

# Izbjeljivanje zubi- indikacije, materijali i tehnike

---

Imamović, Lea

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:127:881492>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**



Repository / Repozitorij:

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





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
STOMATOLOŠKI FAKULTET

Lea Imamović

**IZBJELJIVANJE ZUBI – INDIKACIJE,  
MATERIJALI I TEHNIKE**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2022.

Rad je ostvaren na Zavodu za endodonciju i restaurativnu stomatologiju Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Mentor rada: izv. prof. dr. sc. Anja Baraba, Zavod za endodonciju i restaurativnu stomatologiju Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Lektor hrvatskog jezika: Barbara Kružić, mag. educ. philol. croat. et mag. educ. philol. angl.

Lektor engleskog jezika: Barbara Kružić, mag. educ. philol. croat. et mag. educ. philol. angl.

Sastav povjerenstva za obranu diplomskog rada:

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

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

Rad sadrži: 44 stranica

0 tablica

6 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**

Ovaj rad željela bih posvetiti svojim roditeljima kao zahvalu za njihovu neizmjernu ljubav, podršku i vjeru u moj uspjeh.

Od srca zahvaljujem svojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Anji Baraba na strpljenju, pomoći i korisnim savjetima tijekom školovanja i pisanja ovog rada.

Veliko hvala mom Jošku, mojim prijateljicama i kolegama što su bili uz mene ovih divnih 6 godina.

Diplomski rad je izrađen u okviru istraživačkog projekta HRZZ-a pod naslovom "Istraživanje i razvoj novih mikro i nanostrukturnih bioaktivnih materijala u dentalnoj medicini" IP-2018-01-1719.

## **Popis skraćenica**

AI – lat. *amelogenesis imperfecta*

DI – lat. *dentinogenesis imperfecta*

ACP – engl. *amorphous calcium phosphate*; amorfni kalcijev fosfat

CPP – engl. *casein calcium phosphate*; kazeinfosfopeptid

## IZBJELJIVANJE ZUBI – INDIKACIJE, MATERIJALI I TEHNIKE

### SAŽETAK

Svrha je ovog rada prikazati različite uzroke obojenja zuba te opisati tehnike i materijale za izbjeljivanje zuba, ali i raspraviti utjecaj izbjeljivanja na tvrda i meka tkiva usne šupljine. Izbjeljivanje zuba postupak je kojim se vraća prirodna boja zuba ili se zub posvjetljuje za nekoliko nijansi. Uzroci obojenja mogu biti vanjski (ekstrinzični), unutarnji (intrinzični) i kombinirani. Vanjska obojenja zuba najčešće nastaju konzumacijom određene vrste hrane i pića te taloženjem njihovih pigmenata na površinu zuba. U ostale uzroke ubrajaju se diskoloracije uzrokovane zubnim karijesom, starim ispunima i naslage plaka i kamenca. Većina spomenutih diskoloracija mogu se ukloniti profilaktičkim čišćenjem u ordinaciji, mikroabrazijom ili izbjeljivanjem zuba kod kuće. Unutarnja obojenja mogu nastati za vrijeme razvoja zuba ili nakon njegovog nicanja. Mogu se podijeliti na lokalno i sistemno uzrokovana obojenja. Najčešći uzroci lokalno izazvanih obojenja su nekroza i hemoragija pulpe. Sistemno uzrokovana obojenja nastaju kao rezultat okolišnih ili nasljednih čimbenika. Moguće je koristiti nekoliko različitih tehnika izbjeljivanja zuba: izbjeljivanje u ordinaciji koje provodi doktor dentalne medicine, izbjeljivanje pod nadzorom doktora dentalne medicine, izbjeljivanje kod kuće te izbjeljivanje kod kuće pomoću tzv. *over-the-counter* proizvoda. Najsigurnije su tehnike izbjeljivanja koje provodi doktor dentalne medicine u ordinaciji ili koje su pod njegovim nadzorom. Kako bi se rizici sveli na najmanju moguću mjeru, potrebno je savjetovati se s doktorom dentalne medicine i smanjiti korištenje *over-the-counter* proizvoda. Doktori dentalne medicine trebaju obavijestiti svoje pacijente o mogućim negativnim posljedicama i o realnim mogućnostima izbjeljivanja zuba.

**Ključne riječi:** izbjeljivanje zuba; uzroci obojenja; tehnike izbjeljivanja zuba

# TEETH WHITENING – INDICATIONS, MATERIALS, AND TECHNIQUES

## SUMMARY

The purpose of this thesis is to present different causes of tooth discoloration and to describe various techniques and materials used for tooth whitening and, in addition, to discuss the influence of tooth whitening on the hard and soft tissues of the oral cavity. Teeth whitening is a procedure that aims to restore the natural color of the teeth or lightens the color of the teeth by a few shades. Tooth discoloration can be caused by external, internal, or combined factors. External tooth discoloration is most commonly caused by the consumption of certain foods and beverages and precipitation of the pigments they contain on the tooth surface. Other causes include discoloration caused by tooth decay, old fillings, or plaque and calculus deposits. Most of these discolorations can be removed by prophylactic teeth cleaning at the dentist's office, microabrasion, or at-home whitening. Internal discoloration can occur during tooth development or after the tooth has erupted. Internal factors can be divided into locally caused and systemically caused discoloration. The most common causes of locally caused discoloration are pulp necrosis and hemorrhage. Systemically caused discoloration occurs because of environmental or hereditary factors. There are several teeth-whitening techniques: in-office whitening, whitening under the supervision of the dentist, at-home whitening, and at-home whitening with over-the-counter products. The safest techniques are those performed by the dentist in the office or under his supervision. To minimize the possible risks, it is advisable to consult a dentist and reduce the use of over-the-counter products. Dentists should inform their patients about the possible negative effects and the realistic possibilities of teeth whitening.

**Keywords:** teeth whitening; causes of teeth discoloration; whitening techniques

## SADRŽAJ

1.	UVOD .....	1
2.	BOJA ZUBA .....	3
2.1.	Vizualne (konvencionalne) metode određivanja boje zuba .....	5
2.2.	Digitalne (kompjuterizirane) metode procjene boje zuba .....	5
3.	UZROCI NASTANKA OBOJENJA ZUBA .....	6
3.1.	Egzogena (ekstrinzična) obojenja zuba .....	7
3.2.	Endogena (intrinzična) obojenja zuba .....	8
3.2.1.	Lokalno uzrokovana obojenja .....	8
3.2.1.1.	Nekroza pulpe .....	8
3.2.1.2.	Hemoragija pulpe .....	8
3.2.1.3.	Ostaci pulpnog tkiva nakon endodontskog postupka .....	9
3.2.1.4.	Endodontski materijali .....	9
3.2.1.5.	Materijali za izradu ispuna .....	9
3.2.1.6.	Resorpcija korijena .....	10
3.2.1.7.	Starenje .....	10
3.2.2.	Sistemno uzrokovana obojenja: .....	10
3.2.2.1.	Dentalna fluoroza .....	10
3.2.2.2.	Tetraciklinsko obojenje .....	11
3.2.2.3.	Hematopoetski poremećaji .....	11
3.2.2.4.	Amelogenesis imperfecta .....	11
3.2.2.5.	Dentinogenesis imperfecta .....	12
4.	SREDSTVA ZA IZBJELJIVANJE I MEHANIZAM IZBJELJIVANJA ZUBA .....	13
4.1.	Vodikov peroksid .....	14
4.2.	Karbamid- peroksid .....	15
4.3.	Natrijev perborat .....	15
4.4.	Inaktivni sastojci sredstava za izbjeljivanje .....	16
4.5.	Mehanizam izbjeljivanja zuba .....	16
5.	TEHNIKE IZBJELJIVANJA ZUBA .....	18
5.1.	Tehnike izbjeljivanja vitalnih zuba .....	19



5.1.1. Izbjeljivanje u ordinaciji koje sprovodi doktor dentalne medicine .....	19
5.1.2. Izbjeljivanje udlagom kod kuće.....	21
5.1.3. Izbjeljivanje kod kuće pomoću komercijalnih proizvoda.....	21
5.2. Tehnike izbjeljivanja avitalnih zuba .....	21
5.2.1. „Walking bleach“ tehnika.....	22
5.2.2. Termokatalitička tehnika .....	25
6. UTJECAJ IZBJELJIVANJA NA TVRDA I MEKA TKIVA .....	26
6.1. Postoperativna preosjetljivost .....	27
6.2. Vanjska resorpcija korijena .....	27
6.3. Iritacija mekih tkiva .....	28
6.4. Utjecaj na caklinu.....	28
6.5. Utjecaj na dentin.....	29
6.6. Učinci na ispunima i restauracijama .....	29
7. RASPRAVA.....	31
8. ZAKLJUČAK .....	34
9. LITERATURA.....	36
10. ŽIVOTOPIS .....	43

## **1. UVOD**

Osmijeh je izuzetno važan u svakodnevnoj interakciji i komunikaciji. Estetika zuba svakako utječe na izgled i osmijeh pojedinca, a posebice je važan čimbenik boja zuba (1). Izbjeljivanje zuba smatra se brzim, jednostavnim i minimalno invazivnim tretmanom za poboljšanje njihovog izgleda (2). Boja zuba iznimno je važna za mnoge pacijente, a diskoloracija samo jednog zuba, posebice u prednjoj regiji, može negativno utjecati na kvalitetu života. Zbog sve većeg porasta interesa za što bjeljim osmijehom, izbjeljivanje zuba zahvat je koji čini važan dio estetske dentalne medicine.

Čini se da svi teže savršenom osmijehu kakav smo navikli gledati u medijima i na društvenim mrežama. Ne kaže se uzalud da upravo osmijeh otvara sva vrata. Zato je vrlo važno pacijente na vrijeme informirati o samom postupku i realnim rezultatima koje mogu očekivati.

Prirodna boja zuba ovisi o unutarnjoj i vanjskoj boji zuba, debljini cakline i dentina te stupnju njihove translucencije i mineraliziranosti (3). Unutarnja boja zuba određena je optičkim svojstvima cakline i dentina te njihovom interakcijom sa svjetlom (3). Vanjska boja zuba ovisi o prisutnosti kromogena na površini cakline (3). Na izgled boje zuba, osim optičkih svojstava i prisutnosti kromogena, također utječu vanjski čimbenici kao što su svjetlost, iskustvo, dob i umor ljudskog oka (3).

Uzroci obojenja zuba mogu biti egzogeni (pušenje, konzumacija kave, gaziranih pića, crnog vina, hrana), endogeni (preeruptivne i posteruptivne diskoloracije) ili njihova kombinacija. Ovisno o tome, bira se najučinkovitija metoda izbjeljivanja. Također je vrlo važno odrediti vitalnost zuba jer se potencijalni uzroci diskoloracije razlikuju ovisno o tome radi li se o vitalnom ili avitalnom zubu.

Boja zuba može se poboljšati brojnim metodama kao što su profesionalno čišćenje zuba i pjeskarenje, unutarnje izbjeljivanje avitalnih zuba, vanjsko izbjeljivanje vitalnih i avitalnih zuba, mikroabrazijom cakline te postavljanjem krunica i ljuskica (4-6). Materijali koji se najčešće koriste za izbjeljivanje jesu vodikov peroksid, karbamid peroksid i natrijev perborat.

Svrha je ovog rada prikazati različite uzroke obojenja zuba te opisati tehnike i materijale za izbjeljivanje zuba, ali i raspraviti utjecaj izbjeljivanja na tvrda i meka tkiva usne šupljine.



Boju zuba svakog pojedinca određuje više čimbenika kao što su atricija zuba, dob, optička svojstva cakline i dentina te konzumacija određene hrane i pića ili lijekova (7). Isto tako, boja svakog zuba varira ovisno o tome koji se dio zuba promatra. U gingivnom području caklina je tanja, zbog čega je u tom području boja zasićenija, središnji dijelovi čine se svjetlijima, a u incizalnom dijelu nalazi se isključivo caklina, zbog čega je to područje vrlo transludentno (8). Boja je kombinacija interakcije svjetlosne energije s objektom i subjektivnog iskustva promatrača. Boja određenog objekta nastaje zbog svojstava apsorpcije, refleksije ili emisije svjetlosti određenog dijela svjetlosnog spektra. Ljudsko oko može vidjeti samo dio svjetlosnog spektra koji čine valne duljine od 400 do 700 nm (9). Upravo spomenute valne duljine oko raspoznaje kao različite boje. Ako objekt reflektira sve valne duljine bijele svjetlosti, čini se bijelim, a ako apsorbira sve valne duljine, objekt se čini crnim (9). Ostale boje nastaju tako što objekt reflektira valne duljine određene boje, primjerice zelene, a sve ostale apsorbira i tada objekt izgleda zeleno (9). Tri čimbenika utječu na percepciju boje, a to su izvor svjetlosti, promatrani objekt i promatračeva interpretacija boje. Boja se može definirati trima svojstvima: nijansom, stupnjem zasićenosti i svjetlinom (10). Nijansa (engl. *hue*) je sustav boja pomoću kojeg razlikujemo boje, primjerice zelenu od plave. Postoji deset sustava boja koji su dalje podijeljeni na deset nijansi (10). Svjetlina (engl. *value*) je bezbojna razlika pomoću koje razlikujemo svijetlu boju od tamne (10). Pomoću zasićenosti (engl. *chroma*) određuje se intenzitet boje (10).

Ljudsko oko može razlikovati najmanje deset milijuna različitih boja (11). U zubi se može pronaći 100 000 različitih boja, s varijacijama među pojedincima u društvu (12). Ukupni efekt prirodne boje zuba stvaraju kombinacija svjetlosti koja se reflektira i raspršuje na površini zubne cakline i dentina (13). Svojstvo loma svjetlosti i raspršenje na zubnoj caklini utječu na percepciju boje zuba (14). Kako caklinski sloj postaje tanji, tako se zub čini tamnijim zbog veće translucencije i boja dentina postaje dominantnija (15,16). Ovisno o refleksiji svjetlosti, zub se može činiti tamnijim kada se više svjetlosti apsorbira i svjetlijim kada se više svjetlosti reflektira. Boja zuba varira ovisno o kojem se dijelu zuba radi, pa je tako u cervikalnom području boja obično tamnija nego u srednjem i incizalnom dijelu (17). Osim toga, očnjaci su tamniji nego, primjerice, sjekutići (18). Konačna boja zuba ovisi o ekstrinzičnim i intrinzičnim značajkama zuba.

Zbog subjektivne percepcije boje svakog pojedinca potrebno je odrediti boju prema određenom standardu. Tako dobivamo objektivne rezultate, s obzirom na to da svaki

pojedinač istu boju vidi na različit način. Sustave za odabir boje možemo podijeliti na konvencionalne ili vizualne i računalne ili digitalne (9).

## **2.1. Vizualne (konvencionalne) metode određivanja boje zuba**

Ovaj način određivanja boje zuba najpopularniji je u ordinacijama dentalne medicine, a temelji se na procjeni pacijentove boje zuba i standardizirane boje iz ključa boja. Problem te metode jest subjektivnost svakog doktora dentalne medicine. Često dolazi do pogrešaka koje nastaju zbog različitog osvjetljenja, iskustva, dobi ili zamora oka (9). Neovisno o potencijalnim greškama, koristi se zbog jednostavnosti i niske cijene (9). Boju bi trebalo odrediti unutar 5 do 7 sekundi kako bi se izbjegao zamor oka doktora dentalne medicine (19). Najčešće korišten ključ boja jest VITA Classical A1-D4 ključ, a većina materijala na tržištu dolazi u nekima od 16 boja navedenog ključa (20). Unutar tog ključa boje su podijeljene na 4 nijanse: A (crveno-smeđe), B (crvenožute), C (sive) i D (crvenosive) te su posložene od najsvjetlijih i najmanje zasićenih do najtamnijih i najzasićenijih (21).

## **2.2. Digitalne (kompjuterizirane) metode procjene boje zuba**

Zbog nedostataka konvencionalne metode procjene boje zuba, razvile su se suvremenije, digitalne metode u koje se ubrajaju spektrofotometar, kolorimetar i digitalna kamera (9). Na taj način poboljšava se komunikacija među doktorom dentalne medicine, dentalnim tehničarem i pacijentom. Spektrofotometar je najprecizniji instrument za odabir boje. Mjerna sonda spektrofotometra postavlja se okomito na zub i tako se dobiva boja cijelog zuba, boja svake trećine ili dio zuba, ovisno o potrebama. Kao rezultat, na zaslonu se prikazuju rezultati mjerenja (9). Kolorimetri su manje precizni instrumenti jer određuju boju zuba slično ljudskoj percepciji oka. Digitalne se kamere sve više koriste, a fotografirane boje uspoređuju se sa standardiziranim ključevima boja (9).

### **3. UZROCI NASTANKA OBOJENJA ZUBA**

Boja zuba kombinacija je njegove prirodne, unutarnje boje i obojenja koja se nalaze na njegovoj površini. Uzroke obojenja treba pažljivo procijeniti kako bismo mogli bolje predvidjeti do kojeg će stupnja izbjeljivanje poboljšati boju zuba, s obzirom na to da se sva obojenja ne mogu jednako tretirati. Diskoloracije zuba možemo podijeliti na intrinzične (endogene) i ekstrinzične (egzogene) (22). Intrinsicke diskoloracije nalaze se unutar cakline i dentina i zato se teže tretiraju od onih ekstrinzičnih koje se nalaze na zubnoj površini. Različiti tipovi intrinzičnih mrlja zahtijevaju različit pristup pri uklanjanju, prema etiologiji i lokalizaciji. Obojenja koja se nalaze u caklini tretiraju se caklinskom mikroabrazijom, dok se kod onih dubljih primjenjuju tehnike izbjeljivanja oksidirajućim sredstvima kao što su hidrogen peroksid, karbamid peroksid i natrijev perborat. Tetraciklinski zubi najrezistentniji su na izbjeljivanje, ali ponekad se dobiju dobri rezultati ako se tretman prolongira tijekom šest mjeseci (23).

### **3.1. Egzogeno (ekstrinzično) obojenje zuba**

Vanjska, egzogeno obojenje zuba nalaze se na njegovoj površini, tj. caklini ili izloženom dentinu. Posebice se lako zadržavaju na područjima koja su teže dostupna čišćenju. Ta se obojenja sastoje od organskih i anorganskih kromogena koji su ili izravno adherirani na zub ili ugrađeni u kamenac, biofilm i pelikulu (24). Izvori potencijalnih kromogena su kava, čaj, crno vino, gazirana pića, voće, povrće i cigarete. Osim toga, sami sastojci proizvoda za oralnu higijenu mogu dovesti do obojenja zuba (25). To se naziva „neizravno bojenje“ jer se boja tih sastojaka razlikuje od nastalog obojenja. Tipični primjeri uključuju kositrov fluorid i klorheksidin (npr. u obliku vodica za ispiranje usta), koji se koriste kao antibakterijska sredstva, ali nakon dugotrajnog korištenja mogu uzrokovati diskoloracije (25). U ostale uzroke vanjskog obojenja zuba ubrajaju se diskoloracije uzrokovane zubnim karijesom, starim ispunima, naslagama plaka i kamenca te traume zuba (3).

Većina ekstrinzičnih mrlja može se ukloniti četkanjem zubnom pastom ili profesionalnim profilaktičkim čišćenjem. Naslage kamenca također trebaju biti uklonjene. Hrapavi dijelovi cakline poliraju se finim pastama za poliranje i superfinim diskovima. Za najtvrdokornije mrlje primjenjuje se mikroabrazija cakline (klorovodičnom kiselinom i abrazivnim sredstvima) ili tehnika izbjeljivanja kod kuće (26).



### **3.2. Endogena (intrinzična) obojenja zuba**

Intrinzično obojenje zuba najčešće nastaje prije nicanja zuba ili za vrijeme njegova razvoja. Osim toga, ponekad se pojavljuju i nakon nicanja zuba, a uzrokovana su stomatološkim postupcima kao što su izrada amalgamskog ispuna ili endodontski postupak. Takva obojenja lokalizirana su u strukturi cakline ili dentina (27). Možemo ih podijeliti na lokalno i sistemno uzrokovana obojenja.

#### **3.2.1. Lokalno uzrokovana obojenja**

##### **3.2.1.1. Nekroza pulpe**

Moguća je bakterijska, mehanička ili kemijska iritacija pulpe koja zatim rezultira pulpnom nekrozom, uzrokujući oslobađanje štetnih nusprodukata koji zatim prodiru u dentinske tubuluse i dovode do diskoloracije (28). Stupanj diskoloracije izravno je povezan s trajanjem nekroze pulpe. Za takvu vrstu diskoloracije najčešće se koristi unutarnje izbjeljivanje (29).

##### **3.2.1.2. Hemoragija pulpe**

Ekstirpacija pulpe ili trauma zuba mogu uzrokovati krvarenje u pulpnu komoricu kao posljedica ruptуре krvnih žila pulpe. Komponente krvi zatim ispunjavaju dentinske tubuluse, uzrokujući promjenu boje okolnog dentina (30, 31). Najprije se uočava promjena boje krune zuba u ružičastu. Potom dolazi do hemolize crvenih krvnih stanica i oslobađanja hemoglobina. On reagira s pulpnim tkivom oslobađanjem željeza. Bakterije proizvode vodikov sulfat koji reagira sa željezom, prilikom čega nastaje željezov sulfat. Upravo željezov sulfat boji zub u sivkastu boju.

Ti produkti prodiru duboko u dentinske tubuluse i uzrokuju promjenu boje cijelog zuba (32). Ako je uzrok nekroze pulpe trauma zuba, promjena boje s vremenom postaje sve teža. Međutim, isto tako, zub može povratiti svoju prirodnu boju (7). Pokazalo se da bi ružičasta

boja nastala nakon traume mogla nestati nakon 2 – 3 mjeseca ako dođe do revaskularizacije zuba (27).

#### 3.2.1.3. Ostatci pulpnog tkiva nakon endodontskog postupka

Isti događaji koji odlikuju hemoragiju pulpe mogu biti uzrokovani traumom prilikom ekstirpacije pulpe ako se ne ukloni sav sadržaj iz pulpne komorice. Preostalo tkivo postupno se raspada, a komponente krvi ulaze u dentinske tubuluse. Ako nije izrađen odgovarajući pristupni kavitet, dolazi do zadržavanja nekrotičnog tkiva, posebice u pulpnim rogovima i samim time do diskoloracije zubne krune (33, 34).

#### 3.2.1.4. Endodontski materijali

Nepotpunim uklanjanjem materijala za punjenje korijenskih kanala ili medikamenata koji sadrže tetraciklin iz pulpne komorice dolazi do obojenja krune zuba (35). To je česta pojava, ali se vrlo lako može prevenirati uklanjanjem takvih materijala neposredno ispod razine cementno-caklinskog spojišta. Iako ne prodiru u caklinu, uzrokuju vidljivo obojenje dentina (16). Ostali materijali koji mogu uzrokovati obojenje jesu, primjerice, Ca(OH)<sub>2</sub>, AH26, ZnO eugenol paste, materijali na bazi fenola i joda te srebrni štapići (36).

#### 3.2.1.5. Materijali za izradu ispuna

Ako dolazi do mikropropuštanja kod kompozitnih ispuna, nastaju diskoloracije na spoju ispuna i tvrdih zubnih tkiva. Ako se amalgam koristi kao restaurativni materijal, boja dentina mijenja se u tamno sivu zahvaljujući metalnim komponentama (29). Takve je diskoloracije teško izbjeleivati zbog postojanih oksidirajućih produkata. Ponekad se čini da je zub promijenio boju zbog amalgamskog ispuna koji se vidi kroz zub, ali u takvim slučajevima zamjenom amalgama estetskim materijalom dolazi do poboljšanja (29).

### 3.2.1.6. Resorpcija korijena

Iako je klinički asimptomatska, resorpcija korijena može se očitovati kao ružičasta mrlja na cementno-caklinskom spojištu (7). Najčešće se dijagnosticira kao slučajan nalaz na radiološkim snimkama. Resorpcije zuba mogu se podijeliti na unutarnje i vanjske, iako su unutarnje mnogo rjeđe (37). Unutarnja resorpcija započinje u pulpi i napreduje kroz dentin, a može zahvatiti cement i caklinu. Ružičasta mrlja nastaje na mjestu gdje je pulpa vidljiva kroz istanjenu caklinu (38).

### 3.2.1.7. Starenje

Tijekom prirodnog procesa starenja dolazi do fiziološkog taloženja sekundarnog dentina, što utječe na prijenos svjetlosti unutar zuba. Boja zuba čini se tamnijom i neprozirnijom. Osim toga, kemijska struktura zuba mijenja se, a sve navedeno utječe na promjenu boje zuba (7).

## 3.2.2. Sistemno uzrokovana obojenja

Sistemno uzrokovana obojenja zuba mogu biti rezultat okolišnih ili nasljednih čimbenika. Okolišne diskoloracije dijele se na prenatalne i postnatalne (39, 40). U prenatalne čimbenike ubrajaju se: infekcije majke, majčina terapija lijekovima i toksemija trudnoće. Postnatalne čimbenike čine infekcije (ospice, vodene kozice), terapija lijekovima (tetraciklini, fluoridi), malnutricija i hematopoetski poremećaji.

### 3.2.2.1. Dentalna fluoroza

Dentalna fluoroza jedan je od najčešćih uzroka intrinzičnog obojenja zuba u područjima gdje je koncentracija fluorida u vodi veća od optimalne i zbog unosa fluorida iz više različitih izvora kao što su mlijeko, sol ili proizvodi za oralnu higijenu (zubne paste, gelovi, lakovi) (41). Očituje se kao hipomineralizacija ili porozitet zubne cakline zbog kronične ingestije viška fluorida za vrijeme formacije cakline (42). Širenjem poroziteta prema caklinsko-dentinskom spojištu nakon erupcije zuba dolazi do odlamanja komada cakline.

### 3.2.2.2. Tetraciklinsko obojenje

Tetraciklin se prije 1980-ih godina smatrao jednim od najučinkovitijih načina liječenja bakterijskih infekcija, pa se samim time često prepisivao trudnicama i djeci. S vremenom je otkriveno da uzrokuje trajno obojenje zuba i da lijek prolazi kroz placentnu barijeru i uzrokuje diskoloraciju zuba nerođenog djeteta (43). Osim toga, ako ga koriste djeca kojoj su zubi i dalje u fazi kalcifikacije (do 8. godine), također dolazi do obojenja zuba (36). Boja zuba može varirati od žuto/sive do smeđe, iako su najčešće sive nijanse. Mogu biti zahvaćeni cijeli zubi ili se mrlje mogu pojaviti u obliku vodoravnih traka koje variraju od svjetlijih do tamnijih. Bojenje tetraciklinom razlikuje se od minociklinskog obojenja po tome što zubi zahvaćeni tetraciklinom daju fluorescentnu žutu boju pod UV-svjetlom (43). Uzimanjem minociklina tjedan dana može doći do obojenja zuba kod djece i odraslih. Intenzitet mrlja ovisi o tome koliko se dugo lijek koristio, vrsti tetraciklina i dozi (44).

### 3.2.2.3. Hematopoetski poremećaji

Hemolitičke bolesti novorođenčadi poput fetalne eritroblastoze i žutice rezultiraju žuto-zelenim obojenjem i hipoplazijom cakline mliječnih zuba. Nastaje zbog inkorporacije bilirubina unutar zubne strukture. Anemija srpastih stanica i talasemija imaju slične simptome zbog prisutnosti krvnih komponenti unutar dentinskih tubulusa. Kod kongenitalne eritropoetske porfirije mliječni i trajni zubi su ljubičasto-crvene ili crveno-smeđe boje zbog odlaganja pigmenta porfirina unutar strukture zuba i kosti (39).

### 3.2.2.4. *Amelogenesis imperfecta*

*Amelogenesis imperfecta* (AI) je nasljedni poremećaj stvaranja cakline koji se pojavljuje u mliječnoj i trajnoj denticiji, a nije povezan sa sistemnim bolestima. Tri glavna tipa AI-a čine: hipoplastični, hipokalcifikacijski i hipomaturacijski tip. Boja zuba varira od opakno bijele do žuto-smeđe (39). Hipoplastični AI odlikuje poremećaj u fazi izlučivanja organske matrice, a površina cakline može biti glatka, gruba, točkasta, izbrazdana ili stanjena (36). Hipomaturacijski AI nastaje zbog poremećaja u stvaranju kristala hidroksiapatita, zbog čega caklina može biti pjegasta, gruba, mekana ili hrapava te se lako odlama od dentina (66).

Kod hipokalcifikacijskog tipa AI-a caklina je nedovoljno mineralizirana, ali normalne debljine, te često puca i dolazi do njezinog trošenja (36).

#### 3.2.2.5. *Dentinogenesis imperfecta*

*Dentinogenesis imperfecta* (DI) je nasljedni poremećaj dentina koji odlikuje abnormalna dentinogeneza koja zahvaća mliječnu i trajnu denticiju. Zubi imaju bulbozne krune i obliterated pulpne komore i korijenske kanale. Caklina ima tendenciju odlamanja od dentina. Boja takvih zuba varira od svijetloplave do tamnosmeđe (39). *Dentinogenesis imperfecta* može se podijeliti na tri tipa prema Shieldsu: DI Shields tip I, gdje je udružena s *osteogenesis imperfecta*, DI Shields tip II, koji odlikuje nasljedni opalescentni dentin i DI Shields tip III, za koji su uobičajeni „školjkasti zubi“ (45).

#### **4. SREDSTVA ZA IZBJELJIVANJE I MEHANIZAM IZBJELJIVANJA ZUBA**

Komercijalna sredstva za izbjeljivanje sastoje se od aktivnih i inaktivnih sastojaka. Aktivne sastojke svakog sredstva za izbjeljivanje čine spojevi s peroksidnom skupinom (-O-O-). Suvremeni sustavi za izbjeljivanje zuba temelje se najčešće na vodikovom peroksidu ( $H_2O_2$ ) ili jednom od njegovih prekursora, karbamid peroksidu ili natrijevom perboratu. Oni reagiraju s kromogenim molekulama koje se nalaze na površini ili unutar zubne strukture, smanjujući tako diskoloraciju zuba i često se koriste u kombinaciji s aktivacijskim agensom poput topline i/ili svjetlosti. Takva sredstva mogu se primijeniti izvana, na zube (vitalno izbjeljivanje) ili iznutra, unutar pulpne komore (unutarnje izbjeljivanje) (46).

#### **4.1. Vodikov peroksid**

Vodikov peroksid ( $H_2O_2$ ) bezbojan je tekući spoj vodika i kisika i snažno oksidacijsko sredstvo. Najpopularnije je sredstvo za izbjeljivanje te se koristi u koncentraciji od 5 do 37 % (slika 1). Pri visokoj koncentraciji vodikov peroksid je kaustičan, spaljuje tkiva i može oslobađati slobodne radikale. Otopinama visoke koncentracije treba pažljivo rukovati zato što su termodinamički nestabilne i mogu eksplodirati ako nisu ohlađene i čuvane u tamnim posudama (47). Nalazi se u čistom obliku ili se oslobađa tijekom oksidacijske reakcije iz neke druge tvari (karbamid peroksida ili natrijevog perborata). Kao spoj vrlo je nestabilan te se nakon nanošenja na površinu zuba raspada na vodu i kisik (3). Molekula kisika zatim reagira s vodikovim peroksidom i nastaju vrlo reaktivni slobodni radikali: perhidroksilni radikal ( $HO_2$ ) i atom kisika (O). Ti slobodni radikali razaraju kemijske veze unutar kromogenih molekula i izbjeljuju zub (3). Razgradnju vodikovog peroksida ubrzavaju toplina, dodavanje natrijeva hidroksida i svjetlost (3).



Slika 1. Preparat 37,5 % vodikovog peroksida *POLLAOFFICE+*.

#### 4.2. Karbamid-peroksid

U procesu izbjeljivanja karbamid-peroksid raspada se na ureu i vodikov peroksid (3). On je „nositelj“ koji omogućuje aktivnoj tvari, vodikovu peroksidu, oslobađanje u dodiru s ionima vode ili bjelančevinama sline (3). Vodikov peroksid nakon oslobađanja prodire u strukturu zuba i nakon uklanjanja vode visokoreaktivni kisikov radikal sudjeluje u izbjeljivanju (3). Urea se razgrađuje na amonijak i ugljikov dioksid (3). Karbamid-peroksid najčešći je aktivni sastojak materijala za izbjeljivanje kod kuće te se tada koristi u koncentraciji od 10 – 15 % (3). U preparatima za izbjeljivanje u ordinaciji nalazi se u koncentraciji od 35 % (3). Najčešće se koristi za intrakoronarno izbjeljivanje zbog najmanjeg postotka ekstraradikularne difuzije (48). Trenutno najpopularniji preparati za izbjeljivanje koji sadrže karbamid-peroksid također uključuju i glicerol koji ih čini kemijski stabilnijima u odnosu na vodikov peroksid.

#### 4.3. Natrijev perborat

Natrijev perborat je oksidacijsko sredstvo dostupno u obliku praha. Stabilan je kad je suh, a u prisutnosti kiseline, toplog zraka ili vode raspada se na vodikov peroksid i kisikove komplekse koji su odgovorni za izbjeljivanje. Miješa se s vodom ili vodikovim peroksidom



koncentracije 3 do 30 %. Njime se lakše rukuje i sigurniji je od koncentrirane otopine vodikovog peroksida. Ako se miješa s vodom, potrebne su češće izmjene materijala i dulja primjena, ali je rezultat jednak (3, 49).

#### **4.4. Inaktivni sastojci sredstava za izbjeljivanje**

Osim aktivnih sastojaka, u sredstvima za izbjeljivanje nalaze se i inaktivni sastojci. Tu se ubrajaju tvari za zgušnjavanje, vehikulum, surfaktanti, konzervansi, arome, aditivi i urea. U tvari za zgušnjavanje ubraja se, primjerice, karbopol koji povećava viskoznost materijala i retenciju materijala na zubima i u udlaži. Uzrokuje sporo otpuštanje aktivnog kisika iz vodikovog peroksida, što produljuje aktivnost sredstva za izbjeljivanje (50). Najčešći vehikulum je glicerol koji povećava viskoznost i olakšava manipulaciju materijalom. Kao vehikulum koristi se i propilenglikol koji pomaže održati vlagu materijala i poboljšava otapanje ostalih sastojaka (50, 51). Zadaća surfaktanata je vlaženje površine zuba i olakšavanje difuzije vodikovog peroksida. Konzervansi sprječavaju rast bakterija unutar gela i štite od metala koji ubrzavaju razgradnju vodikovog peroksida. Najčešće se koriste natrijev benzoat i metil propil paraben. Arome se dodaju kako bi se poboljšao okus gela za izbjeljivanje. Koriste se okusi dinje, banane, metvice i zaslađivači kao što je saharin. Dodatkom aditiva smanjuju se potencijalne nuspojave izbjeljivanja zuba. Potiču remineralizaciju i sprječavaju demineralizaciju te smanjuju preosjetljivost zuba. Najčešće se koriste kalijev nitrat, fluoridi i ACP-CPP (51). Urea se primjenjuje za stabilizaciju vodikova peroksida i za podizanje pH sredstva za izbjeljivanje, a osim toga ima i antikariogen učinak.

#### **4.5. Mehanizam izbjeljivanja zuba**

Izbjeljivanje zuba je svaki postupak kojim se posvjetljuje boja zuba. Diskoloraciju zuba uzrokuju kromogeni, organski spojevi koji posjeduju konjugirane lance izmjeničnih jednostrukih i dvostrukih veza. Izbjeljivanje je kemijska razgradnja kromogena. Kromogeni pri relaksaciji emitiraju svjetlost u vidljivom dijelu spektra, što se očituje kao diskoloracija zuba. Točan mehanizam izbjeljivanja zuba još nije do kraja razjašnjen. Vodikov peroksid, aktivni spoj svih sredstava za izbjeljivanje zuba, ima sposobnost stvaranja slobodnih radikala kisika. On se bez djelovanja enzima spontano raspada na slobodne radikale kisika, kao što su

superoksidni anion, hidroksilni i perhidroksilni radikal. Oni mogu difundirati kroz tvrda zubna tkiva i reagirati s kromogenim molekulama. Slobodni radikali kisika cijepaju konjugirane dvostruke veze kromogena i mijenjaju njihovu apsorpcijsku energiju. Dolazi do njihova raspada na manje molekule, pri čemu emitiraju zračenje nižih valnih duljina u nevidljivom dijelu spektra. Na samu reakciju izbjeljivanja utječu i različiti uvjeti u kojima se ona odvija: temperatura, pH, svjetlosna aktivacija i prisutnost nekih iona. Povećanjem temperature ubrzava se i sama reakcija izbjeljivanja. U sredstvima za izbjeljivanje pokušava se postići bazičan ili neutralan pH, kako bi se stvarale veće količine perhidroksilnog radikala koji ima jaču moć oksidacije (3).

## **5. TEHNIKE IZBJELJIVANJA ZUBA**

Postupci izbjeljivanja zuba dijele se na tehnike koje se koriste za izbjeljivanje vitalnih i avitalnih zuba.

## 5.1. Tehnike izbjeljivanja vitalnih zuba

Postoji nekoliko temeljnih pristupa izbjeljivanja vitalnih zuba: izbjeljivanje u ordinaciji koje sprovodi doktor dentalne medicine (*in-office, power bleaching*), izbjeljivanje pod nadzorom doktora dentalne medicine (*dentist supervised bleaching*), izbjeljivanje kod kuće (*at-home bleaching, night-guard bleaching*), izbjeljivanje kod kuće pomoću tzv. *over-the-counter* proizvoda.

### 5.1.1. Izbjeljivanje u ordinaciji koje provodi doktor dentalne medicine

Kod ove vrste izbjeljivanja koriste se visoke koncentracije sredstava za izbjeljivanje zuba (25 – 40 % vodikov peroksid ili 35 – 40 % karbamid peroksid). Kod spomenute tehnike izbjeljivanja doktor dentalne medicine ima potpunu kontrolu nad postupkom, što mu omogućuje da isti zaustavi kada se postigne željeni učinak. U postupku se gel za izbjeljivanje nanosi nakon zaštite mekih tkiva kao što su gingiva, jezik i usnice (slika 2). Za zaštitu se koriste retraktori, svitci staničevine i tekući koferdam. Nakon toga gel se može ili ne mora aktivirati toplinom, svjetlom ili laserom (slika 3). Time se ubrzava postupak izbjeljivanja ili se postiže aktivacija gela. Takva vrsta postupka može rezultirati značajnim poboljšanjem već nakon prvog tretmana, dok ponekad može biti potrebno nekoliko tretmana za postizanje željenih rezultata. Postupak najčešće traje tri puta po 15 minuta (tri puta se nanosi gel za izbjeljivanje), ovisno o etiologiji, stupnju obojenja i uputama proizvođača. Zbog visokih koncentracija aktivnog sredstva za izbjeljivanje učestalost osjetljivosti veća je, a postojanost boje kraća (5 – 6 tjedana) (52, 53). Nedostatak izbjeljivanja u ordinaciji može biti i dehidracija zuba tijekom postupka, što može dovesti do lažnih procjena stvarne boje zuba. Rehidracija tako dehidriranih zuba pokazuje nešto tamniju boju zuba i to pacijenti pogrešno tumače kao vraćanje stare boje (54). Ovdje se također može koristiti i individualna udloga, ali se koriste veće koncentracije aktivnih sredstava (35 – 40 %-tni vodikov peroksid ili karbamid peroksid). Postavlja se u usta na 30 minuta do 2 sata (55).



Slika 2. Izbjeljivanje u ordinaciji dentalne medicine



Slika 3. Zoom lampa

### 5.1.2. Izbjeljivanje udlagom kod kuće

Izbjeljivanje udlagom kod kuće postupak je kod kojeg je potrebna suradnja pacijenta jer je upravo pacijent svojom upornošću i redovnim korištenjem udlage i sredstva za izbjeljivanje zaslužan za rezultate. Koristi se individualno izrađena udlaga prema otisku uzetom od pacijenta. Pacijent kod kuće sam stavlja gel u udlagu i zato ta vrsta izbjeljivanja uključuje niske koncentracije sredstava za izbjeljivanje (10 – 20 % karbamid peroksida, što je jednako 3,5 – 6,5 % vodikova peroksida). Potrebno je naglasiti da će zbog nižih koncentracija aktivnog sredstva biti potrebno dulje da se postigne željeni učinak. Općenito, preporuka je da se 10 %-tni karbamid peroksid koristi 8 sati dnevno, a 15 – 20 %-tni 3 – 4 sata dnevno dva tjedna. Vrijeme nošenja potrebno je prilagoditi početnom stanju obojenosti zuba, pa se tako udlage mogu nositi od 7 dana do 6 mjeseci u slučaju tvrdokornih tetraciklinskih obojenja. Iako taj postupak provode sami pacijenti, trebao bi biti pod nadzorom doktora dentalne medicine kontrolnim pregledima. Jedna od prednosti te metode jest korištenje nižih koncentracija aktivnih sredstava, zbog čega je smanjena preosjetljivost zuba (52, 55). Ostale su prednosti kraće vrijeme provedeno kod stomatologa, sigurnost metode i niže cijene.

### 5.1.3. Izbjeljivanje kod kuće pomoću komercijalnih proizvoda

Komercijalnim ili *over-the-counter* proizvodima proteklih godina sve više raste popularnost. Ti proizvodi sastoje se od niske koncentracije sredstva za izbjeljivanje (3 – 6 %-tni vodikov peroksid) u obliku gelova i udlaga, trakica, olovki, pasti za zube i vodica za ispiranje. Najčešće se primjenjuju 2 puta dnevno tijekom 2 tjedna. Problemi tih proizvoda jesu nekontrolirana upotreba i česte nuspojave (56).

## 5.2. Tehnike izbjeljivanja avitalnih zuba

Izbjeljivanje endodontski liječenih zuba konzervativna je alternativa invazivnijem estetskom tretmanu kao što je postavljanje krunica ili ljuskica. Također, kada se planiraju bezmetalni protetski radovi, izbjeljivanje protetske jezgre može biti korisno u poboljšanju konačnih estetskih rezultata. Ta tehnika primjenjuje se kada je diskoloracija zuba uzrokovana traumom, lošom endodontskom terapijom ili nekrozom pulpe. Kao posljedica rupture krvnih žila nastaje

krvarenje u pulpnu komoru, zbog čega produkti krvi ispunjavaju dentinske tubule i dolazi do promjene boje krune zuba. Glavna značajka izbjeljivanja avitalnih zuba jest unošenje sredstva za izbjeljivanje (natrij perborata, karbamid peroksida ili vodikovog peroksida) u prethodno očišćenu pulpnu komoricu.

Važno je utvrditi uzrok promjene boje zuba. Prvo, površinu zuba treba temeljito očistiti kako bi se utvrdio stupanj vanjske promjene boje. Prije liječenja važno je utvrditi kvalitetu endodontskog punjenja pomoću radiološke snimke zuba. Punjenje mora sprječavati koronarno-apikalni prolaz mikroorganizama, ali i prolazak sredstva za izbjeljivanje prema apikalnim tkivima (57). Potrebno je zamijeniti neodgovarajuće punjenje barem sedam dana prije početka postupka unutarnjeg izbjeljivanja zuba. Najčešće korištene tehnike izbjeljivanja avitalnih zuba jesu termokatalitička i *walking bleach* tehnika.

#### 5.2.1. *Walking bleach* tehnika

Prije preparacije pristupnog kaviteta potrebno je postaviti zaštitnu gumenu plahticu kako bi se izoliralo suho radno polje i zaštitile okolne strukture. Pristupni kavitet treba biti tako oblikovan da bi se uklonio sav nekrotičan sadržaj koji može uzrokovati dodatnu diskoloraciju. Ispun korijenskog kanala odstranimo u dubinu 2 – 3 mm ispod caklinsko cementnog spojišta s okruglim čeličnim svrdlima. Prije se koristila 37 % ortofosforna kiselina za uklanjanje zaostatnog sloja i otvaranje dentinskih tubulusa (58). Osim toga, služilo je za bolju penetraciju sredstva za izbjeljivanje u tubuluse i povećanje učinkovitosti samog sredstva (58). Međutim prema podacima iz literature, tretman ortofosfornom kiselinom može dovesti do povećane difuzije sredstva za izbjeljivanje u parodontne strukture što uzrokuje upalu i cervikalnu resorpciju (59). Danas je preporuka dodatno čišćenje kaviteta natrijevim hipokloritom i alkoholom. Punjenje korijenskog kanala ne sprečava na odgovarajući način difuziju sredstva za izbjeljivanje prema apikalnom foramenu. Zato je potrebno postaviti podlogu debljine 2 mm, najčešće staklenoionomerni cement. Podloga služi kao zaštitna barijera. Nakon toga slijedi aplikacija sredstva za izbjeljivanje u kavitet (slike 4 – 6). U ovoj tehnici sredstvo za izbjeljivanje stavlja se u kavitet kao uložak koji se ostavlja unutra između dvije posjete. Koristi se smjesa natrijeva perborata i destilirane vode u omjeru 2 : 1, a u slučaju teže promjene boje, umjesto vode miješa se s 3 %-tnim vodikovim peroksidom. Uložak se mijenja svakih 3 do 7 dana, a promjena boje vidljiva je nakon 2 do 4 tretmana.

Slijedi postavljanje sterilne vaticе i zatvaranje kaviteta privremenim materijalom ili cementom. Ovdje važnu ulogu ima pacijent koji treba pratiti promjenu boje kako ne bi došlo do pretjeranog izbjeljivanja. Nakon postizanja željene boje, preporučuje se napraviti trajni ispun 2 tjedna nakon tretmana unutarnjeg izbjeljivanja kako bi se boja zuba stabilizirala (3, 60).



Slika 4. Promjenjena boja zuba 13 uzrokovana sterilnom nekrozom





Slika 5. Pristupni kavitet ispunjen mješavinom natrijeva perborata i 3 %-tnog vodikovog peroksida



Slika 6. Rezultat nakon unutarnjeg izbjeljivanja zuba

### 5.2.2. Termokatalitička tehnika

Kod ove tehnike pripremni postupci izgledaju isto kao kod *walking bleach* tehnike. Razlika je u tome što ta tehnika uključuje stavljanje 30 – 35 % vodikovog peroksida u pulpnu komoru, nakon čega slijedi primjena topline pomoću električnih uređaja za grijanje, posebno dizajnirane lampe ili zagrijanim instrumentom. Termokatalitička metoda ne preporučuje se kao metoda unutarnjeg izbjeljivanja zato što kombinacija vodikovog peroksida i topline može dovesti do vanjske resorpcije korijena (60).

## **6. UTJECAJ IZBJELJIVANJA NA TVRDA I MEKA TKIVA**

Izbjeljivanje može imati i svoje štetne učinke koji mogu biti lokalizirani ili sistemni. Sistemne nuspojave najčešće se pojavljuju nakon primjene preparata za kućno izbjeljivanje zuba i to su: iritacije GI-sluznice, peckanje nepca i grla te manje smetnje u želucu ili crijevima (61). Mogući lokalni štetni učinci očituju se na tvrdim zubnim tkivima i sluznici.

### **6.1. Postoperativna preosjetljivost**

Postoperativna je preosjetljivost najčešća nuspojava vezana za vitalno izbjeljivanje zuba. Utvrđeno je da je preosjetljivost zuba prolazna i ne ostavlja trajne posljedice. Ponekad pacijenti ne mogu izdržati bol koja se javlja tijekom postupka, pa se isti mora prekinuti. Primjenom fluorida ili kalijevih nitrata kao predtretman na samom početku pojave simptoma možemo djelovati na smanjenje preosjetljivosti zuba (55). Nastaje zbog pojave mikroskopskih caklinskih pora koje omogućuju prodor sredstva za izbjeljivanje do pulpe (3). Preosjetljivost zuba pojavljuje se pri uporabi veće količine i koncentracije od preporučene ili dugotrajnom primjenom sredstva za izbjeljivanje kod kuće (3). Bolna senzacija nastaje zbog prodiranja malih molekula vodikova peroksida sve do pulpe, gdje uzrokuju reverzibilni pulpitis koji se očituje kao preosjetljivost zuba i intermitentna spontana bol. Ta nuspojava prolazna je i prestaje najkasnije četvrti dan nakon tretmana. Ako je preosjetljivost česta i snažna, koriste se sredstva za smanjenje preosjetljivosti. Njima se utječe na smanjenje pomaka dentinske tekućine ili odgovora pobuđenih živaca. Koriste se desenzibilizirajuće paste (sadrže soli kalija koji smanjuju odgovor intradentalnih živčanih završetaka) ili sredstva za zatvaranje dentinskih tubulusa (amorfni kalcijev fosfat – ACP ili hidroksiapatit) (3).

### **6.2. Vanjska resorpcija korijena**

Vanjska resorpcija korijena ozbiljna je komplikacija koja nastaje nakon unutarnjeg izbjeljivanja zuba. Izbjeljivanje zuba četvrti je najčešći uzrok resorpcije korijena. Ako u anamnezi postoji trauma zuba, ona u kombinaciji s izbjeljivanjem često dovodi do cervikalne resorpcije. Uglavnom je asimptomatska te se otkrije slučajno na RTG-u, dok se ponekad javljaju otekline interdentalne papile i osjetljivost na perkusiju, kao prvi znakovi. Ako su primijenjene veće količine vodikova peroksida, on difundira kroz dentinske tubuluse do cementa i parodontnog ligamenta te uzrokuje nekrozu i upalnu reakciju (3). Cervikalna

resorpcija može se spriječiti postavljanjem podloge (3). Pacijenti kod kojih se u ranijoj dobi primjenjivalo unutarnje izbjeljivanje imaju veću mogućnost nastanka resorpcije korijena. Moguće objašnjenje leži u tome da vodikov peroksid može lakše prodrijeti do parodonta zbog širokih dentinskih tubula kod mladih zuba. Ako je korištena termokatalitička tehnika, zbog primjene topline olakšana je difuzija molekula sredstva za izbjeljivanje do parodonta. Stoga se termokatalitička tehnika sve manje koristi zbog potencijalne vanjske resorpcije korijena. Za razliku od toga, često se koristi *walking bleach* tehnika u kombinaciji s natrijevim perboratom i vodikovim peroksidom koji u kombinaciji ne uzrokuju resorpciju korijena. S obzirom na nisku količinu ekstraradikularne difuzije i visoke učinkovitosti, 35 %-tni karbamid peroksid može se smatrati prvim izborom kad je u pitanju unutarnje izbjeljivanje (60).

### 6.3. Iritacija mekih tkiva

U visokim koncentracijama (30 – 35 %) vodikov peroksid djeluje kao kaustično sredstvo i može uzrokovati oštećenja sluznice. Zato je potrebno prije tretmana izbjeljivanja zaštititi zube i meka tkiva. Gingiva se izolira pomoću tekuće gumene zaštite kako bi se izbjegle opekline i izbjeljivanje gingive. Ostale mekotkivne strukture poput jezika, obraza i usnica treba zaštititi pamučnim gazama, a za odmicanje obraza i usnica koriste se retraktori. Nakon zahvata, usnice i meka tkiva treba premazati preparatom vitamina E koji štiti od djelovanja slobodnih radikala koji se oslobađaju prilikom izbjeljivanja (3). Kod nižih koncentracija sredstava koja se primjenjuju za kućno izbjeljivanje češće su mehaničke iritacije zbog prilagodbe na individualnu/konfekcijsku udlagu nego kemijske iritacije. Iritacije se mogu izbjeći smanjenjem koncentracije vodikova peroksida, upotrebom manje količine gela i pažljivom izolacijom mekih tkiva (3).

### 6.4. Utjecaj na caklinu

Nakon primjene nižih koncentracija karbamid peroksida caklina ostaje netaknuta, dok nakon primjene viših koncentracija vodikovog peroksida ili karbamid peroksida ona postaje poroznija i hrapavija. Zbog smanjenja tvrdoće cakline nakon izbjeljivanja zuba, površina zuba premazuje se preparatima fluora (3). Kratkom i kontroliranom upotrebom sredstva za izbjeljivanje mogu se izbjeći potencijalni problemi. Također, slina zbog svog

remineralizacijskog učinka može prevenirati demineralizacijski učinak sredstava za izbjeljivanja na caklinu zuba (3). S obzirom na to da izbjeljivanje uklanja zaostatni sloj i mijenja vezivanje na adhezijskih sustava za dentin i kolagen, adhezijsku tehniku preporučuje se odgoditi na 2 tjedna nakon tretmana, dok taj učinak ne prestane (3). Nakon izbjeljivanja zuba potrebno je provesti remineralizaciju zuba. Osim preparata fluora, često se koriste i derivati kazeina. Kazeinfosfopeptid (CPP) ima sposobnost vezanja kalcija u otopini u obliku amorfnog kalcijeva fosfata (ACP). ACP osigurava fosfatne i kalcijeve ione za remineralizaciju cakline. Primjenjuje se u obliku žvakaćih guma, otopina za ispiranje usta ili krema za premazivanje (3).

### **6.5. Utjecaj na dentin**

Sredstva za izbjeljivanje osim na caklinu, utječu i na dentin. Njihovom primjenom dolazi do demineralizacije dentina, smanjenja mikrotvrdoće i modula elastičnosti. Također slabi i veza između dentina i kompozita. S obzirom na to da se sredstva za izbjeljivanje ne nanose izravno na dentin, već na caklinu, te pojave su slabo izražene. U kliničkim uvjetima remineralizacijski potencijal sline uspijeva održati ravnotežu i smanjiti negativne posljedice na dentin (3). Iako u manjim količinama, izbjeljivanje može utjecati na vezu između dentina i ispuna, a kolagenski sloj može biti uklonjen. Zato se ne preporučuje provoditi adhezijski postupak najkraće dva tjedna nakon izbjeljivanja zuba. Vodikov peroksid utječe na kemijsku strukturu površine zuba. Ostatni kisik na površini zuba inhibira polimerizaciju kompozitne smole, a uporaba topikalnih fluorida i adheziva ili zakošenje površine ispuna ublažava njegovo djelovanje na jakost veze (62, 63).

### **6.6. Učinci na ispunima i restauracijama**

Istraživanja su pokazala značajan porast otpuštanja amalgamski komponenti (živa i srebro) nakon djelovanja sredstava za izbjeljivanje na njegovoj površini (64, 65). Količina otpuštenih komponenti varira ovisno o sredstvu i njegovoj koncentraciji te vrsti amalgama. Druga je pretpostavka da postoji korelacija između otpuštanja žive i starosti amalgama, hrapavosti njegove površine i kiselosti sredstva za izbjeljivanje. Vrlo je važno napomenuti da je

koncentracija otpuštene žive i dalje ispod razine koja bi se mogla povezati sa zdravstvenim problemima (66, 67). U studijama vezanim za dentalnu keramiku nisu pronađeni štetni učinci sredstava za izbjeljivanje na hrapavost površine, mikrotvrdoću i čvrstoću (68).

Kompozitni materijali čine skupinu za koju je sprovedeno najviše studija o utjecaju izbjeljivanja na njihovu strukturu. Kod kompozitnih ispuna zabilježeni su smanjenje površinske mikrotvrdoće i povećana hrapavost. Također, dokazane su i promjene boje ispuna koje nastaju zbog površinske promjene boje i oksidacije pigmenta. Promjene boje više ovise o izboru kompozita i tehnike izbjeljivanja nego o koncentraciji sredstva za izbjeljivanje. 10 %-tni karbamid peroksid uspješno uklanja mrlje s kompozitnih materijala izazvane sokom, čajem i klorheksidinom (69,70). Zlatne legure, dentalna keramika i kompozitni materijali pokazuju najbolju otpornost na tretman izbjeljivanja. Što se tiče amalgama, staklenoionomernog cementa i kompomera, klinička svojstva tih materijala znatno su izmijenjena nakon izbjeljivanja i izvan klinički prihvatljivih raspona. Zato će se te materijale možda trebati zamijeniti nakon završetka izbjeljivanja. Povećane koncentracije vodikovog peroksida i dulje trajanje tretmana mogu dovesti do negativnih učinaka. Potrebno je pričekati barem dva tjedna nakon završetka izbjeljivanja zuba, a prije provođenja bilo kakvog adhezivnog zahvata. Čini se da je nanošenje zaštitnog laka na površinu restauracije korisno za smanjenje štetnih utjecaja izbjeljivanja (71).





Jedna od prvih stvari koju ljudi primijete kad upoznaju nekoga upravo je osmijeh. Izbjeljivanje zuba postao je pristupačan i relativno jednostavan način za trenutačno poboljšanje izgleda, stvaranje pozitivnog prvog dojma te postizanje mladenačkog izgleda. Prema istraživanju Vinita i sur. (72), pokazalo se da se 80 % mladih ljudi konzultiralo sa svojim doktorom dentalne medicine u vezi izbjeljivanja zuba, 56 % ispitanika osjećalo je nelagodu zbog boje svojih zuba, a 67,4 % njih nije zadovoljno samom bojom zuba.

Djelotvornost sredstava za izbjeljivanje ovisi o koncentraciji vodikovog peroksida ili drugih aktivnih sastojaka (73). Najpopularnije je sredstvo vodikov peroksid koji se koristi u koncentracijama od 5 – 35 %. U visokim koncentracijama kaustičan je i može dovesti do opekotina tkiva, zbog čega je potrebno pažljivo rukovanje. U znanstvenim istraživanjima o učinkovitosti sredstava za izbjeljivanje i njihovoj koncentraciji nalaze se oprečna mišljenja. Postoje tvrdnje da nema značajnih razlika između djelovanja niskokonzentriranih i visokokonzentriranih proizvoda (74). Iz spomenutog proizlazi da i mala koncentracija vodikovog peroksida može djelovati jednako uspješno ako je ekspozicija dulja (80).

Osim koncentracije aktivnog sredstva na izbjeljivanje utječu i temperatura, pH i svjetlosna aktivacija (3). Zbog veće sigurnosti, karbamid peroksid sredstvo je izbora kod intrakoronarnog izbjeljivanja avitalnih zuba (3). Pokazalo se da ima najmanji postotak ekstraradikularne difuzije (48). Također ga se najviše koristi kod izbjeljivanja koje se provodi kod kuće. Pretjeranim i nekontroliranim korištenjem slobodno dostupnih *over-the-counter* proizvoda, češće dolazi do neželjenih posljedica. Njihova učinkovitost neprovjerena je i upitna te često sadrže previsoke koncentracije sredstava za izbjeljivanje, što ih čini nesigurnim za korištenje. Jedno od najčešćih pitanja svakog pacijenta odnosi se na sigurnost i štetnost izbjeljivanja zuba. Zato je važno da svaki doktor dentalne medicine na vrijeme informira svoje pacijente o utjecaju sredstava za izbjeljivanje na zube i okolna tkiva.

Izbjeljivanje zuba može biti sigurno ako se provodi pravilno ili ga provodi doktor dentalne medicine. Kao i kod svakog postupka i ovdje postoje određene nuspojave i štetni učinci koji su prolazni. Najčešća nuspojava jest postoperativna preosjetljivost. Ona je prolazna i ne ostavlja trajne posljedice. Može se pojaviti ako se koriste veće koncentracije sredstva ili pri dugotrajnoj primjeni (3). Moguće je utjecati na smanjenje preosjetljivosti primjenom desenzibilizirajućih pasti čija je svrha smanjiti pomak dentinske tekućine ili odgovor pobuđenih živaca (3). Usporedbom izbjeljivanja kod kuće ili u ordinaciji nisu utvrđene razlike u preosjetljivosti zuba (75). Najopasnija je nuspojava vanjska resorpcija korijena, koja se

može pojaviti nakon unutarnjeg izbjeljivanja zuba. Primjenom većih koncentracija vodikovog peroksida dolazi do difuzije sredstva kroz dentinske tubuluse te posljedične nekroze i upalne reakcije (3). Kako bi se to spriječilo, postavlja se zaštitna podloga na postojeće punjenje korijenskog kanala i koristi se karbamid peroksid koji sadrži manju koncentraciju vodikovog peroksida. Kako bi se spriječile iritacije mekih tkiva, potrebno je prije tretmana zaštititi zube i meka tkiva. Izravnim kontaktom visokokoncentriranih sredstava za izbjeljivanje s gingivom veća je mogućnost iritacije mekih tkiva (5). Za zaštitu gingive koristi se tekuća gumena plahtica, a za ostale mekotkivne strukture pamučne gaze i retraktori. Iriracije se mogu izbjeći uporabom manjih koncentracija sredstva za izbjeljivanje i manjom količinom gela te pažljivom izolacijom mekih tkiva. Primjenom manjih koncentracija sredstva smanjuje se i negativan utjecaj na caklinu (3).

U većini slučajeva remineralizacijski potencijal sline uspijeva održati ravnotežu minerala u caklini. Osim toga, provodi se i remineralizacija različitim preparatima fluora. Izbjeljivanje može kompromitirati vezivanje adhezijskih sustava i kompozitnih materijala na zub, zbog čega je potrebno pričekati dva do tri tjedna nakon izbjeljivanja s provođenjem adhezijskog postupka (76). Prisutnost rezidualnog kisika u zubnoj strukturi nakon izbjeljivanja inhibira polimerizaciju smole te utječe i na kvalitetu hibridnog sloja (77). Međutim pokazalo se da je taj fenomen prolazan, najčešće nakon dva do tri tjedna (78). Oprečni su podatci o učinku odgađanja adhezijskog postupka nakon izbjeljivanja zuba. Prema istraživanju Khoroushi i sur. (79) 24 sata je dovoljno za postizanje zadovoljavajućeg adhezijskog svezivanja nakon primjene 10 %-tnog karbamid peroksida, dok prema Alqahtan (80) ipak treba pričekati dva do tri tjedna. Pokazalo se da odgoda adhezijskog postupka od tjedan dana nije bila dovoljna da se povрати početna čvrstoća svezivanja kada je vrijeme izbjeljivanja produljeno (81).



Osmijeh donosi brojne prednosti, posebice blistav, zdrav osmijeh koji pokazuje entuzijazam, energiju i samopouzdanje. Najčešći razlog zbog kojeg se pojedinac odlučuje na izbjeljivanje zuba jest poboljšanje izgleda i prvog dojma koji je često presudan jer lijepi zubi uvelike utječu na estetiku lica i osmijeh. Uzroci obojenja mogu biti vanjski (ekstrinzični), unutarnji (intrinzični) i kombinirani. Vrlo je važno pažljivo procijeniti uzroke obojenja zato što se svako obojenje ne tretira na isti način niti ima isti potencijal izbjeljivanja. Dostupni su različiti proizvodi i različite tehnike izbjeljivanja zuba. Najsigurnije su tehnike koje provodi doktor dentalne medicine u ordinaciji ili koje su pod njegovim nadzorom. Kako bi se potencijalni rizici kod izbjeljivanja sveli na najmanju moguću mjeru, potrebno je savjetovati se s doktorom dentalne medicine i smanjiti korištenje *over-the-counter* proizvoda. Liječnici trebaju obavijestiti svoje pacijente o mogućem utjecaju izbjeljivanja na meka i tvrda tkiva te o realnim mogućnostima izbjeljivanja zuba.



1. Qualtrough AJE, Burke FJT. A look at dental esthetics. *Quintessence Int.* 1994;25(1):7–14.
2. Maia ACL, Catão MHCV. Claremont Dental Laser (470 nm) e Led Com Peróxido de Hidrogênio. *Revbras ci Saúde.* 2010;14(1): 99-108.
3. Zrinka Tarle i sur. *Restaurativna dentalna medicina.* Zagreb: Medicinska naklada. 2019. 343-366 str.
4. Joiner A, Pickles MJ, Matheson JR, Weader E, Noblet L, Huntingdon E. Whitening tooth pastes: effects on tooth stain and enamel. *Int J Dent.* 2002;52:424–30.
5. Sarrett DC. Tooth whitening today. *J Am Dent Assoc.* 2002;133(11):1535–8.
6. Berman LH. Intrinsic staining and hypoplastic enamel: etiology and treatment alternatives. *Gen Dent.* 1982;30(6):484–8.
7. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J.* 2001;190(6):309-16.
8. McGowan S. Characteristics of Teeth: A Review of Size, Shape, Composition, and Appearance of Maxillary Anterior Teeth. *Compend Contin Educ Dent.* 2016;37(3):164-71.
9. Kovačević Pavičić D, Tomišić M, Simonić-Kocijan S, Lajnert V. Procjena boje zuba. *Medicina Fluminesis.* 2018;54(1):28-34.
10. Munsell AH. A color notation. 11th edition. Baltimore: Munsell Color Co. 1961.
11. Jud DB, Wyszecki G. *Colour in Business Science and Industry.* 3rd ed. New York: Wiley, 1975. 353-354pp.
12. Hall NR. The application of color science to dental color match-ing. *Aust Prosthodont J.* 1991;31:41-6.
13. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent.* 1986;65(1):35-40.
14. O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM. One-dimensional colour order system for dental shade guides. *Dent Mater.* 1989;5(6):371-4.
15. Eriksen HM, Nordbo H. Extrinsic discoloration of teeth. *J Clin Periodontol.* 1978;5(4):229-36.
16. Vogel RI. Intrinsic and extrinsic discoloration of the dentition (a literature review). *J Oral Med.* 1975;30(4): 99-104.

17. Dozic A, Kleverlaan CJ, Aartman IHA, et al. Relation in color of three regions of vital human incisors. *Dent Mater.* 2004;20(9):832-8.
18. Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. *J Prosthet Dent.* 2000;83(4):418–23.
19. Ragain JC. A review of color science in dentistry. Shade matching in the contemporary dental practice. *J Dent Oral Disord Ther.* 2016;4(2):1-5.
20. Zenthöfer A, Wiesberg S, Hildenbrandt A, Reinelt G, Rammelsberg P, Hassel AJ. Selecting VITA classical shades with the VITA 3D-master shade guide. *Int J Prosthodont.* 2014;27(4):376-82.
21. Pitel ML. Optimizing Your Shade-Matching Success: Tips, Tools, and Clinical Techniques. *Dent Today.* 2015;34(9):118-21.
22. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleach. *Quintessence Int.* 1989;20(3):173-6.
23. Hattab NM, Qudeimat MA, Al-Rimawi HS. Dental discoloration: an overview. *J Esthet Dent.* 1999;11(6):291-310.
24. Joiner A. Whitening tooth pastes: A review of the literature. *J Dent.* 2010;38(2):17-24.
25. Addy M, Moran J. Mechanisms of stain formation on teeth, in particular associated with metal ions and antiseptics. *Adv Dent Res.* 1995;9(5):450–6.
26. Vrbic V, Brudevold F. Fluoride uptake from treatment with different fluoride prophylaxis pastes and from the use of pastes containing a soluble aluminum salt followed by topical application. *Caries Res.* 1970;4(2):158-67.
27. Andreasen FM. Transient apical breakdown and its relation to color and sensibility changes after luxation injuries to teeth. *Dent Traumatol.* 1986;2(1):9–19.
28. Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J.* 2003;36(5):313–29.
29. Rothstein I. Tooth discoloration and bleaching. In: Ingle JJ, Bakland LK, eds. *Endodontics.* 5th ed. Hamilton, Ontario, Canada: BC Decker Inc. 2002:845–60.
30. Arens D. The role of bleaching in esthetics. *Dent Clin North Am.* 1989;33(2):319-36.
31. Goldstein RE, Garber DA. Complete dental bleaching. Berlin: Quintessence, 1995.
32. Guldener PHA, Langeland K. *Endodontologie.* 3rd ed. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 1993.
33. Brown G. Factors influencing successful bleaching of the discolored root-filled tooth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1965;20:238–44.
34. Faunce F. Management of discolored teeth. *Dent Clin North Am.* 1983;27(4):657–70.

35. Kim ST, Abbot PV, McGinley P. The effects of Ledermix paste on discolouration of mature teeth. *Int Endod J.* 2000;33(3):227–32.
36. Ingle JL, Bakland L. *Endodontics*. 5th ed. London: BC Decker Inc Hamilton. 2002. 3p.
37. Ne RF, Witherspoon DE, Gutmann JL. Tooth resorption. *Quintessence Int.* 1999;30(1):9–25.
38. Eveson JW, Gibb DH. Multiple idiopathic internal resorption. *Br Dent J.* 1989;21(2):49–50.
39. Stewart RE, Barber TK, Troutman KC, et al. *Pediatric dentistry: scientific foundations and clinical practice*. St Louis: CV Mosby. 1982. 87-134pp.
40. Braham RL, Morris ME. *Textbook of pediatric dentistry*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.
41. Dean HT. Endemic fluorosis and its relation to dental caries. *Public Health Rep.* 1983; 7(1):3-10.
42. Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA. *Fluoride in dentistry*. 2nd Ed. Copenhagen: Munksgaard, 1996.
43. Bloomquist RF, Sword RJ, Londono J, Haywood VB. Bleaching: the initial treatment consideration for tetracycline-stained teeth. *Br. Dent J.* 2021;230(12):807-12.
44. Goldstein RE. In office bleaching: where we came from, where we are today. *J Am Dent Assoc.* 1997;128(1):11-5.
45. Brkic H, Pavičin Savić I. Dental management in osteogenesis imperfecta. *Paediatr Croat.* 2017;61(3):137-40.
46. Haywood VB, Heymann HO. Night guard vital bleaching. *Quint Int.* 1989;20(3):173-6.
47. Seghi RR, Denry I. Effect of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *J Dent Res.* 1992;7(6):1340 – 4.
48. Vachon C, Vanek P, Friedman S. Internal bleaching with 10% carbamide peroxide in vitro. *Pract Period Aesthet Dent.* 1998;10(9):1145– 8.
49. Rotstein I, Zalkind M, Mor C, Tarabeah A, Friedman S. In vitro efficacy of sodium perborate preparations used for intracoronal bleaching of discolored non-vital teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1991;7(4):177-80.
50. Greenwall L, Fredman G, Gordan VV. *Bleaching Techniques in Restorative Dentistry: An Illustrated Guide*. London: Martin Dunitz Ltd., 2001.
51. Joiner A, Thakker G. In vitro evaluation of a novel 6% hydrogen peroxide tooth whitening product. *J Dent.* 2004;32(1):19-25.



52. Ausschill TM, Hellweg E, Schmidale S, Sculean A, Arweiler NB. Efficacy, side-effects and patients' acceptance of different bleaching techniques (OTC, in-office, at-home). *Oper Dent*. 2005;30(2):156-63.
53. Budimir Z, Cerovac M, Štambuk M, Klarić E. Prosudba učinka sredstava za izbjeljivanje na promjenu boje zubi i nastanak postoperativne preosjetljivosti. *Sonda*. 2016;3:252-8.
54. Barghi N. Making a clinical decision for vital tooth bleaching: at-home or in office? *Comend Contin Educ Dent*. 1998;19(8):831-8.
55. Knezović Zlatarić D. *Osnove estetike u dentalnoj medicini*. Zagreb: Hrvatska komora dentalne medicine; 2013.
56. Zantner C, Beheim-Schwarzbach N, Neumann K, Kielbassa AM. Surface microhardness of enamel after different home bleaching procedures. *Dent Mater*. 2007;23(2):243-50.
57. Baratieri LN, Ritter AV, Monteiro S Jr, Caldeirade Andrada MA, Cardoso Vieira LC. Non-vital tooth bleaching: guidelines for the clinician. *Quintessence Int*. 1995;26(9):597– 8.
58. Hulsmann M. *Endodontie*. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 1993.
59. Fuss Z, Szajkis S, Tagger M. Tubular permeability to calcium hydroxide and to bleaching agents. *J Endod*. 1989;15(8):362– 4.
60. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer HC and Somma F. Nonvital Tooth Bleaching: A Review of the Literature and Clinical Procedures. *J Endod*. 2008;34(4):394-407.
61. Howard WR. Patient-applied tooth whiteners. *J Am Dent Assoc*. 1992;123(2):57–60.
62. Tam LE, Abdool R, El-Badrawy W. Flexural strength and modulus properties of carbamide peroxide-treated bovine dentin. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17(6):359-67.
63. Rotstein I, Torek Y, Lewinstein I. Effect of bleaching time and temperature on the radicular penetration of hydrogen peroxide. *Endod Dent Traumatol*. 1991;7(5):196-8.
64. Salomone P, Bueno RP, Trindade RF, Nascimento PC, Pozzobon RT. Assessment of the release of mercury from silver amalgam alloys exposed to different 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Gen Dent*. 2013;61(1):33-5.
65. Kasraei S, Rezaei-Soufi L, Azarsina M. The effect of a 16% carbamid eperoxide gel on mercury and silver ion release from admixed and spherical dental amalgams. *J Contemp Dent Pract*. 2010;11(6):9-16.

66. Rotstein I, Mor C, Arwaz JR. Changes in surface levels of mercury, silver, tin, and copper of dental amalgam treated with carbamide peroxide and hydrogen peroxide in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997;83(4):506-9.
67. Robertello FJ, Dishman MV, Sarrett DC, Epperly AC. Effect of home bleaching products on mercury release from admixed amalgam. *Am J Dent.* 1999;12(5):227-30.
68. Yu H, Li Q, Lin Y, Buchalla W, Wang Y. Influence of carbamide peroxide on the flexural strength of tooth-colored restorative materials: an in vitro study at different environmental temperatures. 2010;35(3):300-7.
69. Torres CR, Ribeiro CF, Bresciani E, Borges AB. Influence of hydrogen peroxide bleaching gels on color, opacity, and fluorescence of composite resin. *Oper Dent.* 2012;37(5):526-31.
70. Fay RM, Servos T, Powers JM. Color of restorative materials after staining and bleaching. *Oper Dent.* 1999;24(5):292-6.
71. Yu H, Li Q, Attin T, Wang Y. Protective effect of resin coating on the microleakage of Class V restorations following treatment with carbamide peroxide in vitro. *Oper Dent.* 2010;35(6):634-40.
72. Vinita Mary A, Kesavan R, Bhavani M, et al. Awareness about teeth whitening among young adults in south Indian population. *Int J Advan Res.* 2020;6(6):20-4.
73. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching- A critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2003;14(4):292-304.
74. Maran B, Burey A, de Paris Matos T, D Loguercio A, Reis A. In office-dental bleaching with light vs. Without light: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2018;70:1-13.
75. de Geus JL, Wambier LM, Kossatz S, et al. At-home vs in-office Bleaching: A systematic review and meta-analysis. *Oper Dent.* 2016;41(4):341-56.
76. Attin T, Hannig C, Wiegand A, et al. Effect of bleaching on restorative materials and restorations- A systematic review. *Dent Mater.* 2004;20(9):852-61.
77. Unlu N, Cobankara FK, Ozer F. Effect of elapsed time following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2008; 84(2):363-8.

78. Bittencourt ME, Trentin MS, Linden MSS, et al. Influence of in situ post bleaching times on shear bond strength of resin- based composite restorations. *J Am Dent Assoc.* 2010;141(3):300–6.
79. Khoroushi M, Mazaheri H, Manoochehri A. Effect of CPP-ACP application on flexural strength of bleached enamel and dentin complex. *Oper Dent.* 2011;36(4):372-9.
80. Alqahtan MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: a literature review. *Saudi Dent J.* 2014;26(2):33–46.
81. Santos GC, Baia JC, Ribeiro ME, Lima RR, Junior Sousa MH, Loretto SC. Influence of prolonged bleaching with 4% hydrogen peroxide containing calcium and different storage times on the bond strength to enamel. *J Contemp Dent Pract.* 2019;20(2):216–20.

## 10. ŽIVOTOPIS

Lea Imamović rođena je 11. srpnja 1997. godine u Rijeci. Nakon završene osnovne škole Malinska-Dubašnica u Malinskoj, 2011. godine upisuje srednju školu Hrvatski kralj Zvonimir Krk, smjer gimnazija, gdje je bila učenica generacije. U akademskoj godini 2016./2017. upisuje Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu na kojem je zadnji semestar odslušala 2022. godine. U slobodno vrijeme asistira u privatnoj stomatološkoj ordinaciji.