

# Izbjeljivanje avitalnih zubi

---

**Alimović, Ines**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:127:781040>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-13**



*Repository / Repozitorij:*

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





Sveučilište u Zagrebu  
Stomatološki fakultet

Ines Alimović

# **IZBJELJIVANJE AVITALNIH ZUBI**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2023.

Rad je ostvaren u: Zavod 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: Lea Bakić, mag. educ. philol. croat. et mag. bibl.

Lektor engleskog jezika: Martina Klanjčić, profesor engleskog jezika

Rad sadrži: 41 stranica

0 tablica

0 slika

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

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem svojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Anji Barabi na pomoći, strpljenju, ljubaznosti i savjetima tijekom izrade ovog diplomskog rada.

Posebno želim zahvaliti svojim roditeljima i bratu na neizmjerneoj ljubavi, podršci i razumijevanju tijekom svih mojih godina školovanja.

Zahvaljujem i ostalim članovima svoje obitelji koji su bili uz mene i vjerovali u moj uspjeh.

Također, hvala mojim prijateljima i kolegama koji su mi uljepšali studentske dane, a posebno mojim curama koje su mi bile velika potpora i s kojima sam doživjela puno nezaboravnih trenutaka u ovih šest godina.

## **Popis skraćenica**

AI – lat. *amelogenesis imperfecta*

DI – lat. *dentinogenesis imperfecta*

MTA– engl. *mineral trioxide aggregate*; hrv. mineralni trioksidni agregat

# IZBJELJIVANJE AVITALNIH ZUBI

## SAŽETAK

Svrha je ovog diplomskog rada navesti uzroke obojenja zubi te prikazati sredstva i tehnike za izbjeljivanje avitalnih zubi. Izbjeljivanje zubi je postupak kojim se posvjetljuje prirodna boja zubi ili se uklanjaju stečene diskoloracije na zubima. Uzroci obojenja zubi mogu biti ekstrinzični (vanjski), intrinzični (unutarnji) i kombinirani. Ekstrinzična, odnosno vanjska obojenja nastaju prilikom konzumacije obojene hrane i pića te starenjem. Većina diskoloracija koje su uzrokovane vanjskim obojenjima uspješno se uklanjaju profesionalnim čišćenjem zubi, korištenjem pasti za izbjeljivanje ili vanjskim izbjeljivanjem zubi. Intrinzična, odnosno unutarnja obojenja možemo podijeliti na lokalna i sistemska. To su diskoloracije koje mogu nastati tijekom odontogeneze ili nakon erupcije zuba. Glavni uzroci lokalne intrinzične diskoloracije su endodontski materijali u pulpnoj komorici, nekrotični nusprodukti i neodgovarajuće ispiranje korijenskog kanala nakon ekstirpacije pulpe. Sistemske uzroci intrinzičnog obojenja nastaju pod utjecajem okolišnih faktora za vrijeme ili nakon razvoja zuba ili kao rezultat genetskih čimbenika. Intrinzične se diskoloracije uklanjaju unutarnjim, odnosno avitalnim izbjeljivanjem zubi. Unutarnje izbjeljivanje zubi minimalno je invazivna, konzervativna, relativno jednostavna i učinkovita metoda za izbjeljivanje endodontski liječenih zubi. Postoji nekoliko tehnika unutarnjeg izbjeljivanja, a najčešće se upotrebljava *walking bleach* tehnika. Ostale tehnike uključuju termokatalitičku tehniku i tehniku unutarnjeg/vanjskog izbjeljivanja. Prije obavljanja zahvata potrebno je uzeti sve anamnestičke podatke te obaviti temeljiti klinički pregled s obzirom na to da su preduvjeti zdrava parodontna tkiva i pravilno zabrtvljen i s podlogom zaštićen korijenski kanal kako bi se spriječile posljednje komplikacije ako sredstvo za izbjeljivanje dođe u kontakt s parodontnim ili periapikalnim tkivom.

**Ključne riječi:** izbjeljivanje zubi, uzroci obojenja, unutarnje izbjeljivanje zubi, tehnike unutarnjeg izbjeljivanja zubi

## WHITENING OF NON-VITAL TEETH

### Summary

The aim of this graduation thesis is to describe causes of tooth discoloration and show products and techniques for non-vital teeth whitening. Teeth whitening is a process in which a natural tooth color is whitened or existing teeth discoloration removed. Causes of tooth discoloration can be extrinsic (external), intrinsic (internal) or combined. Extrinsic or external discoloration is caused by consumption of colored foods and drinks as well as aging. Majority of discolorations caused by external colorations can be successfully removed by professional teeth cleaning, by using whitening toothpastes or by external teeth whitening. Intrinsic or internal discolorations can be divided into local and systemic. These are discolorations that can occur during odontogenesis or after tooth eruption. The major causes of local intrinsic discoloration are endodontic materials in pulp chamber, necrotic byproducts and inadequate root canal irrigation after pulp extirpation. Systemic causes of intrinsic discolorations occur under the influence of environmental factors during or after tooth development or as a result of genetic factor. Intrinsic discolorations are removed by internal or non-vital tooth whitening. Internal tooth whitening is minimally invasive, conservative, relatively easy and effective method of whitening endodontically treated teeth. There are a few techniques of internal whitening and “the walking bleach” technique is the one most often used. Other techniques include thermocatalytic technique and internal/external whitening. Before tooth whitening, it is necessary to collect anamnestic data and perform thorough clinical examination because healthy periodontal tissues and properly sealed root canal are prerequisites for prevention of potential complications if whitening agent comes in contact with periodontal or periapical tissues.

**Key words:** tooth whitening, causes of discoloration, internal tooth whitening, techniques of internal tooth whitening

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. UZROCI OBOJENJA ZUBA.....	3
2.1. Ekstrinzična (vanjska) diskoloracija .....	5
2.2. Intrinzična (unutarnja) diskoloracija .....	6
2.2.1. Lokalni uzroci intrinzične (unutarnje) diskoloracije .....	6
2.2.1.1. Nekroza pulpe.....	6
2.2.1.2. Intrapulpno krvarenje .....	7
2.2.1.3. Ostaci pulpnog tkiva nakon endodonske terapije .....	7
2.2.1.4. Materijali i tekućine koji se koriste tijekom endodonskog liječenja .....	7
2.2.1.5. Restaurativni materijali.....	8
2.2.1.6. Resorpcija korijena .....	9
2.2.1.7. Starenje (distrofična kalcifikacija).....	9
2.2.2. Sistemske uzroci intrinzične (unutarnje) diskoloracije .....	9
2.2.2.1. Dentalna fluoroza .....	10
2.2.2.2. Kongenitalna eritropoetska porfirija.....	10
2.2.2.3. Cistična fibroza.....	11
2.2.2.4. Hiperbilirubinemija .....	11
2.2.2.5. <i>Amelogenesis imperfecta</i> (AI) .....	11
2.2.2.6. <i>Dentinogenesis imperfecta</i> (DI).....	12
2.2.2.7. Tetraciklin.....	12
2.3. Internalizirana diskoloracija (internalizacija mrlja) .....	13
3. SREDSTVA ZA IZBJELJIVANJE I MEHANIZAM IZBJELJIVANJA.....	15
3.1. Vodikov peroksid .....	16
3.2. Karbamid-peroksid.....	17



3.3. Natrijev perborat .....	17
3.4. Pomoćna sredstva u materijalima za izbjeljivanje .....	18
3.5. Mehanizam izbjeljivanja avitalnih zubi .....	19
4. TEHNIKE IZBJELJIVANJA AVITALNIH ZUBI.....	21
4.1. Tehnika <i>walking bleach</i> .....	23
4.2. Termokatalitička tehnika.....	24
4.3. Unutarne/vanjsko izbjeljivanje.....	25
5. VANJSKA RESORPCIJA CERVIKALNOG DIJELA KORIJENA ZUBA .....	27
6. RASPRAVA.....	30
7. ZAKLJUČAK.....	33
8. LITERATURA .....	35
9. ŽIVOTOPIS.....	40

## **1. UVOD**

Izbjeljivanje zubi jedan je od najčešćih postupaka koji se koriste za rješavanje diskoloracije zubi. U posljednjih nekoliko godina sve veća potražnja za boljim izgledom i ljepšim osmijehom učinila je izbjeljivanje zubi popularnim. Promjena boje prednjih zubi, ali i samo jednog zuba često se doživljava kao estetski nedostatak. Prema tome, estetika zubi, uključujući boju zuba, od velike je važnosti za većinu ljudi i svaka promjena boje zuba može negativno utjecati na kvalitetu života (1). Izbjeljivanje zubi oblik je dentalne terapije i treba ju provesti kao dio sveobuhvatnog plana liječenja koji predlaže doktor dentalne medicine nakon uzimanja anamnestičkih podataka i kliničkog pregleda. Uz odgovarajuću indikaciju i postupke izbjeljivanje zubi je učinkovito i sigurno (2).

Diskoloracija zubi može se tretirati i invazivnijim postupcima poput izrade krunica ili ljuskica, mikroabrazijom zubne cakline i direktnim kompozitnim restauracijama. Međutim, izbjeljivanje zubi manje je invazivno rješenje jer ne podrazumijeva uklanjanje tvrdih zubnih tkiva. Iako mehanizam izbjeljivanja nije u potpunosti jasan, smatra se da sredstva za izbjeljivanje prodiru u tvrda zubna tkiva i oksidiraju dugolančane kromogene molekule te ih cijepaju na manje molekule koje su i manje obojene, odnosno reflektiraju manje svjetlosti (3, 4).

Postoji nekoliko različitih metoda za izbjeljivanje zubi, a njihova učinkovitost ovisi o vrsti i etiologiji diskoloracije zuba koja se uklanja. Boja zuba određena je kombinacijom svjetlosti i optičkih svojstava zuba, a do njene promjene može doći zbog vanjskih i unutarnjih čimbenika te njihove kombinacije (3).

Glavni uzroci vanjskih, odnosno ekstrinzičnih obojenja zuba su kromogeni koji potječu iz uobičajenog unosa prehrambenih proizvoda kao što su crno vino, kava ili čaj. Osim toga, mogu nastati prilikom konzumacije duhanskih proizvoda ili tekućina za ispiranje usta (5).

S druge strane, uzroci unutarnje, odnosno intrinzične diskoloracije mogu se podijeliti na lokalne ili sistavne. Lokalni uzroci intrinzične diskoloracije su: dentalna trauma, prisutnost nekrotičnih ostataka u rogovima pulpe i dentinskim tubulusima, nedovoljno ispiranje korijenskih kanala ili materijali za punjenje korijenskih kanala koji se nalaze u pulpnoj komorici te starenje. Sistemski uzroci intrinzične diskoloracije nastaju kao posljedica genetskih poremećaja ili uslijed uporabe određenih lijekova (6).

Svrha je ovog diplomskog rada navesti uzroke obojenja zuba te prikazati sredstva i tehnike za izbjeljivanje avitalnih zubi.

## **2. UZROCI OBOJENJA ZUBA**

Osmijeh se smatra jednim od najvažnijih oblika interaktivne komunikacije. Vidljiva razlika u boji zuba često je prvi pokazatelj potencijalne patologije te se stoga diskoloracija zuba povezuje s kliničkim i estetskim problemima (7). U posljednjih nekoliko godina interes za liječenje diskoloracije zubi je u porastu, što nam potvrđuje i velik broj proizvoda za izbjeljivanje na tržištu. Precizna dijagnoza uzroka diskoloracije ključna je jer ima značajan utjecaj na uspješnost liječenja. Stoga se smatra nužnim da doktori dentalne medicine budu upoznati s etiologijom diskoloracije zuba kako bi mogli postaviti ispravnu dijagnozu i omogućiti provođenje odgovarajućeg liječenja (8).

Kako bismo razumjeli uzroke i prepoznali diskoloraciju zuba, potrebno je temeljno razumijevanje svih čimbenika koji utječu na boju zuba. Zubi često imaju širok raspon boja, a svaki zub ima gradijent boje od ruba gingive do incizalnog ruba zuba. Zbog blizine dentina ispod cakline, odnosno tanje cakline u spomenutom području, zub uz rub gingive često izgleda tamnije u odnosu na incizalni rub koji je translucentan zbog deblje cakline. Očnjaci su kod većine ljudi obično tamniji od središnjih i bočnih sjekutića te su stoga najtamniji zubi u prednjoj regiji denticije (8). Nadalje, mlađi ljudi često imaju svjetlije zube te oni prirodno mijenjaju boju s godinama. Fiziološko tamnjenje zubi s godinama može biti uzrokovano dijelom zbog stvaranja sekundarnog dentina, integracije egzogenih mrlja te postupnog trošenja cakline, što omogućuje veću vidljivost dentina ispod cakline i sukladno tome promjenu boje zuba (8).

Spektralni raspon svjetlosti koja ulazi u zub te unutarnja i vanjska struktura zuba utječu na ukupni efekt boje zuba. Svjetlost koja ulazi unutar zuba uglavnom je oslabljena zbog raspršivanja i apsorpcije svjetlosti u dentinu i caklini (9). Dentin je primarno odgovoran za boju zuba; njegova boja postaje dominantnija kako se stanjuje caklinski sloj, što kao rezultat daje tamniju boju zuba (10). Također, uz dentin na boju zuba može utjecati i translucencija cakline te stupanj njezine kalcifikacije i debljine koja je najveća na okluzijskom ili incizalnom dijelu zuba (11).

Postoje brojni uzroci diskoloracije zubi koji se po podrijetlu obično kategoriziraju kao ekstrinzični, intrinzični i internalizirani. Kada se vanjski kromogeni talože na površini zuba ili unutar sloja pelikule, dolazi do promjene boje zuba koju nazivamo vanjska, odnosno ekstrinzična diskoloracija. S druge strane, kromogeni koji se talože unutar dentina često su sistemskog ili pulpnog podrijetla te uzrokuju unutarnje, odnosno intrinzično obojenje zuba. Internaliziranu diskoloraciju, odnosno internalizaciju mrlja karakterizira ekstrinzična mrlja koja ulazi u zub kroz nedostatke u strukturi zuba (11).

Promjenu boje zuba mogu uzrokovati sve komponente koje sudjeluju u građi zuba, uključujući caklinu, dentin i pulpu. Svaka promjena na ovim strukturama tijekom formiranja, razvoja ili nakon erupcije zuba mogu promijeniti sposobnost zuba za propuštanje svjetlosti, što može rezultirati promjenom boje zuba (11).

## **2.1. Ekstrinzična (vanjska) diskoloracija**

Ekstrinzična ili vanjska diskoloracija lokalizirana je na vanjskoj površini zuba, odnosno u području cakline ili izloženog dentina. Povezana je s pušenjem, konzumacijom čaja, kave ili crnog vina te starenjem. Može nastati i kao nuspojava brojnih tekućina za ispiranje usta koje se koriste kao inhibitori nastanka plaka (12). Posebno treba obratiti pažnju na tekućine za ispiranje usta koje u sastavu sadrže klorheksidin, koji kao kromogena tvar nakon dužeg korištenja izaziva obojenje zuba i jezika. Isto tako, obojenje zuba mogu uzrokovati i drugi kationski antiseptici, metalne soli i eterična ulja (13).

Kromogene tvari povezane uz nastanak obojenja možemo podijeliti u dvije kategorije: kromogene tvari koje su uključene u pelikulu na površini cakline i uzrokuju obojenje zbog svoje prirodne obojenosti te kromogene tvari koje potiču obojenje kao rezultat kemijske interakcije na površini zuba (13).

Također, kromogene se tvari mogu vezati za područja koja su teško dostupna čišćenju i uzrokovati obojenja takvih mjesta u usnoj šupljini (14).

Pravilnim održavanjem oralne higijene, profesionalnim čišćenjem zubi te korištenjem pasti za izbjeljivanje zubi sa specifičnim abrazivnim sredstvima ili kemijskim agensima omogućilo se uklanjanje i prevencija nastanka ekstrinzičnih diskoloracija (14). U obzir se moraju uzeti i etiološki čimbenici nastanka diskoloracija pa je važno da pacijenti promijene određene navike kao što su konzumacija cigareta ili crnog vina, kako bi liječenje bilo učinkovito (12).

## 2.2. Intrinzična (unutarnja) diskoloracija

Intrinzična ili unutarnja diskoloracija rezultat je ugradnje kromogenog materijala unutar cakline ili dentina, a nastaje tijekom odontogeneze ili nakon erupcije zuba. Ovu vrstu diskoloracije možemo podijeliti na preeruptivna i posteruptivna obojenja. Dentalna fluoroza, koju uzrokuje prekomjerna konzumacija fluorida tijekom razvoja zuba, najčešći je tip preeruptivnog obojenja. S druge strane, posteruptivna obojenja najčešće su uzrokovana stomatološkim zahvatima ili normalnim starenjem zubi, odnosno taloženjem sekundarnog ili tercijarnog dentina i pulpnih kamenaca (5). Liječenje intrinzičnih diskoloracija složenije je od liječenja ekstrinzičnih diskoloracija, a provodi se intrakoronarnim, odnosno unutarnjim izbjeljivanjem (3).

Uzroke nastanka intrinzičnih diskoloracija možemo podijeliti na lokalne i sistemske (5).

### 2.2.1. Lokalni uzroci intrinzične (unutarnje) diskoloracije

#### 2.2.1.1. Nekroza pulpe

Nekroza pulpe odnosi se na odumiranje pulpe uslijed bakterijskih, mehaničkih ili kemijskih podražaja (5). Najčešći je uzrok nekroze pulpe karijesna lezija koja je dovela do patoloških promjena u zubnoj pulpi, a nije provedeno endodontsko liječenje zuba. Mogućih uzroka nekroze pulpe je mnogo, a može nastati i kao posljedica luksacijskih ozljeda, trauma, preobilnih brušenja za fiksno-protetske radove, aplikacije arsena, paraformaldehida ili drugih kaustičnih sredstava (15).

Nekrotično promijenjena pulpa često je asimptomatska te je diskoloracija zuba često prva indikacija nekroze pulpe. Promjenu boje zuba uzrokuje promjena translucencije tvrdih zubnih tkiva nastalih prilikom oslobađanja štetnih nusproizvoda koji mogu prodrijeti u dentinske tubuluse i promijeniti boju okolnog dentina (15). Stupanj intenziteta diskoloracije ovisit će o razdoblju u kojem je pulpa bila nekrotična. S obzirom na to, promjena boje zuba bit će veća što su dulje spojevi koji mijenjaju boju prisutni u pulpnoj komorici. Ova diskoloracija obično se može izbjeleжитi intrakoronarnim, odnosno unutarnjim izbjeljivanjem (5).

#### 2.2.1.2. Intrapulpno krvarenje

Pulpna komorica može krvariti zbog oštećenja i pucanja krvnih žila pulpe nakon ekstirpacije pulpe ili teške traume zuba. Kao posljedica navedenog, krvne komponente ulaze u dentinske tubuluse i mijenjaju boju okolnog dentina (5). Prvotno uočena ružičasta diskoloracija postaje tamnija i zahvaća cijeli zub, uz hemolizu crvenih krvnih stanica. Hemolizom nastaje hemoglobin koji u spoju s tkivom pulpe oslobađa željezo, koje u interakciji s bakterijskim nusproduktima stvara željezov sulfat. Željezov sulfat duboko prodire u dentinske tubuluse i odgovoran je za nastanak sivog obojenja zuba.

U slučaju da ne dođe do nekroze pulpe nakon traume, navodi se da ova ružičasta diskoloracija može nestati unutar nekoliko mjeseci zbog revaskularizacije (3).

#### 2.2.1.3. Ostaci pulpnog tkiva nakon endodontske terapije

Prekomjerno krvarenje prilikom ekstirpacije pulpe ili neuspjelo uklanjanje svih ostataka pulpe mogu imati isti ishod kao i intrapulpno krvarenje. Preostalo tkivo unutar pulpne komorice s vremenom se raspada, a komponente krvi mogu ući u tubuluse i promijeniti boju zuba. Promjena boje krune zuba može biti rezultat ostataka pulpnog tkiva koji ostaju unutar pulpne komore, osobito u rogovima pulpe, ako je endodontski pristupni kavitet nedovoljno pripremljen.

Iako su precizno intrakoronarno izbjeljivanje i uklanjanje svih tkiva uobičajeno uspješni u ovim situacijama, oni su nepotrebni i mogu se izbjeći ako se iz pristupne šupljine uklone svi ostaci pulpe (3, 5).

#### 2.2.1.4. Materijali i tekućine koji se koriste tijekom endodontskog liječenja

Promjena boje zuba nakon endodontskog liječenja, osobito kod prednjih zuba, smatra se nepoželjnom posljedicom jer stvara niz estetskih problema (16). Nepotpuno uklanjanje materijala za punjenje ili intrakanalnih medikamenata mogu uzrokovati promjenu boje endodontski liječenih



zubi (5). Također, promjenu boje mogu uzrokovati i određena sredstva za ispiranje korijenskih kanala.

Natrijev hipoklorit koristi se kao tekućina za ispiranje korijenskih kanala u endodonciji. Sredstvo je za izbjeljivanje, ali u kombinaciji s drugim tekućinama za ispiranje uzrokuje diskoloraciju zubi. Primjerice, klorheksidin u kombinaciji s natrijevim hipokloritom rezultira tamnosmeđim obojenjem zuba (16). Nadalje, kombinacija natrijevog hipoklorita i MTAD (smjesa izomera tetraciklina, limunske kiseline i deterdženta) daje kao rezultat smeđu diskoloraciju (16). Također, navodi se diskoloracija bijele do ružičaste boje uzrokovana kombinacijom klorheksidina i EDTA sredstva za ispiranje korijenskih kanala (16). Navedene diskoloracije mogu se izbjeći tako da se između korištenja različitih sredstava za ispiranje kanal ispere fiziološkom otopinom.

Intrakanalni medikamenti koriste se za međuposjetnu dezinfekciju korijenskih kanala. Najčešći intrakanalni medikamenti koji uzrokuju diskoloraciju ako se dulje vrijeme ostave u kruni zuba su: Ledermix pasta (sadrži demeklociklin) i trostruka antibiotska pasta (sadrži ciprofloksacin, metronidazol i minociklin) (16, 17). Navedene intrakanalne medikamente potrebno je ukloniti do razine ruba gingive kako ne bi došlo do pojave diskoloracija (16, 17). Diskoloraciju također uzrokuju i lijekovi na bazi jodoforma ili formokrezola te kalcijev hidroksid (16).

Materijali koji se koriste za punjenje korijenskih kanala mogu uzrokovati diskoloracije ako ostanu iznad razine gingive ili u pulpnoj komorici. U povijesti su se koristili srebrni štapići, međutim njihova je uporaba rezultirala obojenjem zuba i okolnih mekih tkiva. U današnje su vrijeme gutaperka štapići najčešći materijali za punjenje korijenskih kanala, koji također uzrokuju obojenje ako ostanu iznad razine gingive, odnosno caklinsko-cementnog spojišta. Od ostalih materijala diskoloraciju uzrokuju AH26, cink-oksidge eugenol paste te sivi mineralni trioksidni agregat (MTA) (16).

#### 2.2.1.5. Restaurativni materijali

Amalgam, koji se koristi kao restaurativni materijal, može uzrokovati tamnosivu diskoloraciju dentina, zbog tamno obojenih metalnih komponenti. Ovu vrstu diskoloracije teško je izbjeliti i ima tendenciju ponovnog pojavljivanja zbog otpornosti oksidirajućih spojeva. Rješenje je zamjena amalgama estetskom restauracijom (5). Osim toga, kompozitni materijali također mogu

promijeniti svoju boju tijekom vremena zbog složenog oralnog okruženja i kromogenih tvari u prehrambenim proizvodima. Uz to, mikropropuštanje starih smolastih kompozitnih materijala mogu uzrokovati tamnu promjenu boje rubova ispuna (16).

#### 2.2.1.6. Resorpcija korijena

Resorpcija korijena zuba često se javlja kao posljedica ozljede zuba te iritacije parodontnog ligamenta ili zubne pulpe. Resorpcija koja se javlja u mliječnoj denticiji je fiziološka dok je patološka ako se javlja u trajnoj denticiji (18). Klinički je resorpcija korijena u početnoj fazi asimptomatska te se često na rendgenskim snimkama dijagnosticira kao slučajan nalaz. U uznapređovalom stadiju može uzrokovati bol, obojenje krune zuba ili njegovo klimanje. Razlikujemo unutarnju i vanjsku resorpciju korijena zuba (19). Unutarnja resorpcija korijena patološki je fenomen koji je karakteriziran gubitkom dentina kao rezultat upale pulpe i stvaranja odontoklastičnih stanica. Kako resorpcija napreduje, dolazi do stanjivanja sloja dentina, a može biti zahvaćena caklina ili cement. Sukladno tome, dolazi do ružičastog obojenja uzrokovanog vidljivosti pulpe ispod stanjenog sloja dentina i cakline (20).

#### 2.2.1.7. Starenje (distrofična kalcifikacija)

Fiziološko tamnjenje zubi s godinama često je uzrokovano stvaranjem sekundarnog dentina, što smanjuje sposobnost zuba za propuštanje svjetlosti. Uz to, dolazi do smanjenja prostora zubne pulpe, postupnog trošenja cakline i promjene kemijskog sastava zuba, što dodatno mijenja zubnu strukturu. Navedene promjene uzrokuju postupno tamnjenje boje zuba (5).

#### 2.2.2. Sistemske uzroci intrinzične (unutarnje) diskoloracije

Sistemske uzroci intrinzičnog obojenja zuba nastaju kao rezultat genetskih čimbenika ili utjecajem okolišnih faktora za vrijeme ili nakon razvoja zuba (7).

#### 2.2.2.1. Dentalna fluoroza

Fluor je jedan od elemenata u tragovima koji su neophodni za ljudsko zdravlje. Međutim, nakon produljene izloženosti fluoridima u većoj količini dolazi do negativnih učinaka na ljudski organizam (21).

Dentalna fluoroza najčešći je uzrok preeruptivnog intrinzičnog obojenja zuba, a nastaje zbog prekomjernog unosa fluorida tijekom razvoja zuba (5). Može se razviti kao posljedica korištenja prevelike količine fluorida u pasti za zube, vodicama za ispiranje usta, tabletama ili najčešće konzumacijom vode koja sadržava fluoride u koncentracijama većim od optimalne (22).

Prekomjerna količina fluorida u vodi za piće, veća od 1 – 2 ppm, može uzrokovati metaboličke promjene u ameloblastima, što rezultira stvaranjem neispravnog matriksa i posljedično neispravnom kalcifikacijom zuba, odnosno hipomineralizacijom cakline (23).

Promjena boje najčešće je ograničena na caklinu, a može varirati od difuzne kredasto bijele do tamnosmeđe/crne diskoloracije (22). Tamnosmeđe/crne diskoloracije posteruptivne su diskoloracije, najvjerojatnije uzrokovane internalizacijom vanjske mrlje u poroznu caklinu (8). Intenzitet promjene boje ovisit će o koncentraciji fluorida, vremenu njegovog djelovanja, stadiju razvoja zuba u kojem je došlo do utjecaja fluorida i individualnim varijacijama pojedinca (24).

#### 2.2.2.2. Kongenitalna eritropoetska porfirija

Kongenitalna eritropoetska porfirija nasljedna je autosomno recesivna bolest uzrokovana nedostatkom sinteze uroporfirinogena III – jednog od ključnih enzima u biosintezi hema. Dolazi do nakupljanja porfirina u urinu, koži, kostima i dentinu. Karakterističan je nalaz crvenkasto-smeđa diskoloracija zubi u primarnoj denticiji, nastala zbog taloženja porfirina. Obojenje je najviše istaknuto na cervikalnom rubu te se postupno smanjuje prema okluzalnoj površini (25).

#### 2.2.2.3. Cistična fibroza

Cistična fibroza je nasljedna autosomno recesivna bolest koju karakterizira disfunkcija egzokrinih žlijezdi, a nastaje zbog mutacije gena (26). Diskoloracija zubi kod pacijenata s cističnom fibrozom zahvaća mliječnu i trajnu denticiju. Promjena boje može biti u rasponu od sivo-crne do smeđe boje. Pacijenti koji imaju cističnu fibrozu uzimaju tetraciklin, stoga interakcija tetraciklina i same bolesti dodatno utječe na promjenu boje zuba (27).

#### 2.2.2.4. Hiperbilirubinemija

Hiperbilirubinemija je povećana koncentracija bilirubina u serumu. Neonatalna hiperbilirubinemija se kod novorođenčadi očituje kao žutica, odnosno ikterus. Ako u krvi ima previše bilirubina za vrijeme kalcifikacije tvrdih zubnih tkiva, dolazi do taloženja bilirubina u dentinu. Posljedično zubi poprimaju žuto-zelenu boju. Također, može doći do hipoplazije cakline i otežanog nicanja zubi (28).

#### 2.2.2.5. *Amelogenesis imperfecta* (AI)

*Amelogenesis imperfecta* (AI) rijetka je nasljedna bolest koja utječe na razvoj cakline zuba te se ne može povezati s drugim sustavnim bolestima. AI utječe na strukturu i izgled svih zuba, kako u mliječnoj tako i u trajnoj denticiji. Izgled zuba i problemi povezani s caklinom mogu uzrokovati funkcionalne i psihološke probleme kod pojedinca. Stoga je potrebno postaviti ranu dijagnozu, održavati dobru oralnu higijenu i pružati odgovarajuću skrb bolesnicima (29).

AI možemo podijeliti s obzirom na strukturu cakline, koja može biti hipoplastična, hipokalcificirana ili hipomaturacijska. Kod hipoplastične AI caklina je stanjene debljine zbog poremećaja u formiranju organskog matriksa; površina cakline je hrapava dok je radiološki vidljiv normalan kontrast između cakline i dentina (30). Zbog stanjene debljine cakline i prosijavanja dentina zub ima žutu do žuto-smeđu boju (11).

Kod hipokalcifičacijske AI caklina djeluje neprozirno i zubi daju boju krede, a nastaje zbog nedovoljno mineralizirane cakline. Caklina je slabe strukture pa se brže troši i češće lomi. Radiološki se vidi caklina koja je manje radioopaktna od dentina (30).

Hipomaturacijska AI ima caklinu normalne debljine, ali mekše konzistencije jer nastaje kao posljedica poremećaja u stvaranju kristala hidroksiapatita. Caklina je smeđe-žuto-bijele boje, a radiografski vidimo radioopacitet sličan kao kod dentina (30, 31).

#### 2.2.2.6. *Dentinogenesis imperfecta* (DI)

*Dentinogenesis imperfecta* (DI) je autosomno dominantna bolest koju karakterizira hipomineralizacija dentina i njegova promijenjena struktura. Bolest zahvaća primarnu i trajnu denticiju, a strukturalnim su oštećenjima zahvaćeni svi zubi u usnoj šupljini (32).

DI možemo podijeliti na tri tipa po Shieldu ovisno o kliničkim fenotipovima bolesnika.

Tip I izrazito je rijedak defekt dentina koji se javlja s *osteogenesis imperfectom*. Zubi klinički izgledaju normalno, odnosno nemaju promjenu boje.

Tip II najčešći je oblik bolesti. Karakterizira ga hipomineralizirani dentin koji se brzo troši, stoga su zubi snižene vertikalne dimenzije. Zubi imaju sivo-plavu ili jantarno-smeđu boju i opalescentni dentin, a promjena boje zuba nastaje zbog odlamanja cakline i izloženosti dentina vanjskim kromogenim tvarima. Također, pulpna komora često je obliterirana.

Tip III DI izgledom je sličan tipu I i tipu II, ali radiološki ima izgled „šljokastih zubi“ s višestrukim ekspozicijama pulpe (11, 32, 33).

#### 2.2.2.7. Tetraciklin

Promjena boje uzrokovana antibiotikom tetraciklinom smatra se diskoloracijom koju je najteže ukloniti izbjeljivanjem. Tijekom kalcifikacije tvrdih zubnih tkiva tetraciklin se ugrađuje u dentin, najvjerojatnije procesom kelacije s kalcijem iz dentina. Taj proces rezultira stvaranjem tetraciklin ortofosfata koji uzrokuje plavo-sivu promjenu boje zuba. Promjena boje može zahvatiti cijelu površinu zuba ili se može pojaviti u obliku karakterističnih vodoravnih pruga (23).

Zubi s tetraciklinskim diskoloracijama osjetljivi su na izloženost svjetlu te pod njegovim utjecajem mijenjaju boju u smeđu, što se posebno odnosi na prednje zube (8).

Intenzitet tetraciklinske diskoloracije važan je čimbenik o kojem će ovisiti potrebno vrijeme za izbjeljivanje te ishod terapije. Prema tome, diskoloracijama jačeg intenziteta potrebno je duže vrijeme izbjeljivanja kako bi se došlo do željenog rezultata. Također, mogući ishod terapije ovisi i o položaju diskoloracije, pri čemu je diskoloraciju koja je bliže gingivi teže ukloniti zbog povećane debljine dentina u tom dijelu zuba. Uz to, diskoloracije na izloženim površinama korijena zuba teško je ukloniti izbjeljivanjem (34). Stoga diskoloracije uzrokovane tetraciklinom možemo podijeliti prema opsegu, stupnju i lokalizaciji (11).

Tetraciklin može prijeći placentarnu barijeru pa ga je potrebno izbjegavati u trudnoći kako ne bi došlo do njegovog taloženja u tvrdim zubnim tkivima djeteta. S obzirom na to da se trajni zubi nastavljaju razvijati u dojenčadi i djeteta do 12. godine života, treba izbjegavati primjenu tetraciklina kod djece mlađe od te dobi. Uz trudnice i djecu mlađe dobi tetraciklin ne bi smjele upotrebljavati ni dojilje.

Iako tetraciklin ima najveći utjecaj na zube u fazi odontogeneze, sintetski spoj tetraciklinskih antibiotika, minociklin, uzrokuje promjenu boje zuba kod odraslih pacijenata nakon njegove dugotrajne primjene za liječenje akni. Kao razlog nastanka diskoloracija uzrokovanih minociklinom, smatra se taloženje kompleksa kalcij-minociklin u dentinu (8).

### **2.3. Internalizirana diskoloracija (internalizacija mrlja)**

Internalizirana diskoloracija vrsta je diskoloracije u kojoj se ekstrinzične, odnosno vanjske mrlje apsorbiraju u caklinu ili dentin, a u zub ulaze kroz defekte u njegovoj strukturi. Stečeni defekti u strukturi zuba rezultat su funkcije i parafunkcije, karijesne lezije ili restaurativnih materijala te mogu izravno ili neizravno dovesti do promjene boje zuba.

Gubitak cakline i dentina nastao zbog erozije, abrazije ili atricije može uzrokovati recesiju gingive te izloženost dentina vanjskim kromogenim tvarima. Zubi izgledaju tamnije jer je vidljivo više žutog pigmenta dentina zbog izloženosti dentina ili gubitka cakline.

Karijesna lezija u dentinu nastaje napredovanjem karijesne lezije iz cakline u dentin. Napredovanje karijesne lezije obično je popraćeno promjenama boje, od početne bijele lezije do kavitirane crne lezije koja je izložena vanjskim kromogenim tvarima.

Stare amalgamske restauracije uzrokuju sivo-crnu diskoloraciju zuba. Smatra se da su diskoloracije uzrokovane migracijom kositra u dentinske tubuluse. Također, preparati koji sadrže eugenol uzrokuju narančasto-žutu promjenu boje zuba, a srebrni štapići u korijenskim kanalima daju sivu ili ružičastu boju tretiranom zubu (11, 22).

### **3. SREDSTVA ZA IZBJELJIVANJE I MEHANIZAM IZBJELJIVANJA**



Glavne komponente modernih sustava za izbjeljivanje su vodikov peroksid i njegovi prekursori – karbamid-peroksid i natrijev perborat. Aktivni sastojci tih spojeva čini peroksidna skupina (-O-O-), stoga se ti spojevi nazivaju peroksidi (35). Često se koriste u kombinaciji s aktivirajućim agensima kao što su toplina ili svjetlo. Ove se tvari mogu nanositi na zube izvana (vitalno izbjeljivanje) ili iznutra u pulpnu komoricu (avitalno izbjeljivanje) (36).

Rezultat izbjeljivanja ovisi o koncentraciji sredstva za izbjeljivanje, sposobnosti sredstva da dođe do molekula komogena te o trajanju i tome koliko je puta sredstvo bilo u kontaktu s kromogenim molekulama (37).

### 3.1. Vodikov peroksid

Vodikov peroksid bezbojna je tekućina gorkog okusa i velike topljivosti u vodi. Sastoji se od atoma kisika i vodika te je jako oksidacijsko sredstvo. Ima široku industrijsku primjenu kao oksidacijsko sredstvo koje omogućuje izbjeljivanje i dezinfekciju. U nižim ga koncentracijama možemo pronaći u kiši i površinskim vodama, u ljudskim i biljnim tkivima te u hrani i piću (36).

U dentalnoj se medicini koristi kao sredstvo za izbjeljivanje u različitim koncentracijama od 5 % do 35 %. U visokim koncentracijama uzrokuje opekline na koži i sluznicama, stoga je potreban oprez kod korištenja kako ne bi došao u kontakt s mekim tkivima usne šupljine (5).

Vodikov peroksid djeluje kao jako oksidacijsko sredstvo stvarajući slobodne radikale, reaktivne molekule kisika i anione vodikovog peroksida. Zbog svoje niske molekularne težine može prodrijeti u dentin i tamo osloboditi reaktivne molekule kisika koje napadaju dugolančane, tamno obojene kromogene molekule i cijepaju ih, pretvarajući ih u manje, manje obojene i lakše difuzibilne molekule (37). Nastale molekule mogu difundirati iz zuba ili mogu apsorbirati manje svjetla i zato izgledati svjetlije. Takve pigmentirane molekule obično su organske iako te reakcije mogu utjecati i na anorganske molekule (11).

Vodikov peroksid može se primijeniti izravno u čistom obliku ili može biti proizveden u kemijskoj reakciji karbamid-peroksida ili natrijevog perborata. Primjena topline, dodatak natrijevog hidroksida ili izloženost svjetlu mogu ubrzati razgradnju vodikovog peroksida u aktivni kisik te tako i samu reakciju izbjeljivanja (5).

### 3.2. Karbamid-peroksid

Karbamid-peroksid je organski, bijeli, kristalni spoj, koji sadrži vodikov peroksid i ureu (5). Koristi se kao oksidacijsko sredstvo u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji za dezinfekciju te kao antiseptičko sredstvo i sredstvo za izbjeljivanje (38).

Karbamid-peroksid nestabilan je spoj koji se raspada na vodikov peroksid i ureu tijekom procesa izbjeljivanja. Lako je topljiv u vodi te u dodiru s vodom ili bjelančevinama sline dolazi do oslobađanja vodikovog peroksida, koji ulazi u strukturu zuba i nakon uklanjanja vode otpuštanjem reaktivnih molekula kisika izbjeljuje zube (35).

Razlaganjem uree nastaju ugljikov dioksid i amonijak, koji povisuje pH te tako olakšava postupak izbjeljivanja. U otopini s povišenim pH-om, odnosno u bazičnoj otopini, potrebna je manja energija aktivacije za stvaranje slobodnih radikala iz vodikovog peroksida, što rezultira većom brzinom reakcije u usporedbi s reakcijom u kiselom okruženju (37).

U sredstvima za kućno izbjeljivanje, najčešće ga nalazimo u koncentracijama od 10 % do 16 %, s druge strane možemo ga naći i u koncentraciji od 35 % u sredstvima za izbjeljivanje koja se koriste u ordinaciji (35). Također, karbamid-peroksid ima i antibakterijski učinak, točnije 10%-tni karbamid-peroksid ima veći antibakterijski učinak od 0,2%-tne otopine klorheksidina. Danas se često karbamid-peroksidu dodaje glicerol te nastaje spoj koji je kemijski stabilniji od vodikovog peroksida (5).

### 3.3. Natrijev perborat

Natrijev perborat bijeli je kristalni prah bez mirisa koji se često koristi kao sredstvo za izbjeljivanje kod avitalnih zuba. Koristi se kao oksidacijsko sredstvo i sredstvo za izbjeljivanje, posebno u prašku za pranje rublja, ali i u ostalim deterdžentima (39). Također, natrijev perborat koristimo i kao antiseptik i dezinficijens (35).

Natrijev perborat stabilan je spoj u suhom okruženju dok se u doticaju s kiselinom, toplim zrakom ili vodom razgrađuje na vodikov peroksid, natrijev metaborat i kisikove komplekse (5). Možemo

ga naći u tri oblika: mono-, tri- i tetrahidratnom obliku, ovisno o količini kisika koji oslobađaju, o čemu će ovisiti i njihova učinkovitost izbjeljivanja (40).

Intrakoronarno izbjeljivanje diskoloriranih endodontski liječenih zubi može se postići korištenjem natrijevog perborata s vodom ili s vodikovim peroksidom u koncentraciji od 3 % do 30 %. U oba slučaja dobit ćemo jednak rezultat izbjeljivanja, ali ako natrijev perborat miješamo s vodom, treba uzeti u obzir da će postupak izbjeljivanja trajati duže jer su potrebne češće izmjene materijala. Često se koristi za intrakoronarna izbjeljivanja avitalnih zubi jer je lakši za uporabu i sigurniji za korištenje od čiste otopine vodikovog peroksida (35).

### **3.4. Pomoćna sredstva u materijalima za izbjeljivanje**

Sredstva za izbjeljivanje koje danas nalazimo na tržištu sastoje se od aktivnih i inaktivnih sastojaka. Aktivne sastojke čine vodikov peroksid ili njegovi derivati – karbamid-peroksid i natrijev perborat. S druge strane, inaktivne sastojke čine:

- sredstva za zgušnjavanje (Carbopol, odnosno karboksipolimetilen koji povećava viskoznost materijala za izbjeljivanje što omogućuje bolje zadržavanje gela na mjestu na kojem je primijenjen. Uz to, omogućuje dulje otpuštanje aktivnog kisika i time dulje djelovanje materijala za izbjeljivanje)
- vehikulum (najčešće korišteni su glicerol i propilen glikol koji omogućuju zadržavanje vlage i otapanje drugih sastojaka)
- surfaktant (sredstvo za vlaženje površine te omogućuje difuziju aktivnog sastojka za izbjeljivanje)
- konzervansi (metil-propil-paraben i natrijev benzoat koji imaju ulogu da spriječe rast bakterija u materijalima za izbjeljivanje te sprječavaju metale da ubrzaju razgradnju vodikovog peroksida)
- arome (pepermint, zelena metvica, anis te zaslađivači koji imaju ulogu poboljšati okus materijalima za izbjeljivanje) (23).

### 3.5. Mehanizam izbjeljivanja avitalnih zubi

Promjena boje zuba nastaje zbog stvaranja kemijski stabilnih, tamno obojenih kromogenih molekula koje pri relaksaciji emitiraju svjetlost u vidljivom dijelu spektra uzrokujući diskoloraciju zuba (41). To su velike, dugolančane, organske molekule koje sadrže konjugirane dvostruke veze između ugljikovih atoma (41). Tijekom procesa izbjeljivanja dolazi do uništavanja jedne ili više dvostrukih veza unutar kromogenih molekula te nastaju manje molekule koje su manje obojene, odnosno reflektiraju manje svjetlosti (41).

Iako se točan mehanizam izbjeljivanja zubi još ne zna, postupak izbjeljivanja smatra se oksidacijsko-redukcijskom reakcijom, u kojoj je oksidacijsko sredstvo vodikov peroksid, a redukcijsko su sredstvo kromogene molekule (42). Stoga u tom procesu dolazi do oksidacije kromogenih molekula i do redukcije slobodnih kisikovih radikala otpuštenih iz vodikovog peroksida. Vodikov peroksid nalazi se kao aktivna tvar u svim sredstvima za izbjeljivanje zuba (42). Prodire kroz caklinu i dentin te dolazi u interakciju s kromogenim molekulama. Prodor vodikovog peroksida u tvrda zubna tkiva bit će poboljšan korištenjem njegove veće koncentracije, njegovom produljenom primjenom, povećanjem temperature, većim otvorima dentinskih tubulusa kod mladih zuba i svjetlosnom aktivacijom (42).

Prilikom ulaska u tvrda zubna tkiva vodikov peroksid disocira na nestabilne slobodne radikale kisika, odnosno na superoksidni anion, hidroksilni i perhidroksidni radikal (35). Ti nestabilni slobodni kisikovi radikali imaju tendenciju reagirati s kromogenim molekulama te ih cijepati na manje molekule, tj. manje pigmentirane molekule (35).

Perhidroksilni radikal smatra se najreaktivnijim radikalom, s velikom oksidacijskom moći kojem pogoduje neutralan ili bazičan pH. Stoga se nastoji postići neutralan ili bazičan pH u sredstvima za izbjeljivanje kako bi proces izbjeljivanja bio uspješniji (35,42). Osim pH na proces izbjeljivanja utječe i koncentracija te duljina primjene sredstva za izbjeljivanje, temperatura, svjetlosna aktivacija te ostali čimbenici kao što su vrsta diskoloracije i početna boja zuba (43).

Koncentracija i vrijeme izbjeljivanja dva su ključna čimbenika u određivanju ukupne učinkovitosti izbjeljivanja. Što je koncentracija peroksida veća, to je potreban manji broj aplikacija sredstva za izbjeljivanje kako bi se dobio željeni rezultat (43). S druge strane, uzme li se gel s manjom koncentracijom peroksida, potrebno je dulje vrijeme i veći broj aplikacija izbjeljujućeg sredstva

kako bi se dobio jednaki rezultat izbjeljivanja. Brzina kemijske reakcije izbjeljivanja može se povećati povećanjem temperature, pri čemu porast temperature od 10 °C može udvostručiti brzinu kemijske reakcije (43). Međutim, pretjerano povećanje temperature može rezultirati boli, oštećenjem parodonta te resorpcijom korijena zuba. Također, svjetlosna aktivacija materijala za izbjeljivanje pokazala je povećanu učinkovitost izbjeljivanja (43).

#### **4. TEHNIKE IZBJELJIVANJA AVITALNIH ZUBI**

Izbjeljivanje endodontski liječenih zubi provodi se unutarnjim, odnosno avitalnim izbjeljivanjem. Ova terapija uključuje stavljanje sredstva za izbjeljivanje u pulpnu komoricu avitalnog, obojenog zuba. Izbjeljivanje avitalnog zuba smatra se konzervativnijom opcijom u usporedbi s restauracijom ljuskicama ili krunicama. Također, prilikom planiranja bezmetalnih protetskih nadomjestaka potrebno je izbijeliti diskolorirani zub kako bi se poboljšao konačan estetski rezultat. Stoga konačnu boju bezmetalnog protetskog nadomjestka ne određuju samo svojstva materijala već i boja zuba za koji je planiran protetski nadomjestak (6,44).

Promjenu boje kod avitalnih zubi lako je prepoznati, često je asimetrična i najčešće zahvaća samo jedan zub (3). Diskoloracija avitalnih zubi može imati mnogo uzroka, kao što su trauma zuba, prisutnost nekrotičnih ostataka u rogovima pulpe i dentinskim tubulima, neadekvatna irigacija ili materijali za brtvljenje korijenskih kanala koji se nalaze u pulpnoj komori (6). Prema tome, poslije endodontske terapije potrebno je ukloniti materijale za brtvljenje korijenskih kanala ili intrakanalne lijekove iz koronarnog dijela zuba kako bi prevenirali obojenje zuba. Indikacije za izbjeljivanje endodontski liječenih zubi su sve intrinzične diskoloracije zubi (39).

Prije početka tretmana potrebno je pacijenta upoznati s tehnikom, očekivanim rezultatima i mogućnosti pojave ponovnog obojenja zubi. Postupak izbjeljivanja avitalnih zubi započinje endodontskim liječenjem zubi kako bi se omogućilo nanošenje sredstva za izbjeljivanje u pulpnu komoru. Nakon endodontskog liječenja potrebno je napraviti rendgensku snimku zuba kako bi se procijenila kvaliteta endodontskog punjenja i stanje periapikalnog tkiva. Ako je punjenje zuba neadekvatno, prije postupka izbjeljivanja potrebna je revizija endodontskog liječenja. Dobro endodontsko punjenje potrebno je kako bi spriječilo prolazak mikroorganizama ili materijala za izbjeljivanje prema apeksu zuba. Uz to, prije izbjeljivanja potrebno je odrediti početnu boju zuba i napraviti početnu fotografiju kako bi mogli pratiti tijek i proces izbjeljivanja.

Tehnike izbjeljivanja avitalnih zubi uključuju *walking bleach* tehniku, termokatalitičku tehniku i tehniku unutarnjeg/vanjskog izbjeljivanja (3, 45).

#### 4.1. Tehnika *walking bleach*

Tehniku izbjeljivanja avitalnih zubi *walking bleach* prvi je put opisao Spasser 1961. godine. Ona uključuje stavljanje smjese natrijevog perborata i destilirane vode u pulpnu komoricu zahvaćenog zuba te ponavljanje tog postupka u intervalima dok se ne postigne željena boja zuba. Ova je tehnika modificirana kombinacijom 30%-tnog vodikovog peroksida i natrijevog perborata koji se stavljaju u pulpnu komoru na 7 dana stoga se naziva „modificirana ili kombinirana *walking bleach* tehnika“ (46).

Prije početka izbjeljivanja potrebno je postaviti zaštitnu gumenu plahticu oko tretiranog zuba, kako bi se zaštitile okolne strukture i osiguralo suho radno polje. Uz to, potrebno je materijale za punjenje korijenskih kanala odstraniti 2 mm ispod caklinsko-cementnog spojišta.

Zatim je preporuka dodatno očistiti kavitet natrijevim hipokloritom i alkoholom. U nekim se istraživanjima predlaže jetkanje površine dentina pristupnog kaviteta 37%-tnom ortofosfornom kiselinom kako bi se uklonio zaostati sloj i otvorili dentinski tubulusi (39). Smatra se da jetkanje potiče prodiranje sredstva za izbjeljivanje duboko u dentinske tubule i time povećava učinkovitost izbjeljivanja (39). S druge strane, određena istraživanja navode da jetkanje dentina prije postupka izbjeljivanja može dovesti do povećane difuzije sredstva za izbjeljivanje u tkivo parodonta te posljedično uzrokovati upalu (5, 39).

Sredstva za izbjeljivanje mogu imati štetan utjecaj na periapikalno tkivo, stoga je potrebno dobro zabrtviti korijenske kanale prije stavljanja materijala za izbjeljivanje u pulpnu komoricu (47). Napunjene korijenske kanale potrebno je zabrtviti stakleno-ionomernim cementom ili kompozitom (47). Sloj stakleno-ionomernog cementa debljine 2 mm učinkovit je za sprječavanje prodiranja 30%-tnog vodikovog peroksida u korijenski kanal (5). Materijal za brtvljenje korijenskih kanala treba dosezati do caklinsko-cementnog spojišta kako bi spriječilo prodiranje sredstva za izbjeljivanje u parodont. Privremene materijale za brtvljenje korijenskih kanala potrebno je ukloniti nakon postupka izbjeljivanja, odnosno prije izrade konačne restauracije pristupnog kaviteta. Prema tome, prednost u korištenju stakleno-ionomernog cementa za brtvljenje korijenskih kanala tijekom izbjeljivanja je u tome što ga ne trebamo otklanjati iz kaviteta nakon procesa izbjeljivanja, već nam može poslužiti i kao podloga ispod konačne restauracije.

Nakon što smo zabrtvili korijenske kanale, slijedi primjena sredstva za izbjeljivanje. Kao što je već spomenuto, natrijev perborat pomiješan s destiliranom vodom u omjeru 2 : 1 (g/ml) prikladno



je sredstvo za izbjeljivanje. U slučaju jake promjene boje može se koristiti modificirana *walking bleach* tehnika te umjesto destilirane vode koristiti 3%-tni ili 30%-tni vodikov peroksid u mješavini s natrijevim perboratom. Sredstvo za izbjeljivanje potrebno je mijenjati svaka tri – četiri dana. Uspješno izbjeljivanje postaje vidljivo nakon jedne ili više posjeta, ovisno o jačini diskoloracije.

Nakon postavljanja materijala za izbjeljivanje u pulpnu komoricu potrebno je napraviti privremenu restauraciju kako bi se spriječilo curenje materijala za izbjeljivanje u usnu šupljinu. Osim toga, privremenim će se ispunom spriječiti ponovna kontaminacija dentina mikroorganizmima i time smanjiti rizik od ponovnog obojenja zuba. Privremeni ispun treba pričvrstiti samo na caklinske rubove pristupnog kaviteta, stoga nam unutar kaviteta ostaje sredstvo za izbjeljivanje. Kao privremeni ispun najčešće se koriste smolasti kompoziti ili kompomeri koji se brzo stvrdnjavaju svjetlosnom polimerizacijom i time olakšavaju postavljanje ispuna na caklinske rubove kaviteta.

Nakon izbjeljivanja potrebno je postaviti dugotrajnu restauraciju u području pristupnog kaviteta. Uz to, preporuka je napraviti postoperativnu rendgensku snimku nakon tretmana izbjeljivanja te provoditi redovite radiološke kontrole kako bi se što ranije dijagnosticirala potencijalna cervikalna resorpcija (5, 39).

#### **4.2. Termokatalitička tehnika**

U termokatalitičkoj tehnici postupak izolacije zuba te priprema pristupnog kaviteta, dezinfekcija i izrada privremenog brtvljenja korijenskih kanala identične su *walking bleach* tehnici izbjeljivanja. S druge strane, sredstvo za izbjeljivanje te njegova aplikacija i aktivacija su različiti. U pulpnu se komoricu unosi 30 – 35%-tni vodikov peroksid te se aktivira svjetlom ili toplinom. Temperatura zagrijavanja obično je između 50 i 60 °C te se ta temperatura nastoji održati 5 minuta. Idućih 5 minuta zub se mora hladiti prije nego se ukloni gel vodikova peroksida iz pulpne komore. Gel vodikovog peroksida uklanja se pomoću vode te se potom zub suši. Poslije toga nastavlja se s primjenom *walking bleach* tehnike izbjeljivanja između posjeta. Nakon dva tjedna evaluira se boja zuba i procjenjuje se potreba za daljnjim izbjeljivanjem.

U modificiranoj termokatalitičkoj tehnici koristi se 35%-tni vodikov peroksid u gelu, apliciran u pulpnu komoru, ali istovremeno i na labijalnu površinu zuba, uz svjetlosnu aktivaciju iznutra i

izvana. Svjetlosna se aktivacija postiže konvencionalnim halogenim svjetlom za polimerizaciju, plazma lampom ili diodnim laserom, koristeći tri 5-minutna ciklusa zagrijavanja zuba. Nadalje, gel se vodikovog peroksida odstrani vodom i zub se posuši te se boja zuba provjerava za dva tjedna kada bi trebalo doći do stabilizacije boje. Kod ove tehnike izbjeljivanja potreban je dodatan oprez zato što vodikov peroksid u kombinaciji s toplinom može dovesti do resorpcije vanjskog dijela korijena zuba (46).

### 4.3. Unutarnje/vanjsko izbjeljivanje

Kombinacija vanjskog i unutarnjeg izbjeljivanja tehnika je izbjeljivanja avitalnih zubi koja se koristi kod zubi koji imaju istovremeno prisutnu intrinzičnu i ekstrinzičnu diskoloraciju (44). Ova je tehnika kombinacija tehnike unutarnjeg izbjeljivanja i tehnike vanjskog izbjeljivanja kod kuće, uz primjenu karbamid-peroksida kao sredstva za izbjeljivanje. Karbamid-peroksid se može koristiti u koncentracijama od 5 %, 16 %, 22 % ili 35 %. S druge strane, poželjno je koristiti niže koncentracije karbamid-peroksida jer se smatra da niža koncentracija smanjuje rizik od resorpcije cervikalnog dijela korijena zuba (3). Pacijenti su odgovorni za svakodnevnu uporabu sredstva za izbjeljivanje kod kuće, stoga imaju veliku ulogu za ishod izbjeljivanja. Prednost ove tehnike je što se sredstvo za izbjeljivanje aplicira i intrakoronarno i ekstrakoronarno (3).

Tehnika unutarnjeg/vanjskog izbjeljivanja uključuje izradu posebno vakuumirane plastične udlage za zube u koju pacijent aplicira gel karbamid-peroksida. Istovremeno se izrađuje pristupni kavitet endodontski liječenog zuba, identično kao u *walking bleach* tehnici izbjeljivanja. Potrebno je podučiti pacijenta kako će ubrizgati gel karbamid-peroksida intrakoronarno u pripremljeni pristupni kavitet zuba. Prema tome, pacijent stavlja gel karbamid-peroksida u pulpnu komoricu te u vakuumirani plastični štitnik za zube koji unosi u usta. Nakon dva sata nošenja gela za izbjeljivanje potrebno je skinuti vakuumirani plastični štitnik za zube te očistiti gel iz pulpne komore i potom staviti čistu vatu u zub. Nakon svakog obroka potrebno je zamijeniti vatu iz pulpne komore.

Nakon što je avitalni zub izbijeljen do prihvatljive boje, koronarni dio zuba potrebno je zatvoriti kompozitnom smolom, a daljnje vanjsko izbjeljivanje pomoću vakuumiranih plastičnih štitnika može se nastaviti po želji (3,44,48).

## **5. VANJSKA RESORPCIJA CERVICALNOG DIJELA KORIJENA ZUBA**

Najozbiljniji štetni učinak izbjeljivanja avitalnih zubi je cervikalna resorpcija vanjskog dijela korijena zuba. To je bezbolna, upalom posredovana vanjska resorpcija korijena koja može rezultirati gubitkom zuba. Stoga je potrebno pacijenta upoznati s mogućnosti nastanka ove komplikacije prije nego što se odluči za tretman avitalnog izbjeljivanja (44). Etiologija i patogeneza resorpcije cervikalnog dijela korijena slabo je poznata, a povezuje se s oštećenjem ili nedostatkom cementa na caklinsko-cementnom spojištu, što rezultira izloženim i nezaštićenim dentinskim tubulusima. Smatra se da izloženi dentin izaziva imunološki odgovor domaćina koji rezultira stvaranjem klastičnih stanica na tom području, uzrokujući resorpciju korijena zuba.

Cervikalna resorpcija korijena najčešće je asimptomatska te se često otkriva tek nakon izrade rendgenske snimke zuba. Na rendgenskoj snimci vidljiva je radiolucencija, tanjurastog oblika u predjelu caklinsko-cementnog spojišta. Također, lezije su progresivne, odnosno s vremenom se povećavaju kako napreduje resorpcija korijena. Uz to, može doći i do oticanja interdentalne papile, krvarenja te osjetljivosti na perkusiju. Zbog relativno asimptomatske prirode stanja resorpcija cervikalnog dijela korijena najčešće se otkrije tek u uznapredovalom stadiju, kada se zub više ne može obnoviti (49).

Kako bi došlo do cervikalne resorpcije korijena zuba, sredstvo za izbjeljivanje mora doprijeti do parodontnih tkiva. Postoji nekoliko predisponirajućih čimbenika koji povećavaju ulazak sredstva za izbjeljivanje u dentinske tubuluse i time omogućuju lakše prodiranje do parodonta (3). Pokazalo se da nedostatak cementa u području caklinsko-cementnog spojišta omogućuju vodikovom peroksidu da dođe do vanjske površine zuba preko dentinskih tubulusa tijekom intrakoronarnog izbjeljivanja (49). Osim toga, zabilježena je povećana učestalost resorpcije cervikalnog dijela korijena kod pacijenata koji su bili podvrgnuti intrakoronarnom izbjeljivanju u mlađoj dobi, zbog povećanog promjera dentinskih tubulusa (3). Slično tome, u termokatalitičkoj tehnici izbjeljivanja, koja zahtijeva primjenu topline, dolazi do širenja dentinskih tubulusa i time omogućuje povećanu difuziju sredstva za izbjeljivanje kroz dentin. Stoga, termokatalitička tehnika izbjeljivanja danas nije poželjna zbog visokog rizika od resorpcije cervikalnog dijela korijena zuba. Također se navodi da nedostatak privremenog brtvljenja korijenskih kanala prije procesa izbjeljivanja povećava difuziju vodikovog peroksida u parodontna tkiva (3, 49).

Prema tome, potrebno je minimalizirati ekstraradikalnu difuziju vodikovog peroksida kako bi se smanjila mogućnost kontakta s parodontnim tkivom i nastanak upale koji posljedično vodi do resorpcije vanjskog dijela korijena zuba. Kako bi se smanjila ekstraradikalna difuzija vodikovog

peroksida, neophodno je prije početka izbjeljivanja zabrtviti korijenske kanale s postavljanjem najmanje 2 mm debljine materijala za brtvljenje u razini caklinsko-cementnog spojišta (50). U istraživanjima se navodi da ispravno cervikalno brtvljenje sprječava prodiranje 30%-tnog vodikovog peroksida u dentinske tubule i time značajno smanjuje rizik za vanjsku resorpciju cervikalnog dijela korijena (3).

Kod uporabe jednake koncentracije vodikovog peroksida i karbamid-peroksida pokazalo se da karbamid-peroksid slabije difundira u dentinske tubuluse te time u manjoj količini dolazi u kontakt s parodontnim tkivom (49). Razlog tome pripisuje se alkalnom pH-u, koji nastaje u zubu prilikom razgradnje karbamid-peroksida. Karbamid-peroksid se razlaže na amonijak koji povisuje pH u zubu dok se, s druge strane, smatra da niski pH u zubu potiče povećanu aktivnost osteoklasta te širenje dentinskih tubulusa i time povećanu difuziju izbjeljujućeg sredstva. Uz to, 35%-tni karbamid-peroksid ekvivalentan je samo 12%-tnom vodikovom peroksidu, stoga manje vodikovog peroksida može doći na površinu korijena zuba (49).

S druge strane, natrijev perborat ima prednost u korištenju kao sredstvo za intrakoronarno izbjeljivanje u odnosu na vodikov peroksid. Natrijev perborat u kombinaciji s destiliranom vodom smanjuje mogućnost prodiranja sredstva za izbjeljivanje u parodont (50). Također, prednost u odnosu na vodikov peroksid je njegova stabilnost i mogućnost skladištenja, za razliku od vodikovog peroksida koji je nestabilan te se mora koristiti svjež kako bi postigao maksimalan rezultat. Međutim, budući da je manje učinkovit od vodikovog peroksida, potrebno je više puta promijeniti uložak natrijevog perborata u pulpnoj komorici kako bi se dobio jednak rezultat izbjeljivanja (50).

Vanjska resorpcija cervikalnog dijela korijena zuba može biti uzrokovana, osim intrakoronarnim izbjeljivanjem, i ortodontskim liječenjem, traumom zuba i kirurškim zahvatima. Češće se događa ako izbjeljujemo avitalan zub koji ima traumu zuba u anamnezi.

Stoga, prilikom izbjeljivanja avitalnih zubi od neizmjerne je važnosti osigurati odgovarajuće brtvljenje korijenskih kanala. Isto tako, treba izbjegavati termokatalitičku tehniku izbjeljivanja i uporabu visokih koncentracija vodikovog peroksida (3).

## **6. RASPRAVA**

Izbjeljivanje avitalnih zubi smatra se niskorizičnim, rutinskim tretmanom kojim se postiže poboljšanje estetike zubi (41). Većina provedenih istraživanja pokazuje da se intrakoronarnim izbjeljivanjem postižu optimalni početni rezultati izbjeljivanja, uz potpuno podudaranje boje izbijeljenog zuba sa susjednim zubom (5). U literaturi su zabilježene stope recidiva u rasponu od 10 % do 49 % ovisno o vremenu proteklom nakon intrakoronarnog izbjeljivanja zubi (3). Prema istraživanju Glockner i sur. (51), klinički uspjeh nakon petogodišnjeg kliničkog praćenja intrakoronarno izbijeljenih zubi iznosio je 79 %. Osim toga, u istraživanju je navedeno da se stopa uspjeha povećava na 91 %, u slučaju kada je endodontski pristupni kavitet bio adekvatno pripremljen te su preostala zubna tkiva netaknuta (Glocker i sur.) (51). U istraživanju koje su proveli Amato i sur. (52), stopa uspješnosti intrakoronarnog izbjeljivanja nakon 16 godina bila je 62,9 % .

Prema istraživanju koje je proveo Brown (53), navodi se da se diskoloracija izazvana traumom ili nekrozom može uspješno izbijeliti u oko 95 % slučajeva. S druge strane, navodi se niža stopa uspješnosti kod izbjeljivanja zubi koji su diskolorirani kao posljedica uzimanja lijekova (Brown) (53). Također, znanstvena su istraživanja pokazala nižu stopu uspješnosti intrakoronarnog izbjeljivanja kod zubi s unutarnjim diskoloracijama nastalim zbog intrakanalnih medikamenata, materijala za punjenje korijenskih kanala ili metalnih restauracija (53). Određene metalne ione (živa, srebro, bakar, jod) izuzetno je teško ukloniti ili promijeniti intrakoronarnim izbjeljivanjem te su stope recidiva velike (53). U istraživanju Gupta i sur. (54) pokazalo se da stariji pacijenti i starije diskoloracije zahtijevaju duže razdoblje liječenja u usporedbi s mlađim pacijentima i diskoloracijama koje nisu dugo vremena prisutne na zubu.

Vodikov peroksid učinkovito je sredstvo za izbjeljivanje zubi. Unatoč tome, 30%-tni vodikov peroksid treba koristiti oprezno kako bi se izbjegao povećani rizik od resorpcije korijena zuba (41). Nadalje, studije pokazuju da učinak izbjeljivanja natrijevog perborata pomiješanog s destiliranom vodom nije različit u usporedbi s perboratom pomiješanim s vodikovim peroksidom (41). Slično tome, karbamid-peroksid je pokazao sposobnost izbjeljivanja jednaku onoj vodikovog peroksida (41). Proizvodi koji sadrže 10 % karbamid-peroksida oslobađaju 3,5 % vodikovog peroksida (41). U istraživanju Lise i sur. (55) uspoređene su dvije tehnike intrakoronarnog izbjeljivanja, *walking bleach* tehnika i tehnika unutarnjeg/vanjskog izbjeljivanja. Obje su se tehnike pokazale učinkovitima nakon jednogodišnjeg kliničkog praćenja, odnosno nije bila zabilježena pojava recidiva (Lise i sur.) (55). Također, u istraživanju Gupta i sur. (54) obje tehnike pokazale su slične



estetske rezultate na kraju tretmana. Tehnika unutarnjeg/vanjskog izbjeljivanja ima nekoliko prednosti: pacijentovu kontrolu učinka izbjeljivanja, što može spriječiti prekomjerno izbjeljivanje, te smanjen broj posjeta i vremena provedenog u ordinaciji. S druge strane, nedostatak tehnike unutarnjeg/vanjskog izbjeljivanja u odnosu na *walking bleach* tehniku je u tome što kavitet ostaje otvoren tijekom tretmana te to predstavlja povećan rizik od loma zuba. Također, potrebna je suradnja pacijenta tijekom i nakon tretmana kada se pacijent treba vratiti u ordinaciju kako bi se izbjeljeni zub konačno restaurirao (6). U termokatalitičkoj tehnici izbjeljivanja potreban je dodatan oprez jer vodikov peroksid u kombinaciji s toplinom povećava rizik za resorpciju vanjskog dijela korijena zuba (37).

Prema istraživanju koje je proveo Heithersay (56), cervikalna resorpcija korijena uočena je u samo 3,9 % slučajeva intrakoronarnog izbjeljivanja. Međutim, stopa resorpcije cervikalnog korijena povećava se u kombinaciji traume zuba s intrakoronarnim izbjeljivanjem. Studije pokazuju da se resorpcija cervikalnog dijela korijena može spriječiti ili smanjiti postavljanjem cervikalne barijere (6). Prema tome, u svim tehnikama intrakoronarnog izbjeljivanja potrebno je ukloniti 2 mm materijala za punjenje korijenskih kanala i postaviti materijal za brtvljenje, koji će spriječiti difuziju sredstva za izbjeljivanje kroz dentinske tubule i infiltraciju kroz korijenski kanal u periapikalno tkivo (6). Prema Rotsteinu i sur. (57), nedostatak korijenskog cementa ili defekt caklinsko-cementnog spojišta rezultirao je difuzijom do 82 % vodikovog peroksida koncentracije 30 % koji je stavljen u pulpnu komoru. Smatra se da niži pH u zubu potiče aktivnost osteoklasta te širenje dentinskih tubulusa i time povećanu difuziju sredstva za izbjeljivanje (57). Kao alternativa vodikovom peroksidu koji ima pH vrijednost 2 – 3 preporučuje se korištenje natrijevog perborata koji ima lužnatiju pH vrijednost 11 – 12. Prema tome, kako bi se smanjio rizik nastanka vanjske resorpcije cervikalnog dijela korijena zuba, preporuka je koristiti natrijev perborat ili njegovu kombinaciju s nižom koncentracijom vodikovog peroksida (6, 23).

## **7. ZAKLJUČAK**

Uzroci obojenja zuba mogu biti ekstrinzični (vanjski), intrinzični (unutarnji) i kombinirani. Važno je da doktor dentalne medicine ispravno procijeni etiologiju diskoloracije zuba kako bi se moglo provesti odgovarajuće liječenje. Postoje različita sredstva i tehnike za izbjeljivanje zubi, ovisno o vrsti i etiologiji diskoloracije. Avitalno, odnosno unutarnje izbjeljivanje konzervativna je alternativa više invazivnim estetskim tretmanima, kojim se uspješno uklanjaju intrinzične, odnosno unutarnje diskoloracije zuba. Mogući štetni učinak avitalnog izbjeljivanja vanjska je resorpcija cervikalnog dijela korijena zuba. Prije obavljanja zahvata potrebno je uzeti sve anamnestičke podatke te obaviti temeljiti klinički pregled. Preduvjeti su zdrava parodontna tkiva i pravilno zabrtvljen i s podlogom zaštićen korijenski kanal kako bi se spriječile posljedične komplikacije ako sredstvo za izbjeljivanje dođe u kontakt s parodontnim ili periapikalnim tkivom.

## **8. LITERATURA**

1. Majeed A, Farooq I, Grobler SR, Rossouw RJ. Tooth-bleaching: a review of the efficacy and adverse effects of various tooth whitening products. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2015;25(12): 891-6.
2. Sarrett DC. Tooth whitening today. *J Am Dent Assoc.* 2002;133(11):1535-8
3. Sismanoglu S. Bleaching of nonvital teeth: a review. *Aurum J Health Sci.* 2020;2(2):91-114.
4. Molina BN, Genaro LE, Fazanaro MCS, Ohata G, Dantas AAR. Efficacy and adverse effects of dental bleaching in the office: Literature Review. *Biomed J Sci Tech Res.*2021;35(3):27628-36.
5. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *J Endod.* 2008;34(4):394-407.
6. Coelho AS, Garrido L, Mota M, Marto CM, Amaro I, Carrilho E et al.. Non-Vital Tooth Bleaching Techniques: A Systematic Review. *Coatings.* 2020;10(1):61. doi:10.3390/coatings10010061.
7. Hattab FN, Qudeimat MA, al-Rimawi HS. Dental discoloration: an overview. *J Esthet Dent.* 1999;11(6):291-310.
8. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J.* 2001;190(6):309-16.
9. Dozic A, Zukanović A, Bajzman A, Šečić S, Petaros A. Spektrofotometrijska procjena promjene boje zuba dugotrajno izloženih različitim uvjetima. *Acta Stomatol. Croat.* 2011;45(4):247-57.
10. 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.
11. Sulieman MA. An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontol 2000.* 2008;48:148-69.
12. Eriksen HM, Nordbo H. Extrinsic discoloration of teeth. *J Clin Periodontol.* 1978;5(4):229-36.
13. 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.
14. Joiner A. Whitening tooth pastes: A review of the literature. *J Dent.* 2010;38(2):17-24.

15. Blažić D. Razlučivanje između otvorene i zatvorene gangrene pulpe, određivanje pH vrijednosti. *Acta Stomatol Croat.* 1978;12(1):37-47.
16. Ahmed HMA. Discolouration potential of endodontic procedures and materials: a review. *Int Endod J.* 2012;45(10):883-97.
17. Kim ST, Abbott PV, McGinley P. The effects if Ledermix paste on discolouration of mature teeth. *Int Endod J.* 2000;33(3):227-32.
18. Patel S, Ricucci D, Durak C, Tay F. International root resorption: a review. *J Endod.* 2010;36(7):1107-21.
19. Fuss Z, Tsesis I, Lin S. Rooth resorption-diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dent Traumatol.* 2003;19(4):175-82.
20. Nilsson E, Bonte E, Bayet F, Lasfargues JJ. Management of internal root resorption on permanent teeth. *Int J Dent.* 2013;2013:929486.
21. Wei W, Pang S, Sun D. The pathogenesis of endemic fluorosis: Research progress in the last 5 years. *J Cell Mol Med.* 2019;23(4):2333-42.
22. Sulieman M. An overview of tooth discoloration: extrinsic, intrinsic and internalized stains. *Dent Update.* 2005;32(8):463-4,466-8,471.
23. Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dent J.* 2014;26(2):33-46.
24. Linčir I, Rošin-Grget K. Neželjeni učinak fluora- dentalna fluoroza. *Acta Stomatol Croat.* 1992;26(1):47-53.
25. Ciftci V, Kilavuz S, Bulut FD, Mungan HN, Bisgin A, Dogan MC. Congenital erythropoietic porphyria with erythrodonia: A case report. *Int J Paediatr Dent.* 2019;29(4):542-8.
26. Primosch RE. Tetracycline discoloration, enamel defects, and dental caries in patients with cystic fibrosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1980;50(4):301-8.
27. Applebaum E, Zegarelli EV, Kutscher AH, Denning CR, Fahn B. Discoloration of the teeth in patients with cystic fibrosis of the pancreas. Histologic studies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1964;17:366-7.
28. Carrillo A, Rezende KMPEC, de Carrillo SR, Arana-Chavez VE, Bonecker M. Hyperbilirubinemia and intrinsic pigmentation in primary teeth: a case report and histological findings. *Pediatr Dev Pathol.* 2011;14(2):155-6.

29. Gadhia K, McDonald S, Arkutu N, Malik K. Amelogenesis imperfecta: an introduction. *Br Dent J.* 2012;212(8):377-9.
30. Sabandal MMI, Schafer E. Amelogenesis imperfecta: review of diagnostic findings and treatment concepts. *Odontology.* 2016;104(3):245-56.
31. Škrinjarčić I. Genetski defekti cakline. *Acta stomatol Croat.* 1985;19(1):57-67.
32. De La Dure-Molla M, Fournier BP, Berdal A. Isolated dentinogenesis imperfecta and dentin dysplasia: revision of the classification. *Eur J Hum Genet.* 2015;23(4):445-51.
33. Brkić H, Savić Pavičin I. Dental management in osteogenesis imperfecta. *Pediatr Croat.* 2017;61(3):137-40.
34. 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.
35. Tarle Z, i sur. *Restaurativna dentalna medicina.* Zagreb: Medicinska naklada; 2019. Str. 345-65.
36. Tredwin CJ, Naik S, Lewis NJ, Scully C. Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: review of adverse effects and safety issues. *Br Dent J.* 2006;200(7):371-6.
37. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching - a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2003;14(4):292-304.
38. Lima FV, Mendes C, Zanetti-Ramos BG, Nandi JK, Cardoso SG, Bernardon JK, et al. Carbamide peroxide nanoparticles for dental whitening application: Characterization, stability and in vivo/in situ evaluation. *Colloids Surf B Biointerfaces.* 2019;179:326-33.
39. 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.
40. Ari H, Ungor M. In vitro comparison of different types of sodium perborate used for intracoronary bleaching of discoloured teeth. *Int Endod J.* 2002;35(5):433-6.
41. Zimmerli B, Jeger F, Lussi A. Bleaching of nonvital teeth. A clinically relevant literature review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2010;120(4):306-20.
42. Kwon SR, Wertz PW. Review of the mechanism of tooth whitening. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27(5):240-57.
43. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent.* 2006;34(7):412-9.
44. Fearon J. Tooth whitening: concepts and controversies. *J Ir Dent Assoc.* 2007;53(3):132-40.

45. Boksman L, Jordan RE, Skinner DH. Non-vital bleaching-internal and external. *Aust Dent J.* 1983;28(3):149-52.
46. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: 2. night guard bleaching and non-vital bleaching. *Dent Update.* 2005;32(1):39-40.
47. Costas FL, Wong M. Intracoronar isolating barriers: effect of location on root leakage and effectiveness of bleaching agents. *J Endod.* 1991;17(8):365-8.
48. Poyser NJ, Kelleher MGD, Briggs PFA. Managing discoloured non-vital teeth: the inside/outside bleaching technique. *Dent Update* 2004;31(4):204-10.
49. Newton R, Hayes J. The association of external cervical resorption with modern internal bleaching protocols: what is the current evidence?. *Br Dent J.* 2020;228(5):333-7.
50. Lim KC. Considerations in intracoronar bleaching. *Aust Endod J.* 2004;30(2):69-73.
51. Glockner K, Hulla H, Ebeleseder K, Stadler P. Five-year follow-up of internal bleaching. *Braz Dent J.* 1999;10(2):105-10.
52. Amato M, Scaravilli MS, Farella M, Riccitello F. Bleaching teeth treated endodontically: long-term evaluation of a case series. *J Endod.* 2006;32(4):376-8.
53. Nathoo SA, Gaffar A. Studies on dental stain induced by antibacterial agents and rationale approaches for bleaching dental staine. *Adv Dent Res.* 1994;9:462-70.
54. Gupta SK, Saxena P. Evaluation of patient satisfaction after non-vital bleaching in traumatized discolored intact anterior teeth. *Dent Traumatol.* 2014;30(5):396-9.
55. Lise DP, Siedschlag G, Bernardon JK, Baratieri LN. Randomized clinical trial of 2 nonvital tooth bleaching techniques: A 1-year follow-up. *J Prosthet Dent.* 2018;119(1):53-9.
56. Heithersay GS. Invasive cervical resorption following trauma. *Aust Endod J.* 1999;25(2):79-85.
57. Rotstein I, Zyskind D, Lewinstein I, Bamberger N. Effect of different protective base materials on hydrogen peroxide leakage during intracoronar bleaching in vitro. *J Endod.* 1992;18(3):114-7.



## 9. ŽIVOTOPIS

Ines Alimović rođena je 20. lipnja 1997. godine u Zagrebu. U Zagrebu završava Osnovnu školu Vukomerec te osnovnu Glazbenu školu Zlatka Balokovića, smjer: klavir. Nakon završene osnovne škole upisuje VII. gimnaziju u Zagrebu. U akademskoj godini 2017./2018. upisuje Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu na kojem je zadnji semestar odslušala 2023. godine. Tijekom studija asistirala je u privatnoj ordinaciji dentalne medicine.