencije

Kut konvergencije je kut koji poravnava dva okulara tako da su oni postavljeni na istoj udaljenosti i pod istim kutom. On ovisi o interpupilarnoj udaljenosti. Na zadanoj radnoj duljini što je udaljenost između zjenica veća, tj. oči su postavljene šire, kut konvergencije će biti veći (1).

## Vidno polje

Vidno polje je linearna veličina ili angularni doseg predmeta koji se gleda kroz optički sustav. Ovisi o radnoj duljini te povećanju i dizajnu optičkog sustava leća. Vidno polje se s većim povećanjem smanjuje (1). Za svakodnevni rad u dentalnoj praksi se preporučuje korištenje lupa s povećanjem od 2-2,5 puta jer je vidno polje kod njih šire nego kod većih povećanja (3).

## Kut gledanja

Kut gledanja je kut pod kojim je leća postavljena u odnosu na referentnu liniju koja prolazi gornjim dijelom uške preko baze nosa te predstavlja liniju vida. Što je veći (oštriji) kut gledanja u odnosu na tu liniju, veći je nagib vrata operatera što dovodi do boli i neugode u području mišića vrata i ramenog pojasa (3).

### **3.2. Binokularne naočalne lupe**

Lupe se u dentalnoj medicini dijele na dva sustava: na povećala s jednom lećom i teleskopska povećala s više leća. Kod povećala s jednom lećom dioptrija se stvara prilagodbom radne duljine na određenu udaljenost objekta. Što je dioptrija veća, radna duljina je manja. Radna duljina kod ovog sustava je stalna i ne pruža mogućnosti za pomicanje operatera što uzrokuje poteškoće u održavanju fokusa – dolazi do gubljenja istog ukoliko dođe do promjene položaja. Ovaj sustav se u dentalnoj medicini danas ne koristi (1).

Teleskopska povećanja s više leća (složena ili prizmatska) u koja spadaju dentalne lupe i operacijski mikroskop danas pružaju značajne optičke performanse koje direktno utječu na daljnji razvoj dentalne medicine. Otkrivanjem najsitnijih, oku nevidljivih detalja, poboljšavaju kvalitetu i ishod dijagnostike i terapije. Ovi sustavi rabe više leća s pripadajućim praznim prostorom između njih (složena povećala) ili sadržavaju Pechanove ili Schmidtove prizme između leća (prizmatska povećala) (1).

S obzirom na način izrade, binokularne naočalne lupe koje se koriste u dentalnoj medicini dijelimo na dva sustava: lupe Galilejskog tipa i lupe Keplerovog tipa. Oba optička sustava dolaze ugrađena na/u naočalni okvir ili na držač za glavu. U odnosu na operacijske mikroskope jednostavnije su za rad jer omogućavaju kut gledanja bez korekcije optičkog sustava i promjene već postignutog radnog položaja. Cijena im je znatno pristupačnija, no imaju manju sposobnost povećanja radnog polja, tj. slike (2).

Galilejski tip lupa sastoji se od konveksne i konkavne leće. Ovisno o proizvođaču imaju sposobnost povećanja 2-3 puta. Male su veličine i težine te omogućuju široko vidno polje. Uz sve navedene karakteristike te pristupačnu cijenu, Galilejski tip lupa je najučestaliji korišteni sustav među dentalnim osobljem. Mali radni razmak i malo povećanje predstavlja nedostatak u odnosu na druge (6). Slika 2. prikazuje primjer lupa galilejskog tipa s izvorom svjetlosti koji je učvršćen u naočalni okvir.



Slika 2. Primjer lupa galilejskog tipa. Preuzeto iz 6.

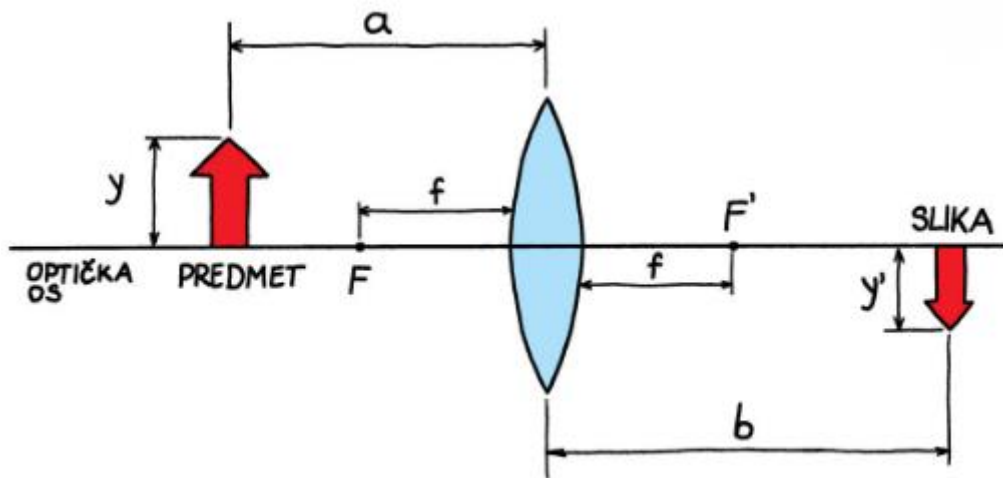
Keplerov (prizmatski) tip lupa sastoji se od više konveksnih leća koje su poredane u nizu i prizme koja ima ulogu uspravljanja okrenute slike. (2) Povećanje koje ovaj sustav omogućuje iznosi 3-8 puta. S obzirom na povećanje, indicirane su u zahvatima koji zahtijevaju visoku estetiku kao što su parodonto-plastični i implanto-kirurški zahvati. Radni razmak koji se preporučuje kod ovog tipa iznosi od 30 do 40 cm. Ovaj tip lupa je veći, kao što se vidi na slici 3., i teži od galilejskog tipa te zahtjeva dodatnu stabilizaciju. Mogu biti montirane na okvir naočala, izravno zalijepljene na stakla naočala, što zahtjeva posjetu optičaru, te mogu biti montirane na obruč za čelo (6).



Slika 3. Keplerov tip lupa. Preuzeto iz 6.

### 3.2.1. Princip rada lupa

Kako bi razumjeli princip rada optičkih pomagala potrebno je upoznati se s pojmom žarišta i žarišne udaljenosti. Žarište predstavlja točku u kojoj se sijeku sve zrake svjetlosti ili produžetci tih zraka nakon što svjetlost prođe kroz objekt ili se odbije od njega. Udaljenost središta leće od točke žarišta naziva se žarišna duljina. Optička pomagala sadrže optičke leće koje imaju dva žarišta simetrična sa svake strane u odnosu na optičku os. (7)

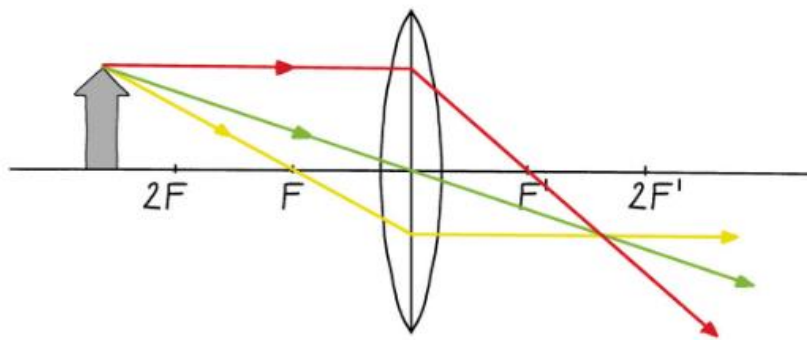


Slika 4. Osnovne optičke karakteristike leće. Preuzeto iz 7.

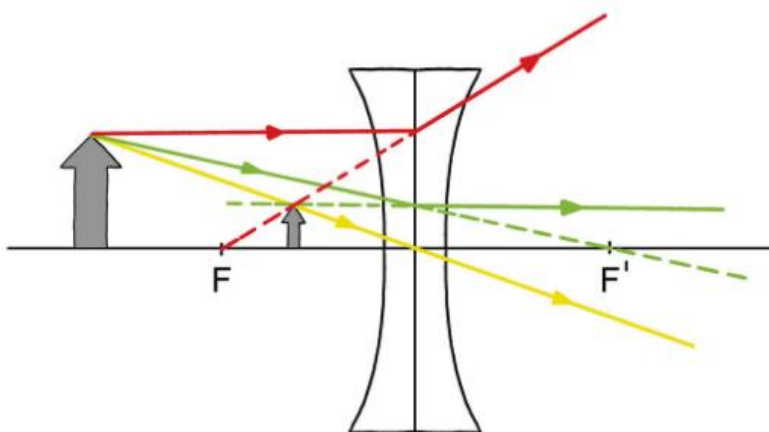
Na slici 4. prikazane su karakteristike leće kao pažljivo oblikovanog materijala koji lomi svjetlosne zrake na način da stvara sliku. Optička os prolazi kroz optičko središte leće te spaja središta zakrivljenosti. Kao što je već opisano, postoje dva žarišta. Žarište „F“ predstavlja fokus na strani upadnih zraka svjetlosti na leću. Žarište „F'„ predstavlja fokus na strani lomljenih zraka svjetlosti nakon prolaska kroz leću. Udaljenost predmeta od leće označena je slovom „a“, a udaljenost slike od leće slovom „b“. Visina predmeta označena je slovom „y“, a visina nastale slike slovom „y' „,



Postoje dva tipa leća: konvergentne (sabarne) i divergentne (rasipne) leće. Konvergentne leće lome svjetlost na način da se zrake sijeku u žarištu (Slika 5.). Divergentne leće raspršuju zrake svjetlosti te se tek njihovi produžetci sijeku suprotno od smjera dolaska zraka (Slika 6.). Pomoću lupa od realnog predmeta dobivamo uvećanu virtualnu sliku te se uvećana i realna slika stvara na mrežnici našeg oka. Ako se predmet nalazi u žarištu leće, tj. lupe, leća daje od svake točke predmeta virtualnu sliku u beskonačnosti. Od realnih paralelnih zraka stvara se realna slika na mrežnici oka. Tada se oko ne napreže, čini se kao da je predmet u beskonačnosti (7).

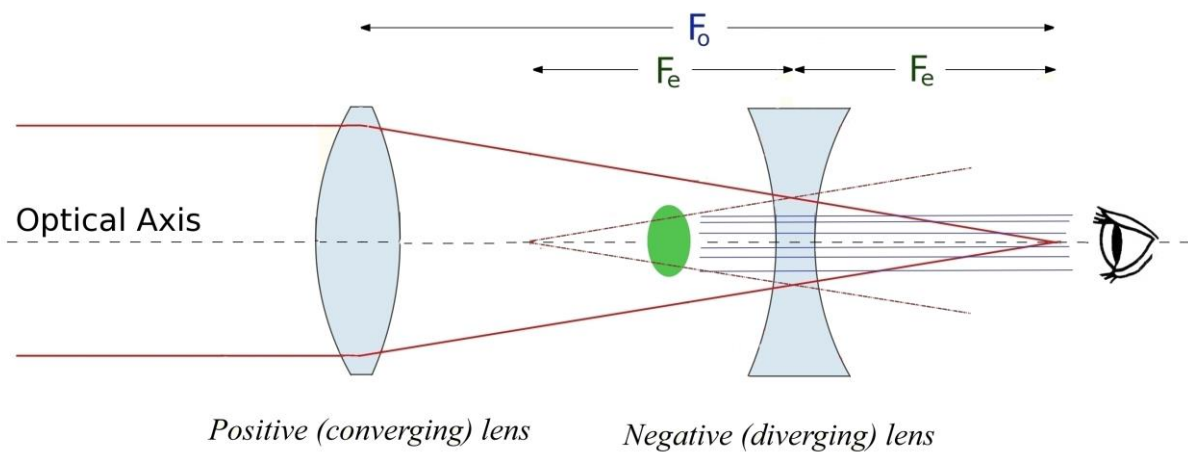


Slika 5. Lom zraka svjetlosti kroz konvergentnu leću. Preuzeto iz 7.



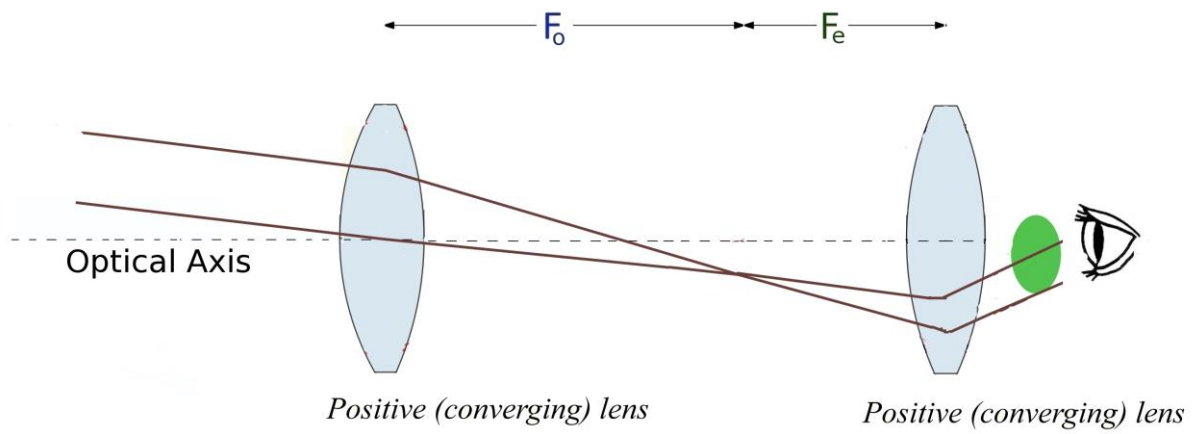
Slika 6. Lom zraka svjetlosti kroz divergentnu leću. Preuzeto iz 7.

Galilejski tip lupa sastoji se od dvije leće – konveksne i konkavne. Svjetlost prvo prolazi kroz konveksnu leću te se zrake svjetlosti konvergiraju u jednu točku iza leće - sekundarnu fokalnu točku ili žarište. Konkavna leća zbog svog načina loma svjetlosti ima svoju fokalnu točku iza leće. Kod ovog tipa lupa sekundarna fokalna točka konveksne leće i primarna fokalna točka konkavne leće se podudaraju te se nalaze iza konkavne leće. Svjetlost mora proći kroz obje leće kako bi došla do sekundarne fokalne točke konveksne leće (2).



Slika 7. Princip rada lupa – Galilejski tip. Preuzeto iz 2.

Keplerov tip lupa sastoji se od dvije ili više konvergentnih, sabirnih leća. Sekundarna fokalna točka ili žarište prve leće koja je bliže objektu se podudara s primarnom fokalnom točkom ili žarištem leće koja je bliže oku. Ta točka se nalazi između samih leća što čini razliku od galilejskog tipa. Svjetlost prolazi kroz prvu leću, njezinu fokalnu točku koja je ujedno i fokalna točka druge leće, drugu leću te se slika stvara iza druge leće (2).



Slika 8. Princip rada lupa - Keplerov tip. Preuzeto iz 2.

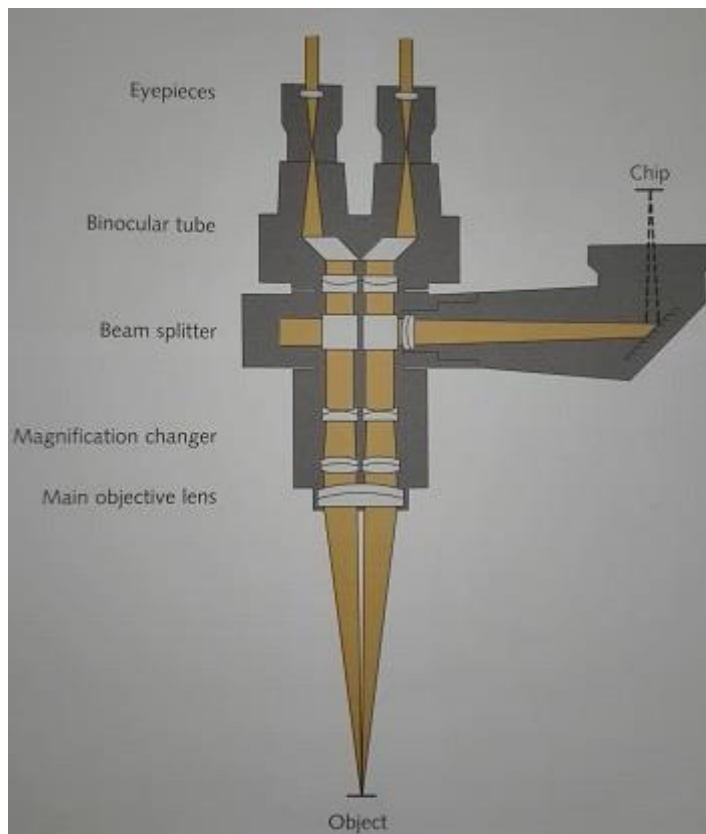
### **3.3. Operacijski mikroskop (OPM)**

Operacijski mikroskop čini sustav leća i izvrsne rasvjete koji u cjelini omogućava stereoskopsko gledanje radnog polja pod povećanjem 4-40 puta (1). Glavne značajke OPM-a su kvalitetni optički sustav, stabilnost, sposobnost manevriranja te modularnost. Kvaliteta optičkog sustava direktno utječe na samu sliku radnog polja, brzinu kojom se očni mišići umaraju prilikom dugotrajnog gledanja kroz OPM te na kvalitetu dokumentacije. Stabilnost glave mikroskopa je jedna od ključnih stvari koja mora biti zadovoljena prilikom rada sa istim. OPM mora omogućavati promjenu položaja, ali pri tome mora ostati u novom položaju bez daljnjeg pomicanja, bez obzira na druge čimbenike koji se mogu javiti. Također, važno je imati mogućnost dodavanja novih nastavaka na glavu OPM-a s daljnjom modernizacijom dentalne opreme (8).

#### **3.3.1 Dijelovi operacijskog mikroskopa**

Svaki operacijski mikroskop se sastoji od optičkih elemenata, svjetlosne jedinice i stalka (1). S obzirom na stalak – OPM može biti pričvršćen na zid, strop ili biti kao stativ na podu. Optički dio mikroskopa prikazan na Slici 9. sastoji se od :

- okulara
- binokularnih tubusa
- svjetlosne jedinice
- mjenjača povećanja
- leća objektiva (5).



Slika 9. Shema rada operacijskog mikroskopa. Preuzeto iz 8.

Objektiv mikroskopa služi za povećanje slike - od realnog predmeta on daje povećanu sliku koja je realna. Tu sliku obrađuje okular koji zatim daje povećanu virtualnu sliku od koje se stvara realna slika na mrežnici oka (9).

### 3.3.1.1. Okulari

Uloga okulara je dodatno povećanje međuslike iz tubusa (1). Na njima se nalazi opcija dodatnog povećavanja slike radnog polja koja iznosi od 6,3, 10, 12,5, 16 i 20x (8). Što je povećanje veće, veličina radnog polja je manja. Desetorostruko povećanje predstavlja dobar kompromis između veličine radnog polja i povećanja stoga se ono preporučuje za parodontnu kirurgiju (1). U endodonciji je preporučljivo povećanje od 12,5 puta zbog manje veličine radnog polja, a time i boljeg fokusa na detalje (10).

Moderni okulari prilagođeni su kako operaterima s normalnim vidom, tako i onima koji imaju dioptriju. Ametropni operateri na njima mogu raditi bez naočala. Jedino se kod operatera koji boluju od astigmatizma zahtjeva prisutnost vlastitih naočala. Ako operater nosi vlastite naočale potrebno je prije rada namjestiti dioptriju na okularu na oznaku 0. Ako operater ne nosi naočale, a ima dioptriju, potrebno je istu namjestiti prema veličini dioptrije. Ukupno povećanje koje je moguće dobiti operacijskim mikroskopom iznosi 3-40 puta. U današnjoj dentalnoj medicini najčešće se upotrebljava povećanje od 4-24 puta (10).

### **3.3.1.2. Binokularni tubusi**

Tubus je dio operacijskog mikroskopa u kojem se najčešće nalaze dvije prizme. Njihova uloga je uspravljanje slike dobivene kroz objektiv i njezino povećanje kroz leće tubusa u njegov krajnji dio. Postoje dva različita tipa tubusa – ravni i kosi te zakretni tubusi. U odnosu na osovinu mikroskopa kosi tubus se nalazi pod kutom od 45 stupnjeva dok je kod ravnog tubusa smjer gledanja paralelan s osovinom. S obzirom na prirodu posla, u dentalnoj medicini se preporučuju zakretni tubusi s kutom između 0 i 60 stupnjeva kako bi se osigurao ergonomski položaj operatera (1). Razmak između zjenica namješta se prema svakom operateru individualno te on uobičajeno iznosi od 54 do 76 mm (10). Točno određen individualni razmak zjenica važna je stavka prilikom rada s optičkim pomagalicama jer ona omogućuje stereomikroskopski trodimenzionalni pogled na radno područje. Ako udaljenost nije točno prilagođena operateru pogled na radno polje je maglovit, dolazi do prebrzog zamora mišića oka te nemogućnosti rada (6).

### 3.3.1.3. Mjenjač povećanja

Bitna stavka prilikom mikroskopiranja, uz mogućnost samog povećanja slike radnog polja, je neometan i čisti prijelaz s manjeg povećanja na veće povećanje i obrnuto. S obzirom na to, dostupna su dva tehnološka sustava koja to i omogućuju. To su mjenjač povećanja (galilejski mjenjač) i „stepless zoom system“ (10). Ukupno povećanje OPM-a je određeno kombinacijom povećanja okulara, žarišne udaljenosti binokularnih tuba, mjenjačem povećanja te žarišne udaljenosti leća objektiva (6). Većina operacijskih mikroskopa sadržava mjenjač povećanja koji funkcionira po principu astronomskog teleskopa. Dva galilejska sustava s različitim povećanjem su ugrađena u cilindar mjenjača. Pružaju četiri stupnja povećanja ovisno o tome u kojem je položaju cilindar u oba smjera i jedan dodatni slobodni otvor bez povećanja. Povećanje od 6– 40 puta omogućeno je kombinacijom mjenjača povećanja, objektiva i okulara pri okretanju cilindra. Faktori povećanja označeni su brojevima 0.4, 0.6, 1.0, 1.6 i 2.5 (1,10).

Mjenjači povećanja su kompaktni, jednostavni za korištenje te osiguravaju visoku kvalitetu izvedbe. Prilikom mijenjanja povećanja potrebno je manualno okrenuti kotačić. Tijekom postupka okretanja, slika operateru nije vidljiva kroz objektivne, što čini razliku u odnosu na *zoom sisteme* (10).

*Zoom sistemi* omogućavaju nesmetan prijelaz između povećanja što osigurava dodatnu adaptaciju aparata operateru. Drugim riječima, operater je u mogućnosti konstantno mijenjati povećanje bez smetnji. Sistem se sastoji od više optičkih elemenata od kojih su dva prilagodljiva operateru. Postepeno povećanje, brža adaptacija povećanja, mogućnost kontrole povećanja pomoću ručnog upravljača odlike su ovog sistema. Nadalje, postoji i mogućnost korištenja nožne pedale što omogućava nesmetan rad rukama bez potrebe za odlaganjem instrumenata. Mogućnost provjere razine povećanja uz korištenje ugrađene intraoralne kamere

i mogućnost snimanja fotografija visoke kvalitete i njihova dokumentacija značajan su pomak u dentalnoj medicini danas (10).

#### **3.3.1.4. Objektiv**

Objektiv stvara sliku koju je obradio mjenjač povećanja te usmjerava svjetlost iz izvora u vidno polje (6). Žarišna udaljenost leće objektiva određuje razmak između leće i radnog polja. Što je leća objektiva bliža radnom polju, povećanje će biti veće dok će promjer slike radnog polja biti manji. Leće koje imaju veću žarišnu duljinu omogućavaju veći prostor za dodavanje instrumenata pred pacijentom i smanjuju rasap svjetlosti (8). Idealni objektivni su oni od 200 mm do 300 mm fokusa koji nemaju stupnjeve prijelaza (6). Danas su na tržištu dostupne leće sa žarišnom daljinom od 100-400 mm. Radne duljine za određenu jačinu su 20cm za 200-mm leće, 25cm za 250-mm leću, 35cm za 300-mm leću (8).

#### **3.3.1.5. Svjetlosna jedinica**

Izvor svjetla kod OPM-a je integriran u optički sustav. Snop svjetlosti se iz objektiva u koaksijalnom toku vodi preko dviju prizmi direktno na radno polje. Svjetlo koje se koristi je primarno ksenonsko, dok alternativu predstavlja LED svjetlo. Ksenonsko svjetlo (180 vati) predstavlja bijelu svjetlost i najbližije je danjem svjetlu. Bijelo svjetlo usmjereno na objekt ljudskom oku daje dojam prirodnosti. Što je veća radna udaljenost to svjetlost mora putovati duže. Samim time intenzitet svjetlosti na radnom polju je manji. Povećanjem povećanja osvjjetljenje se ljudskom oku čini manje (8).



### **3.3.1.6. Dodatna oprema**

Kao dodatak standardnoj opremi dolazi dodatna binokularna tuba za asistenta čime asistent dobiva direktan pogled na operacijsko polje bez potrebe za naknadnim namještanjem položaja. Moguć je i dodatak dodatnog monitora koji se nalazi iza leđa operatera, a ispred asistenta kako bi on dobio bolji uvid u radno polje. Ovakav pristup operaciji omogućuje rad sa četiri ruke - „four-handed dentistry“ u kojem asistent dodaje instrumente operateru gledajući na ekranu radno polje. Takav postav osigurava asistentu dobar uvid u radno polje te se on ne mora dodatno namještati i time potencijalno zakloniti pogled operateru ili biti u ergonomski nepravilnom položaju. Ugradnja video kamere i fotoaparata u OPM moguća je i služi bilježenju dokumentacije pacijenta. Kod fotoaparata se javlja problem kod velikog povećanja. Što je povećanje veće, manje svjetla dolazi do radnog polja i dubina polja se smanjuje na manje od 1 mm. Fokusiranje objekta je otežano i već prilikom disanja pacijenta fokus se može izgubiti. Video kamere su puno osjetljivije na svjetlost te imaju veću dubinu polja od fotoaparata, stoga su jednostavnije za uporabu na OPM-ima (8,10).

### **3.4. Ergonomski položaj i njegova važnost**

Ergonomija je znanstvena disciplina koja istražuje prilagođenost i povezanost ljudskog organizma s predmetima s kojima čovjek dolazi u kontakt (12). Ergonomija danas postaje sve značajnija stavka u dentalnom svijetu jer usna šupljina predstavlja zahtjevno operativno polje koje zahtjeva rad pod velikim angulacijama koje indirektno kroz duži period vremena štete posturi tijela operatera i asistenta. Optička pomagala danas nastoje ispraviti takve ergonomski nestabilne položaje tijela (13). Kroz iskustva raznih operatera, pokazalo se da svakodnevna uporaba optičkih pomagala uzrokuje naviku operatera na veće povećanje, bolju preglednost polja te bolje držanje tijela. Mikroskop postaje fizička ekstenzija našeg senzoričkog sustava.

Pravilan ergonomski položaj tijela uvjetuje ugodnost i sigurnost rada te lakše zadržavanje fokusa na bitnome (8). Prilikom postizanja ergonomski ispravnog položaja bitno je obratiti pozornost na sljedeće stavke: konstrukciju stolice operatera te njezine pozicije, mogućnosti mobilnosti operatera, pozicija mikroskopa te pozicija pacijentove glave i tijela. Stolica na kojoj operater sjedi prvenstveno mu mora mu biti ugodna. Najbolja pozicija operatera je ona u kojoj su glava i tijelo u uspravnom položaju. Ne dolazi do naginjanja tijela prema naprijed niti prema drugim stranama. Bedra operatera su paralelna ili lagano nagnju prema podu, stopala su paralelna s podom i dodiruju ga cijelom dužinom. Ruke su savijene u zglobu te propisno poduprte nastavcima za ruke (približno pod kutom od 90 stupnjeva). Pozicija stolice mora osiguravati maksimalnu udobnost za operatera. Zubi gornje čeljusti moraju biti u rangu prstiju operatera. Potrebno je osigurati dovoljno mjesta za mikroskop koji se nalazi iznad pacijenta te nogu operatera koje se nalaze ispod pacijenta. Operater mora imati nesmetan pogled na operativno polje putem binokularnih tuba (14). Do pojave boli u ramenom obruču dolazi ako je stolica namještena previsoko pa ruke operatera nisu poduprte. Ako je ista postavljena prenisko, može doći do boli u leđima (15). Pozicija glave i tijela pacijenta se prilagođava operativnom području jer lakše pomaknuti pacijentovu glavu u drugu poziciju nego pomicati cijelu aparaturu mikroskopa i poziciju samoga operatera. Glava pacijenta je okrenuta na suprotnu stranu od radne strane na kojoj se nalazi mikroskop. Kod operacija kratkog trajanja omogućena je promjena položaja glave pacijenta kako bi se osigurao što bolji pristup operativnom polju. Kod operacija dužeg trajanja pacijenta se postavlja na način da leži na jednoj strani tijela koja može biti poduprta jastukom. Cilj je postignuti što direktniji pristup slici operativnog polja (8).

### **3.5.Usporedba lupa i operacijskog mikroskopa**

Kao prva prednost uporabe OPM-a ističe se dijagnostika. Svaka nova metoda ili oprema koja pozitivno utječe na sam ishod dijagnostike i terapije uvelike pridonose radu liječnika. Detaljnijim i jasnijim pregledom radnog polja lakše je donijeti zaključak je li nešto vrijedno rekonstrukcije ili ne. Pomoću takvog uvida u radno polje lakše je pretpostaviti ishod npr. kod perforacija krune i/ili korijena zuba, zaostalog instrumenta u kanalu. OPM-om je omogućen lakši pregled lokalizacije ulaza korijenskih kanala mandibularnih ili maksilarnih molara. Samim time omogućena je upotreba boljih materijala i preciznijih tehnika. Mikrokirurške tehnike rada stvorene su kako bi omogućile smanjenje traume tkiva nakon operacija. Zbog toga su instrumenti koji se koriste u takvim slučajevima posebno dizajnirani: tanji, krhkiji te skuplji. Namijenjeni su za rad u izuzetnom malom polju, stoga su im završni dijelovi kratki, a drška instrumenta duža kako prsti ne bi bili vidljivi u operativnom polju. Postupak cijeljenja tkiva je kod ovakvog načina rada ubrzan. S druge strane, foto i video dokumentacija predstavljaju slikoviti prikaz terapije koja će se provoditi/ se provodi pacijentu uvelike olakšava pristanak na zahvat (8).

Vrijeme prilagodbe na rad s OPM-om okvirno iznosi 9 mjeseci, dok je za lupe potrebno oko 1-4 tjedna. Vrijeme prilagodbe ovisi o prijašnjim iskustvima operatera. Zahtjeva uporabu gracijnijih pokreta, učenja tehnike dodavanja instrumenata, kontroliranje tremora te drugačiju raspodjelu ordinacije. Korištenjem mikroskopa moguće je razviti bolje kirurške vještine u koje ubrajamo: poziciju ruku tijekom operacije, korištenje igle, pozicioniranje igle kroz tkivo, šivanje, vezanje čvorova te postepenu kompleksnost pokreta. Rad s mikroskopom zahtjeva dva asistenta. Prvi asistent je pozicioniran ispred operatera te pomoću monitora dobiva uvid u radno polje. Njegova zadaća je aspiracija, retrakcija tkiva kako bi se omogućilo pregledno radno polje te dokumentacija. Drugi asistent pomaže prvome, dodaje instrumente operateru te brine da je

slika polja fokusirana na objekt značaja. To osigurava operateru nesmetan rad koji ne zahtjeva pomicanje očiju s okulara i radnog polja te ergonomski položaj tijekom cijele operacije. Ovakav način rada zahtjeva dobru i kvalitetnu komunikaciju cijelog tima. Trajanje zahvata je duže nego što je to uobičajeno no s praksom se dobiva na brzini (8).

Tablica 1. prikazuje usporedbu prednosti i nedostataka lupa i OPM-a. Kraće vrijeme prilagodbe na lupe operatera i asistenta, veća veličina vidnog polja, mogućnost direktnog pogleda na radno polje kao i ono bez povećanja, bolja fleksibilnost/mobilnost sustava, jednostavnije korištenje te manja cijena prednosti su binokularnih lupa u odnosu na OPM. Korištenjem OPM-a operater je prisiljen sjediti u ergonomskom radnom položaju. Ne postoji potreba za očnom konvergencijom jer su svjetlosne zrake međusobno paralelne te padaju na obje mrežnice što manje zamara oko. Mogućnost povećanja OPM-a je daleko veća. Radno polje je moguće prikazati kako asistentima tako i trećim osobama u ordinaciji pomoću dodatne opreme, osigurano je osvjetljenje bez sjena *zoom* funkcijom objektiva. Također, prednosti OPM-a je bilježenje i kasnije lako arhiviranje foto i video dokumentacije. Binokularne lupe nemaju tu mogućnost (6).

Odluka o korištenju pojedinog optičkog pomagala ovisi o vrsti zahvata koji se radi. Pojedine zahvate u endodonciji je moguće izvesti jedino uz pomoć OPM-a, stoga u tom polju on ima prednost naspram lupa. Prilikom brušenja zuba veće povećanje i uža slika radnog polja doprinose uočavanju većih detalja, no s druge strane, zamor očiju na većim povećanjima je izraženiji. Manje povećanje te veća širina radnog polja binokularnih leća idu u prilog kirurgiji, implatokirurgiji te parodontologiji kod kojih je, u najvećem broju slučajeva, bitno imati uvid u širu sliku polja.

Tablica 1. Usporedba prednosti i nedostataka lupa i operacijskog mikroskopa. Preuzeto iz 6.

	<b>Sustav lupa</b>	<b>Operacijski mikroskop</b>
<b>Najveće povećanje</b>	Do 8 (-)	Do 24 puta(+)
<b>Veličina vidnog polja</b>	Veće (+)	Manje (-)
<b>Direktni pogled na radno područje</b>	Uvijek moguće (+)	Ponekad samo indirektan (-)
<b>Pogled na radno polje bez povećala</b>	Moguće gledati mimo lupe (+)	Nije moguće (-)
<b>Vidno polje i za asistenciju</b>	Ne postoji (-)	Moguće ovisno o opremu (+)
<b>Zoom funkcija objektivna</b>	Ne postoji (-)	4-24 put (+)
<b>Osvjetljenje bez sjena</b>	Ovisno o izvoru svjetla (+/-)	+
<b>Fleksibilnost/mobilnost sustava</b>	+	-
<b>Ergonomija rukovanja</b>	-	+
<b>Jednostavnost korištenja</b>	+	-
<b>Trajanje uhodavanja za terapeuta i asistenata</b>	Kraće (+)	Dulje (-)
<b>Mogućnost paralelne dokumentacije video/kamera</b>	Nije moguće (-)	Ovisno o opremi moguće (-/+)
<b>Nabavna cijena</b>	800-2500 eura (+)	10000-80000 eura (-)

#### **4. Rasprava**

Upotreba optičkih pomagala u današnjoj dentalnoj medicini, koja teži minimalno invazivnom pristupu, zahtjeva dodatna znanja i sposobnosti. To se jednako odnosi i na operatera kao i na asistenta te drugo osoblje. Minimalno invazivan pristup je tehnika kojoj svi teže, a ponekad je teško ostvariva i upitne prognoze. Koristeći operativni mikroskop u svakodnevnoj praksi nameće se pitanje trebaju li se sve dijagnostičke i terapijske procedure i postupci odvijati pod povećanjem, iako same po sebi ne zahtijevaju ovakvu vrstu pristupa. Pod time ubrajamo korekcije okluzije, inspekciju usne šupljine, ubrizgavanje lokalne anestezije i sl. Binokularne lupe su jednostavnije za rad zbog bolje mogućnosti manipulacije i brzog uklanjanja aparature ukoliko je to potrebno. Operacijski mikroskop predstavlja kompleksniji sustav koji nije moguće tako lako ukloniti. S obzirom na sve navedeno, potrebno je umjesto pitanja upotrebe mikroskopa u pojedinim procedurama razmisliti o ergonomskom položaju tijela operatera prilikom izvođenja tih istih zahvata i njegovoj dugoročnoj štetnosti na posturu tijela (8).

## **5. Zaključak**

Optička pomagala su dio standardne opreme brojnih ordinacija i to već dugi niz godina. Visoka preciznost i estetika koju struka danas zahtjeva ostvarivi su uz korištenje sustava povećala. Jasan, detaljan i čist prikaz radnog polja karakteristike su koju optička pomagala pružaju i koje je teško osporiti. Detaljnijim prikazom stanja u usnoj šupljini ostvarujemo veće mogućnosti za kvalitetniji ishod terapije koju provodimo.

## 6. Sažetak

Optička pomagala u dentalnoj medicini čine binokularne lupe te operacijski mikroskop. Binokularne lupe dijelimo na dva tipa – galilejski i keplerov. Lupe Galilejskog tipa su lupe manjeg povećanja (2-3 puta), manje težine, manje cijene te su jednostavnije za rukovanje. Odabir su većine dentalnih operatera u svakodnevnom radu zbog povećanja koje omogućuje široko radno polje u odnosu na lupe Keplerova tipa. Ova dva tipa lupa odlikuje veliko povećanje (3-8 puta) te su znatno teže i veće. Razliku između povećanja ovih dvaju tipova lupa čine različite leće koje se nalaze u njima i način na koji se svjetlost lomi te mjesto stvaranja slike. Operacijski mikroskop kompleksnije je pomagalo u odnosu na lupe te zahtjeva veći period prilagodbe kako operatera, tako i cijelog osoblja. Omogućuje veliko povećanje, no zahtjeva veće financijske izdatke. Dok s druge strane omogućuje bolju sliku objekta te mogućnost dokumentacije. Njegovi glavni dijelovi su okulari, binokularni tubusi, svjetlosne jedinice, mjenjač povećanja te leće objektiva. Optička pomagala spadaju pod mikrokiruršku disciplinu koja ima za cilj djelovati minimalno invazivno.

Ključne riječi : Dentalna medicina ; Lupe ; Operativni mikroskop ; Optička pomagala



## 7. Summary

Optical aids in dental medicine are binocular magnifiers and an operating microscope. We divide binocular loupes into two types - Galilean and Kepler. Galilean type of loupes are magnifier magnifiers (2-3 times), less weight, less expensive and easier to handle. Most dental operators are using them in their daily work because of the magnification that allows a wide field of work compared to Kepler type of loupes. This type of loupes features a larger magnification (3-8 times) and are much heavier and larger. The difference between magnifying these two types of loupes is the result of the different lenses contained in them and the way the light is refracted and where the image is created. The operating microscope is more complex than the loupes and requires a longer adjustment period for both the operator and the entire dental staff. It allows larger magnification, but is a more expensive option. It provides a better image of the object and have the ability to feed documentation. Operating microscope is consisted of the eyepieces, binocular tubes, light units, zoom lens and lens. Optical aids are the main features in the microsurgical discipline of dental medicine that aims to act minimally invasively.

Keywords : Dental medicine ; Magnifying loupes; Operating microscope; Optical aids

## 8. Literatura

1. Lang NP, Lindhe J, Klinička parodontologija i dentalna implantologija : prema 5. engleskom izdanju, Zagreb, Nakladni zavod Globus d.o.o., 2010., str. 1029-1042.
2. Mamoun J, Wilkinson ME, Feinbloom R. Technical Aspects and Clinical usage of Keplerian and Galilean Binocular Surgical Loupe Telescopes used in Dentistry or Medicine. Surgical and Dental Ergonomic Loupes, 2013.
3. Gilmour ASM, James T, Magnifying Loupes in Modern Dental Practice: An Update. Dental update. 2010. 37(9):633-6.
4. Wikipedia [Internet] c2019-. 29. rujna 2019. Pupillary distance. Dostupno na: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pupillary\\_distance](https://en.wikipedia.org/wiki/Pupillary_distance)
5. Loiacono P, Pascoletti L, Photography in Dentistry, Theory and Techniques in Modern Documentation, 1th ed, Rho (MI) Italy : Quintessenza Edizioni S.r.l., 2012.
6. Zuhr O, Hurzeler M. Estetska, parodontna, plastična i implantološka kirurgija : mikrokiruški koncept, 1. hrvatsko izdanje, Zagreb: Media ogled d.o.o.; 2012., str. 43-67.
7. Henč-Bartolić V, Kulišić P, Valovi i optika : udžbenik fizike za studente Fakulteta elektrotehnike i računarstva, 3. izdanje, 2004.
8. Merino ME. Endodontic microsurgery, 1st ed. London; Quintessence Publishing: 2009.
9. Dobrinić, J. Fizika (valovi, optika, struktura tvari), Rijeka ; Tehnički fakultet, 1998.
10. Aranguren Cangas J, Badalyan K, Burkhardt R, Burzlaff A, Goczewski M, Von Stetten MHOF, et al. Microscopic Dentistry A Practical Guide Publisher 1st ed. Jena: Carl Zeiss Meditec AG; 2014.
11. Christensen, GJ. Magnification in dentistry: Useful tool or another gimmick?. Journal of the American Dental Association. 2004 134: 1647-50.
12. Wikipedia [Internet] c2019.- 29. rujna 2019. Ergonomija. Dostupno na: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Ergonomija>

13. Aller, MS. Personal safety and ergonomics in the dental operator. *J Vet Dent*. 2005;22:124-30.
14. Schwartz RS, Canakapalli V. *Best practices in endodontics, a desk reference*, London; Quintessence Publishing: 2015.
15. Marshall ED, Dumcombe LM, Robinson RQ, Kilbreath SL. Musculoskeletal symptoms in New South Wales dentists, *Aus Dent J*. 1997;42:240-26.
16. Millodot M. *Dictionary of Optometry and Visual Science*. 8th ed. Amsterdam;Elsevier: 2017.

## **9. Životopis**

Ena Tomić rođena je 14.12.1993. godine u Osijeku. Pohađala je Osnovnu školu Frana Krste Frankopana u Osijeku te nakon toga upisuje Tehničku školu i prirodoslovnu gimnaziju Ruđera Boškovića u Osijek, gimnazijski smjer. Tijekom srednjoškolskog obrazovanja aktivno sudjeluje u sklopu raznih projekata među kojima je projekt Građanin. Volontira u raznim humanitarnim udrugama i organizacijama. Godine 2012. odabrana je kao predstavnik hrvatskih učenika u sklopu programa EuroMed-Scola Europskog parlamenta u Strasbourgu povodom istraživanja o utjecaju medija na mlade. Godine 2013. se seli u Rijeku gdje upisuje studij Dentalne medicine na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci. Aktivno se bavila plesom kroz 9 godina. Govori engleski i njemački jezik.

**OIB : 49166216480**