Utjecaj prirodnih sredstava za izbjeljivanje na boju i površinsku hrapavost zubne cakline

Čupen, Matea

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, School of Medicine / Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:171:067218

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

SVEUČILIŠTE U SPLITU
MEDICINSKI FAKULTET
UNIVERSITAS STUDIORUM SPALATENSIS
FACULTAS MEDICA

Repository / Repozitorij:

MEFST Repository

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU
MEDICINSKI FAKULTET

MATEA ČUPEN

UTJECAJ PRIRODNIH SREDSTAVA ZA IZBJELJIVANJE NA BOJU I POVRŠINSKU HRAPAVOST ZUBNE CAKLINE

DIPLOMSKI RAD

Akademska godina:
2020./2021.

Mentor: doc. dr. sc. Lidia Gavić, dr. med. dent.

Split, rujan 2021.

SADRŽAJ

1. UVOD ... 1
   1.1. Fenomen boje ... 2
   1.2. Kolorimetrija ... 2
      1.2.1. Munsellov sustav boja ... 2
      1.2.2. CIE prostor boja ... 3
   1.3. Boja u dentalnoj medicini ... 3
      1.3.1. Boja zuba ... 3
      1.3.2. Optička svojstva zuba ... 4
      1.3.3. Metode određivanja boje zuba ... 4
         1.3.3.1. Vizualna metoda određivanja boje zuba ... 5
         1.3.3.2. Digitalne metode određivanja boje zuba ... 5
   1.4. Uzroci nastanka obojenja zuba ... 6
      1.4.1. Endogena (unutarnja, intrinzična) obojenja zuba ... 6
      1.4.2. Egzogena (vanjska, ekstrinzična) obojenja zuba ... 8
      1.4.3. Interna obojenja zuba ... 9
   1.5. Mehanizam kemijskog izbjeljivanja zuba i aktivna sredstva ... 10
   1.6. Komercijalni pripravci za izbjeljivanje zuba ... 11
   1.7. Prirodna sredstva za izbjeljivanje zuba ... 12
   1.8. Indikacije i kontraindikacije za izbjeljivanje zuba ... 15
   1.9. Nuspojave izbjeljivanja zuba ... 15
2. CILJ ISTRAŽIVANJA ... 17
3. MATERIJALI I METODE ... 19
   3.1. Određivanje boje i površinske hrapavosti zuba ... 21
   3.2. Statistička obrada podataka ... 22
4. REZULTATI ... 24
5. RASPRAVA ... 39
6. ZAKLJUČAK ... 43
7. LITERATURA ... 45
8. SAŽETAK ... 50
9. SUMMARY ... 52
10. ŽIVOTOPIS ... 54

Zahvaljujem svojoj mentorici doc. dr. sc. Lidiji Gavić na strpljenju, pomoći i uloženom trudu tijekom izrade ovog rada.

Hvala mojoj mentorici stručne prakse dr. Ivi Ivanković i dr. Mariji Cigić na prenesenom znanju i iskustvu koje će mi biti od velike pomoći u budućem kliničkom radu.

Hvala Domagoju na strpljenju, podršci i ljubavi.

Veliko hvala mojoj obitelji, tati Tomislavu, mami Jasmini, sestrama Ani i Ivani, na bezuvjetnoj potpori, ljubavi i molitvi prije svakog ispita. Bez vas ništa ne bi bilo moguće.

1. UVOD

1.1. Fenomen boje

Boja je složen psihofizikalni fenomen, odnosno vidni osjet induciran svjetlošću koju emitira neki izvor. Boja nije svojstvo objekta, nego svjetlosti koju on reflektira u oko promatrača (1, 2). Svjetlost je elektromagnetsko zračenje vidljivo ljudskom oku. Ljudsko oko percipira valne duljine u rasponu od otprilike 380 do 780 nm, što se zove vidljivi dio spektra elektromagnetskog zračenja. Percepcija boje ovisi o interakciji triju faktora: izvoru svjetlosti, objektu promatranja i promatraču (3).

Izvori svjetlosti mogu biti prirodni kao što su sunce, mjesec, zvijezde, ili pak umjetni kao što su svijeća, žarulja (3).

Svjetlost s objektom promatranja može interagirati na nekoliko načina – može se zrcalno ili difuzno reflektirati o površinu objekta, apsorbirati unutar objekta ili proći kroz njega uz veći ili manji lom. Ukoliko neki objekt reflektira sve valne duljine, doimat će se bijelim, ako apsorbira sve valne duljine, percipira se crnim. Apsorbira li neki predmet sve valne duljine, osim one koja predstavlja crvenu boju, a samo nju reflektira, u čovjekovim će osjetilima izazvati osjet crvenog. Proziran (transparentan) ili poluproziran (translucentan) objekt propušta svjetlost, odnosno njegova građa omogućuje prolaz zrake svjetlosti bez ili uz minimalnu interakciju (4).

Ulaskom u ljudsko oko svjetlost se lomi i raspršuje u spektar boja koje zatim potiču reakciju fotoosjetljivih vidnih receptora (5). Vidni receptori svjetlosnu energiju pretvaraju u živčane impulse koji se optičkim živcima prenose do zatiljnog dijela kore velikog mozga (6).

1.2. Kolorimetrija

Kolorimetrija je grana znanosti koja se bavi proučavanjem i kvantitativnim mjerenjem boja (3). Dva najkorištenija sustava za opis boje su: Munsellov sustav boja i CIE prostori boja (7).

1.2.1. Munsellov sustav boja

Albert Henry Munsell, kreirao je trodimenzionalni sustav prikaza boja, tzv. Munsellovo stablo koji se smatra temeljem razvoja boja. Munsellov sustav boja čine tri dimenzije: *hue* (nijansa), *value* (svjetlina) i *chroma* (zasićenost). Hue označuje osnovni ton boje npr. crvena,

žuta, zelena, plava. Pomoću ove dimenzije moguće je razlikovati jednu boju od druge. Value je dimenzija kojom se razlikuje svijetla boja od tamne, na skali od jedan do deset odnosno od potpuno crne do čiste bijele boje. Chroma predstavlja stupanj zasićenosti ili intenzitet određenog tona boje (8).

1.2.2. CIE prostori boja

Međunarodna komisija za osvjetljenje (Commission internationale de l'éclairage, kratica CIE) je organizacija koja je 1931. definirala standardni izvor svjetla te razvila standardiziranog promatrača što omogućuje izračun vrijednosti boje, odnosno način na koje ljudsko oko vidi određenu boju (9). 1976. CIE je definirala prostor boja, CIE L*a*b* koji podupire postojeću teoriju o percepciji boje, a temelji se na postojanju tri odvojena receptora za boje u ljudskom oku (crvena, zelena, plava).

Ovaj "trodimenzionalni prostor" sastoji se od tri osi: L*, a*, b*. Vrijednost L smještena je na y - osi koordinatnog sustava i ona je mjera za svjetlinu određenog objekta te se kreće u rasponu od 0 (crno) do 100 (bijelo). Vrijednosti a* i b* su mjere kromatičnosti. Vrijednost a* nalazi se na x-osi koordinatnog sustava i može biti pozitivna (+a*) što odgovara smjeru crvene ili negativna (-a*) što odgovara smjeru zelene boje. Pozitivna b* vrijednost (+b*) odgovara smjeru žute, a negativna b* vrijednost (-b*) smjeru plave boje. Koordinate a* i b* u centru dosežu vrijednost 0 za akromatske boje, odnosno bijelu i sivu boju, a pomicanjem od centra raste kromatičnost. Ukupna razlika u boji prema CIE 1976 (ΔE^*ab) izračunava se sljedećom formulom $\Delta E^*ab = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]1/2$ (10,11).

1.3. Boja u dentalnoj medicini

1.3.1. Boja zuba

Promatrajući prirodne zube, uočavamo njihovu boju. Na percepciju boje zuba utječu razni čimbenici kao što su vrsta upadne svjetlosti, refleksija i apsorpcija svjetlosti sa površine zuba, prilagodba očiju promatrača. Nadalje, iskustvo promatrača, dob promatrača, zamor oka, boja pozadine također mogu utjecati na percepciju boje zuba (12).

Boja svakog pojedinog zuba varira ovisno o njegovoj strukturi, pa tako gingivni dijelovi s tanjom caklinom, kroz koju se prozire dentin, imaju zasićeniju boju, središnji dijelovi u

usporedbi s gingivnim izgledaju svjetliji zbog debljeg sloja cakline, dok su incizalni dijelovi transparentni jer su građeni isključivo od caklinske zubne strukture te zbog utjecaja boje okoline mogu izgledati tamnijima (13). Nadalje, svaka skupina zuba u svakoj čeljusti zbog svoje građe i različitog oblika te debljine tvrdih zubnih tkiva također ima različitu boju. Dok su sjekutići i distalni zubi sličnije boje, očnjaci su obično u obje čeljusti tamniji (14).

Moguće su četiri vrste interakcije sa zrakom svjetlosti koja padne na zub, čime se posljedično stječe dojam boje: 1) propuštanje zrake kroz zub; 2) zrcalna refleksija zrake o površinu; 3) difuzna refleksija zrake; 4) apsorpcija zrake unutar zubnih tkiva (15).

1.3.2. Optička svojstva zuba

Za uspješno prepoznavanje boje potrebno je razumjeti kako ostala optička svojstva objekta utječu na boju. Ta svojstva su translucencija/opacitet, opalescencija, fluorescencija, površinska tekstura i sjaj (16).

Translucencija i opacitet međusobno su povezani pojmovi, a opisuju zamućenost ili prozirnost nekog objekta. Ako se veći dio svjetlosti propušta, objekt se doima translucentnijim, a ako dominira refleksija, objekt će biti neprozirniji ili opaknij (4). Translucencija ljudskih zuba može se bitno mijenjati dehidracijom ili vratiti u izvorno stanje rehidracijom (17).

Opalescencija prirodnih zuba javlja se zbog različitog prelamanja svjetlosti različitih organskih i anorganskih komponenti cakline, kao i zbog sposobnosti kristala hidroksiapatita da reflektiraju svjetlost. Rezultat toga je da se svjetlost dužih valnih duljina propušta kroz zub, dok se kraće reflektiraju i proizvode plavičasti odsjaj (18).

Fluorescencija nastaje kao posljedica apsorpcije zraka nevidljivog dijela spektra (ultraljubičaste zrake) i njihove spontane emisije u zrake veće valne duljine iz vidljivog dijela spektra (19).

Na percepciju boje objekta mogu utjecati i površinska tekstura i sjaj. Hrapave površine dovode do difuzne refleksije, dok kod glatkih površina dominira zrcalna refleksija. Sjajne, glatke površine doimaju se tamnijima i zasićenijima od mat i hrapavih površina (20).

1.3.3. Metode određivanja boje zuba

Postoje brojne metode određivanja boje zuba, a mogu se svrstati u dvije osnovne skupine: vizualne i digitalne (1).

1.3.3.1. Vizualna metoda određivanja boje zuba

Vizualna metoda određivanja boje zuba pomoću ključa boja, najkorištenija je metoda u kliničkoj praksi. Riječ je o postupku pri kojem promatrač uspoređuje boju prirodnog pacijentovog zuba s ponuđenim primjercima boja u ključu. Ovaj postupak određivanja boje je subjektivan, a čimbenici kao što su osvjetljenje okoline, način i kut promatranja pacijentova zuba i primjerka boje na ključu, zamor oka, starost promatrača mogu utjecati na rezultate određivanja boje. Promatračeva sposobnost određivanja boje zuba poboljšava se treningom i iskustvom (1).

1.3.3.2. Digitalne metode određivanja boje zuba

Instrumentalne metode određivanja boje zuba razvile su se kako bi prevladali nedostatke konvencionalne, odnosno vizualne metode određivanja boje zuba (20). Uređaji za digitalno određivanje boje zuba su: spektrofotometar, kolorimetar i digitalna kamera.

Spektrofotometar

Spektrofotometar je visoko precizan instrument te vrlo pouzdan. Djelovanje mu se temelji na mjerenju količine reflektirane svjetlosne energije u intervalima vidljivog dijela spektra. Spektrofotometar pretvara reflektiranu svjetlost u električne impulse koji se mogu analizirati. Kako bi podatci bili razumljivi doktorima dentalne medicine i dentalnim tehničarima, softver uređaja pretvara podatke u šifre odabranih ključeva boja. Postoji nekoliko vrsta spektrofotometara, a neki od najpoznatijih su Crystaleye (Olympus, Japan) koji kombinira prednosti tradicionalnog spektrofotometra i digitalne kamere; Vita Easyshade Compact (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Njemačka) mali, kompaktni, bežični uređaj koji može mjeriti cjelokupnu površinu zuba, određeni dio zuba, odrediti boju restaurativnog materijala ili keramičkog dijela protetskog nadomjestka, Shade-X (X-Rite, Grandville, MI, SAD), SpectroShade Micro (MHT Optic Research, Niederhasli, Švicarska) (21).

Kolorimetar

Kolorimetar je uređaj manje precizan od spektrofotometra, a temelji se na mjerenju tristimulusnih vrijednosti, slično ljudskom oku. Tristimulusne vrijednosti filtrira u crveni, zeleni i plavi dio vidljivog spektra. Bilježi samo tri osnovna podatka boje - svjetlinu, nijansu i stupanj zasićenost. Primjer kolorimetra je ShadeVision (X-Rite, Grandville, MI, SAD) koji boju zuba mjeri segmentalno u cervikalnoj, srednjoj i incizalnoj trećini (21).

Digitalna kamera

Digitalna kamera najjednostavnija je digitalna metoda i vrlo često se koristi u stomatologiji. Temelji se na RGB modelu gdje kamera prima informacije u crvenoj, zelenoj i plavoj boji te ih pretvara u sliku. Prednosti upotrebe digitalnih kamera u praksi su niski troškovi, jednostavno korištenje i dostupnost digitalnih fotoaparata (21).

1.4. Uzroci nastanka obojenja zuba

Uzroci obojenja zuba su različiti i kompleksni, ali najčešće se dijele na endogena (unutarnja), egzogena (vanjska) i interna obojenja (22).

1.4.1. Endogena (unutarnja, intrinzična) obojenja zuba

Endogena obojenja zuba nastaju zbog promjene strukturnog sastava ili debljine tvrdih zubnih tkiva te posljedično poremećaja sposobnosti transmisije svjetla kroz zubne strukture (23).

Mogući uzroci nastanka intrinzičnih obojenja su: metabolički poremećaji, nasljedni poremećaji, jatrogeni uzroci, traume, idiopatski uzroci, starenje.

Metabolički poremećaji

Postoji velik broj metaboličkih poremećaja, koji izazivaju promjene u boji zuba, kao što su alkaptonurija, kongenitalna eritropoetska porfirija, kongenitalna hiperbilirubinemija (23).

Alkaptonurija je urođeni poremećaj metabolizma aminokiseline tirozina i fenilalanina koji rezultira smeđim obojenjima trajne denticije.

Kongenitalna eritropoetska porfirija rijedak je autosomno recesivni poremećaj koji uzrokuje crveno / ljubičasta do smeđa obojenja zubi.

Kongenitalna hiberbilirubinemija uzorkuje odlaganje bilirubina u tvrda zubna tkiva što rezultira pojavom žuto - zelenih diskoloracija (22).

Nasljedni poremećaji

Amelogenesis imperfecta je skupina nasljednih anomalija karakterizirane generaliziranim defektima cakline koji zahvaćaju sve, ili gotovo sve, zube obje denticije. Postoji 14 različitih podtipova amelogenesis imperfecta. Boja zuba ovisi o tipu amelogenesis imperfecta i varira od relativno blage hipomaturirane cakline snježno bijele boje do teže hipoplazije s tankom, tvrdom caklinom koja ima žuti do žuto – smeđi izgled (23).

Dentinogenesis imperfecta je nasljedna anomalija strukture zuba karakterizirana poremećajem stvaranja i mineralizacije dentina. Boja zuba je plavosiva ili opalescentna (boja jantara) (23).

Jatrogeni uzroci

Tetraciklinsko obojenje zubi rezultat je sistemske primjene tetraciklina tijekom perioda mineralizacije dentina i cakline. Tetraciklini imaju sposobnost stvaranja kompleksa sa ionima kalcija na površini hidroksiapatita. Obojenje nastaje kao posljedica odlaganja tetraciklina u dentin i u manjoj količini u caklinu. Boja zuba kreće se od žute do sivo – smeđe, a ovisi i dozi lijeka i duljini njegove uporabe (23).

Dentalna fluoroza nastaje kao posljedica prekomjernog unosa fluora u periodu formiranja zuba. Dentalna fluoroza može biti rezultat unosa pretjerano fluoridirane vode za piće ili pak korištenja vodica za ispiranje, pasta koje sadrže fluor ili prekomjeran unos tableta za fluoridaciju. Ovaj tip diskoloracija najčešće je ograničen na caklinu u obliku mrlja bijele do tamno smeđe boje. Težina diskoloracije ovisi o dobi i dozi te može zahvaćati i mliječne i trajne zube (22).

Traume

Pulpalna hemoragija posljedica je traume i uzrokuje ružičasto do crno obojenje zuba. Hemoliza eritrocita dovodi do oslobađanja heme koja se veže s raspadnim produktima pulpalnog tkiva, formirajući željezni sulfid crne boje, koji se zatim odlaže u dentinske kanaliće.

Resorpcija korijena kao posljedica traume prezentira se u obliku ružičastih točkastih diskoloracija na caklinsko cementnom spojištu.

Hipomineralizacija cakline može nastati kao posljedica traume mliječnog zuba koja je dovela do oštećenja zametka trajnog zuba (23).

Idiopatski uzroci

MIH (molarno incizivna hipomineralizacija) je stanje nepoznate etiologije karakterizirano intenzivnim hipomineralizacijama cakline. Zahvaća incizive i prve trajne molare. Hipomineralizacija cakline je asimetrična, a promjene na caklini mogu varirati od bijelih do žutih ili smeđih područja diskoloracije i uvijek su oštro ograničena od zdrave cakline. Caklina je porozna i krhka te se lomi kratko nakon erupcije prvih molara djelovanjem žvačnih sila. Pretpostavlja se da bi mogući uzroci MIH-a mogli biti promjena okoliša u kratkom vremenu, infekcije tijekom ranog djetinjstva, dioksin u majčinom mlijeku tijekom dojenja, genetski faktori (22).

Starenje

Prirodno tamnjenje zuba sa godinama, te promjena njihove translucencije rezultat je kombinacije faktora koji uključuju i caklinu i dentin. U caklini se događaju promjene teksture i ona postaje sve tanja, dok odlaganje sekundarnog i tercijarnog dentina pridonosi tamnjenju zubi sa starenjem (22).

1.4.2. Egzogena (vanjska, ekstrinzična) obojenja zuba

Prema lokalizaciji, egzogena obojenja dijele se u 2 glavne kategorije: izravna obojenja nastala kao rezultat osnovne boje uzročnika inkorporiranog u pelikulu i neizravna obojenja nastala kao rezultat kemijske interakcije uzročnika i površine zuba.

Izravna obojenja

Kromatogeni iz pića kao što su čaj i kava ugrađuju se u pelikulu zuba i uzrokuju obojenje. Pušenje, žvakanje duhana, lijekovi, začini, povrće i crno vino također su poznati po tome što uzrokuju direktna obojenja zuba. Smatra se kako obojenje nastaje od polifenola koji se dodaje kao boja u hranu (22, 23).

Neizravna obojenja

Indirektna obojenja povezuju se sa uporabom kationskih antiseptika i metalnih soli. Uzročnik je bez boje ili drugačije boje od one koja će nastati kemijskom reakcijom na zubima. Kod ljudi koji koriste nadomjeske željeza ili rade u industriji željeza, polivalentne metalne soli uzrokuju crna obojenja zuba. Zelena obojenja nastaju kao rezultat korištenja vodica za ispiranje usta koje sadrže bakrene soli, a ljubičasta do crna obojenja kao rezultat korištenja vodica za ispiranje usta koje sadrže kalijev permanganat. Kationski antiseptici kao što su klorheksidin, heksetidin, cetilpiridinium klorid i drugi, kod dugotrajnog korištenja također mogu uzrokovati obojenja na zubima (22).

1.4.3. Interna obojenja zuba

Interna obojenja zuba rezultat su ulaska ekstrinzičnih obojenja u dentin kroz razvojne ili traumatske defekte na površini zuba.

Erozije i gingivne recesije

Gubitak cakline i dentina kao rezultat erozije, atricije, abrazije rezultira izloženošću dentina egzogenim kromatogenima. Izloženost dentina ili gubitak cakline rezultira tamnijom bojom zuba zbog tamnije boje prileježećeg dentina (22, 23).

Dentalni karijes

Progresija karijesne lezije obično je povezana sa promjenom boje od početne inicijalne lezije bijele boje do karijesne lezije crne boje koja adherira pigment iz egzogenih izvora (22, 23).

Restaurativni materijali

Siva do crna obojenja oko amalgama rezultat su migracije kositra u dentinske tubuluse. Lijekovi koji se koriste u endodontskoj terapiji i sadrže eugenol mogu dovesti do promjene boje dentina (22).

1.5. Mehanizam kemijskog izbjeljivanja zuba i aktivna sredstva

Mehanizam koji dovodi do kemijske promjene boje zuba može se podijeliti u tri faze: 1) difuzija sredstva za izbjeljivanje u strukturu zuba; 2) interakcija sredstva za izbjeljivanje sa molekulama kromogena; 3) izmjena površine strukture zuba tako da drugačije reflektira svjetlost (24).

Vodikov peroksid

Vodikov peroksid ima malu molekularnu masu koja mu omogućuje laku penetraciju u tvrde zubne strukture. Djeluje kao snažno oksidacijsko sredstvo te se pri kemijskoj reakciji raspada na kisik i vodu. Nadalje, kisik reagira s peroksidom te u daljnjoj reakciji nastaju vrlo reaktivni slobodni radikali koji cijepaju konjugirane dvostruke veze organskih i anorganskih komponenti unutar dentinskih tubulusa, na čemu počiva mehanizam izbjeljivanja. U dentalnoj medicini koristi se u koncentracijama od 5% do 35% (24).

Karbamid peroksid

Karbamid peroksid poznat kao urea hidrogen peroksid u procesu izbjeljivanja raspada se na ureu i vodikov peroksid. Urea se razgrađuje na amonijak i ugljični dioksid, a vodikov peroksid prodire u strukturu zuba i daljnjim kemijskim reakcijama sudjeluje u izbjeljivanju.

Koncentracije karbamid peroksida koje se koriste u izbjeljivanju su između 10 i 35%. Desetpostotni karbamid peroksid razgrađuje se na 3,35% hidrogen peroksida i 6,65% ureu (24).

Natrij perborat

U kontaktu sa vodom, kiselinom, ili toplim zrakom, natrij perborat se razgrađuje na natrijev metaborat, vodikov peroksid i kisikove komplekse koji su odgovorni za izbjeljivanje. (24). Natrijev perborat je dostupan u obliku praška koji se miješa s vodom ili s 3 – 30 % vodikovim peroksidom te se uglavnom koristi za unutrašnje izbjeljivanje jer je sigurniji i lakše ga je kontrolirati u usporedbi s visoko koncentriranim otopinama vodikova peroksida (25).

1.6. Komercijalni pripravci za izbjeljivanje zuba

Težnja pacijenata za boljim osmjehom i bjeljim zubima dovela je do pojave velikog broja komercijalnih proizvoda za izbjeljivanje zuba na tržištu. Ovi proizvodi mogu se jednostavno koristiti kod kuće bez nadzora doktora dentalne medicine što ih čini jednostavnijima, pristupačnijima i često jeftinijima u usporedbi sa profesionalnim ordinacijskim izbjeljivanjem. (26, 27). Neki od takvih proizvoda su: zubne paste, vodice za ispiranje usne šupljine, četkice, udlage, trake, gelovi (27).

Zubne paste

Najčešće korišteni komercijalni pripravak je zubna pasta koja u sebi može sadržavati različita sredstva za izbjeljivanje kao što su abrazivi, čestice adsorbensa, peroksidi, enzimi ili sredstva za optičko djelovanje. Ipak, glavni sastojak za izbjeljivanje u zubnim pastama su abrazivi. Abrazivnost paste je ograničena kako ne bi došlo do oštećenja cakline, eksponiranja dentina ili iritacija gingive (26).

Vodice za ispiranje usne šupljine

Vodice za ispiranje usne šupljine sa svojstvom izbjeljivanja sadrže niske koncentracije vodikovog peroksida, a neki proizvođači tvrde da preveniraju nastanak dentalnih obojenja i akumulaciju plaka na površini zuba (26).

Četkice

Ručne i električne četkice mehaničkim djelovanjem doprinose održavanju učinka izbjeljivanja te prevenciji ekstrinzičnih obojenja nakon izbjeljivanja (26).

Udlage

Komercijalno izbjeljivanje udlagama novija je metoda prisutna na tržištu. U tu svrhu koriste se univerzalne udlage koje se mogu prilagoditi. Unutar udlage se nanosi gel te se udlaga nosi dva do četiri sata dnevno. Unutar paketa dolazi malo LED svjetlo koje potpomaže aktivaciju gela (26).

Trake i gelovi

Trake za izbjeljivanje sadrže niske koncentracije vodikova peroksida (5-14 %). Koriste se na prednjim zubima, a sredstvo izbjeljivanja nalazi se u tankom sloju s unutrašnje strane trake. Gelovi za izbjeljivanje kao sredstvo izbjeljivanja sadrže vodikov ili karbamid peroksid. Dolaze u obliku olovke te se nanose malom četkom na površinu zuba dva puta dnevno (26).

1.7. Prirodna sredstva za izbjeljivanje zuba

Aktivni ugljen

Aktivni ugljen je općenito naziv za tvari koje sadrže ugljik, a koje su nastale iz ugljena. Posljednjih godina veliku popularnost stekli su proizvodi koji u svom sastavu sadrže aktivni ugljen kao što su lijekovi, kozmetički proizvodi, proizvodi za higijenu usne šupljine,

prehrambeni proizvodi (28). Aktivni ugljen prirodnog porijekla proizvodi se iz prirodnih materijala bogatih ugljikom kao što su bambus, kokos ili drvo (29).

Prvi zabilježeni podaci o korištenju aktivnog ugljena za higijenu usne šupljine sežu u doba antičke Grčke. Aktivni ugljen u prahu, čađa ili pepeo ugljena može se nanositi na zube prstima, štapićima za žvakanje, gazom ili pak u obliku paste četkicom (28).

Većina proizvođača proizvoda za higijenu usne šupljine koji u svom sastavu sadrže aktivni ugljen, garantiraju efekt izbjeljivanja zuba, antimikrobna i antifungalna svojstva proizvoda i remineralizaciju cakline iako, do danas, ne postoje znanstveni dokazi koji bi potkrijepili te tvrdnje.

Slično kao u zubnih pasta, od aktivnog ugljena se očekuje abrazivno djelovanje na površinu cakline i posljedično uklanjanje ekstrinzičnih obojenja zuba. Nadalje, s obzirom na apsorptivna svojstva aktivnog ugljena, moglo bi se očekivati i apsorptivno djelovanje na kromatogene i egzogena zubna obojenja (30).

Soda bikarbona

Natrijev hidrogenkarbonat ($NaHCO_3$, soda bikarbona, natrijev bikarbonat, jestiva soda) je bijeli kristalni prah, slabo topljiv u vodi, a vodena otopina je slabo lužnata zbog hidrolize.

Koristi se u pekarstvu kao osnovni sastojak u proizvodnji raznih praškova za dizanje tijesta, prašaka za pecivo i pečenje, u kozmetici, u proizvodnji pjenušavih pića, umjetnih mineralnih voda, tekstila, papira, keramike, kao punilo vatrogasnih aparata. Zbog svoje slabe lužnatosti u medicini se koristi kao neutralizator suviška želučanih kiselina (48).

Soda bikarbona koristi se desetljećima kao abrazivni sastojak zubnih pasta te je odobrena od strane FDA (engl. *The United States Food and Drug Administration*). Abrazivni sastojci zubnih pasta ključni su u uklanjanju površinskih dentalnih obojenja te potpomažu mehaničkom uklanjanju plaka. Soda bikarbona pokazala se kao sastojak niske abrazivnosti, biokompatibilan i siguran, kompatibilan sa preostalim sastojcima zubnih pasta (ne inhibira njihovo djelovanje) te kao sastojak koji posjeduje antibakterijska svojstva pri većim koncentracijama (31, 32).

Kokosovo ulje

Kokosovo ulje je jestivo ulje dobiveno iz bijelog mesa ploda kokosove palme. Sastoji se od 92% zasićenih masnih kiselina, od čega je otprilike 50% lauričnа kiselina koja dokazano posjeduje antiupalna svojstva i antimikrobnu aktivnost (33).

Mućkanje ulja (engl. *Oil pulling*) jedna je od najpoznatijih metoda čišćenja usne šupljine u ayurvedskoj medicini. Stari ayurvedski tekstovi govore da 15 minutno mućkanje ulja pomaže u održavanju gingivnog zdravlja, smanjuje neugodan zadah, izbjeljuje zube, jača mišiće čeljusti i usne šupljine (34). Vjeruje se da se mehanizam djelovanja temelji na procesu saponifikacije koja je rezultat alkalne hidrolize masti (35). Druga teorija govori o prirodnoj viskoznosti ulja koja sprječava adheziju bakterija i akumulaciju plaka, dok treća govori o prisutnosti antioksidansa unutar ulja koji dovode do destrukcije mikroorganizama (36, 37). Smatra se da bi mućkanje kokosovog ulja u cilju održavanja gingivnog zdravlja, moglo biti alternativa kemijskim preparatima kao što je klorheksidin zbog nedostatka nuspojava kao što su neugodan okus ili smeđe obojenje zuba i jezika (33).

Kurkuma

Turmerik, gomolj biljke lat. *Curcuma longa*, aromatični je žućkasto – narančasti začin. Narančasta srž unutar gomolja izvor je turmeričkog praha, poznatog po brojnim dobrobitima. Ima dokazana svojstva poput protuupalnog, antioksidativnog, antimikrobnog, imunostimulirajućeg, antiseptičkog i antimutagenog djelovanja. Aktivne su komponente turmerika flavonoidi kurkuminoidi. Najpoznatiji je kurkumin, kojemu se pripisuju navedena ljekovita svojstva (38).

Pasta limunovog soka i sode bikarbone

Limun je stablo iz roda lat. *Citrus* i njegov plod. Plod limuna sadrži od 40 do 50% soka. Boja soka je žuta do blijedo zelena, a okus kiseo. Sadrži do 8% limunske kiseline, manje količine drugih organskih kiselina, oko 3% šećera i puno vitamina, prije svega C-vitamin.

Limunov sok pomiješan sa sodom bikarbonom promovira se kao efektivno sredstvo za izbjeljivanje zuba. Istraživanja su pokazala da limunov sok, sa svojim niskim pH, erodira caklinu koja štiti zube od karijesa te da bi mogao biti štetan za zubnu caklinu (39).

1.8. Indikacije i kontraindikacije izbjeljivanja zuba

Indikacije za izbjeljivanje zuba su generalizirana obojenja, promjene boje zuba uzrokovane starošću, obojenja zuba nastala kao posljedica unosa kromatogene hrane i pića, obojenja nastala zbog konzumiranja duhanskih proizvoda, obojenja uzrokovana dentalnom fluorozom, tetraciklinska obojenja, diskoloracije nastale traumom zuba.

Kontraindikacije za izbjeljivanje zuba su trudnoća, prevelika očekivanja pacijenta, preosjetljivost zuba i eksponirani dentin, karijesne lezije i periapikalne lezije, velike restauracije u estetskoj zoni, pacijenti sa velikim recesijama i eksponiranom površinom korijena (40).

1.9. Nuspojave izbjeljivanja zuba

Posljednjih godina, sve veći broj ljudi zahtjeva izbjeljivanje zuba u cilju poboljšanja estetike osmjeha. Kao rezultat, razvili su se brojni načini izbjeljivanja zuba od ordinacijskog izbjeljivanja zuba, izbjeljivanja zuba kod kuće (uz odgovarajuće upute stomatologa), izbjeljivanja zuba kod kuće pomoću komercijalnih pripravaka kao što su paste ili udlage, pa sve do alternativnih načina izbjeljivanja u obliku prirodnih DIY (engl. *Do it yourself*) ili „uradi sam“ pripravaka. Profesionalno ordinacijsko izbjeljivanje zuba i izbjeljivanje kod kuće pod nadzorom je stomatologa, te je smanjen rizik od neželjenih nuspojava. S druge strane, jednostavan pristup i niska cijena proizvodima za izbjeljivanje bez recepta povećali su njihovu popularnost. Nenadzirano izbjeljivanje komercijalnim i/ili „uradi sam“ prirodnim sredstvima za izbjeljivanje koja se koriste kod kuće može imati potencijalno štetne učinke na opće zdravlje, a posebno na stomatološko zdravlje (41).

Najčešće nuspojave izbjeljivanja su preosjetljivost zuba, iritacija gingive, oštećenje tvrdih zubnih tkiva i restaurativnih materijala.

Preosjetljivost zuba

Preosjetljivost zuba prilikom izbjeljivanja obično je prolazna i smatra se normalnom nuspojavom pri izbjeljivanju. Nastaje kao posljedica prodiranja materijala za izbjeljivanje kroz dentinske tubuluse do pulpe gdje izaziva njezine reverzibilne promjene (42, 43).

Kako bi se zaštitila pulpa i spriječio prodor materijala, potrebno je provjeriti kvalitetu cakline i ispuna (2, 44). Primjenom flourida ili kalijevih nitrata kao predtretman na samom početku pojave simptoma možemo djelovati na smanjenje preosjetljivosti zuba (42).

Iritacija gingive

Prilikom rada sa sredstvima za izbjeljivanje visokih koncentracija, može doći do opekotina i ulceracija na mjestu gdje je sredstvo za izbjeljivanje došlo u dodir sa gingivom ili okolnom sluznicom. Iritacija je obično blaga do umjerena i bez dugoročnih posljedica. Kako bismo spriječili nuspojave na gingivi, potrebno ju je zaštititi uporabom koferdama ili drugih zaštitnih sredstava za gingivu (42). Ukoliko dođe do istjecanja sredstva za izbjeljivanje, potrebno je odmah prekinuti postupak i područje iritacije obilno isprati vodom.

Iritacije gingive mogu se pojaviti i korištenjem sustava izbjeljivanja pomoću udlaga kod kuće, a pojavljuju se dva do tri dana nakon korištenja gela za izbjeljivanje. Često je iritacija posljedica loše izrađene ili krivo postavljene udlage koju je potrebno ispolirati ili ubrusiti (44).

Prilikom izbjeljivanja pomoću komercijalnih prirodnih pripravaka potrebno je obratiti pozornost na abrazivnost i pH preparata koji bi mogli nepovoljno utjecati na gingivu i okolnu sluznicu.

Oštećenje tvrdih zubnih tkiva i restaurativnih materijala

Utjecaj izbjeljivanja na caklinu može se procijeniti iz tri aspekta: gubitak minerala, površinske morfološke promjene i utjecaj na mikrotvrdoću cakline. Istraživanja su pokazala da izbjeljivanje rezultira gubitkom minerala, ali je taj gubitak klinički beznačajan zbog remineralizacijskih svojstava sline. Kod postupaka izbjeljivanja udlagom, osjetljivost se pojavljuje rjeđe zbog nižih koncentracija materijala (44).

Brojna istraživanja pokazala su da izbjeljivanje može imati negativan utjecaj na restaurativne materijale kao što su stvaranje rubne pukotine, hrapavost površine, smanjenje čvrstoće adhezivne veze (44).

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Posljednjih godina pojavio se povećan interes za tretmanom zubnih obojenja u cilju poboljšanja estetike osmjeha, što možemo vidjeti i po povećanom broju različitih komercijalno dostupnih proizvoda na tržištu.

Velik broj dostupnih informacija dovodi do sve veće zainteresiranosti za prirodnim sredstvima za izbjeljivanje zuba.

Hipoteza ovog istraživanja bila je da ispitivana prirodna sredstva za izbjeljivanje zuba koja se koriste kod kuće neće izazvati učinak izbjeljivanja zuba, da neće biti razlike u učinkovitosti među njima te da neće utjecati na površinsku hrapavost zubne cakline.

Specifični ciljevi istraživanja bili su:

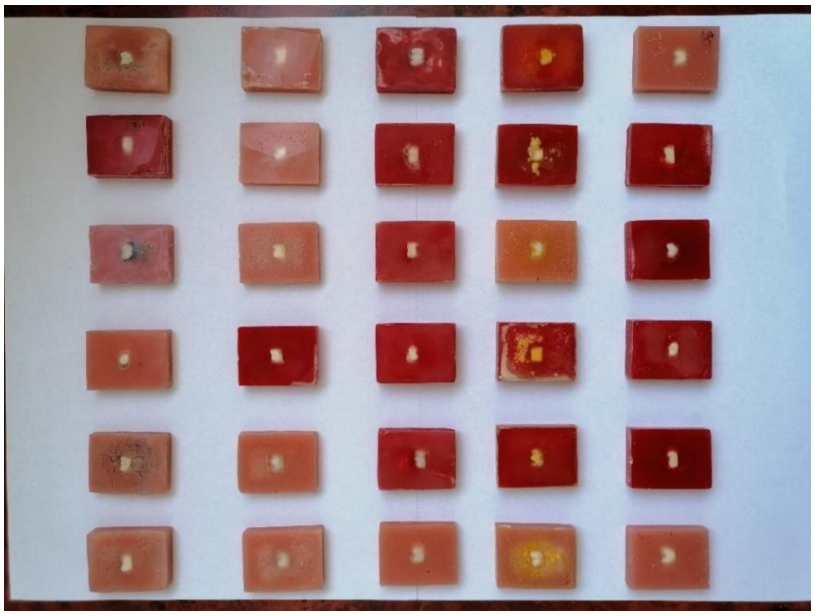
- Procijeniti učinkovitost izbjeljivanja različitih komercijalno dostupnih prirodnih sredstava za izbjeljivanje zuba koji se koriste kod kuće.
- Usporediti učinkovitost izbjeljivanja različitih komercijalno dostupnih prirodnih sredstava za izbjeljivanje zuba koji se koriste kod kuće.
- Procijeniti utjecaj različitih komercijalno dostupnih prirodnih sredstava za izbjeljivanje na površinsku hrapavost tvrdih zubnih tkiva

3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Za istraživanje je odabrano pet prirodnih, komercijalno dostupnih preparata: aktivni ugljen u granulama (Carbomed, Jadran Galenski laboratorij, Hrvatska), soda bikarbona (Soda bikarbona, Šafram d.o.o., Hrvatska), kokosovo ulje (Kokosovo ulje, Encian d.o.o., Sri Lanka), kurkuma (Kurkuma, Luxor d.o.o., Hrvatska) i mješavina limunovog soka (Koncentrat soka limuna, SPAR, Austrija) i sode bikarbone. Istraživanje je uključivalo 30 ekstrahiranih intaktnih ljudskih zuba prethodno ostavljenih u instant kavi (Nescafe Classic, Nestle, Vevey, Švicarska) i crnom čaju (Indijski čaj, Podravka d.d., Koprivnica, Hrvatska) u periodu od 7 dana. Korijeni zuba su zatim izrezani fisurnim svrdlom na caklinsko cementnom spojištu. Krune zuba postavljene su bukalnom stranom prema gore, u silikonske kalupe koji su zatim popunjeni samostvrdnjavajućim akrilatom. Nakon stvrdnjavanja, akrilatne pločice polirane su na automatskoj polir-mašini (RotoPol 22, Streuers, Danska) karburandnim diskovima od 500 grita (FEPA, Struers, Danska) uz vodeno hlađenje. Ovaj postupak morao je biti obavljen kako bi se mogla ispitati promjena površinske hrapavosti cakline. Za četkanje uzoraka korištena je Oral – B Genius 10000N električna četkica (Braun, Kronberg, Njemačka).

Uzorci su nasumično podijeljeni u pet skupina ovisno o sredstvu koje je korišteno za izbjeljivanje zuba. Prva skupina (n = 6) četkana je aktivnim ugljenom, druga skupina (n = 6) četkana je sodom bikarbonom, treća skupina (n = 6) četkana je kokosovim uljem, četvrta skupina (n = 6) četkana je kurkumom, peta skupina (n = 6) četkana je mješavinom limunovog soka (pH = 2) i sode bikarbone (Slika 1.)

Između četkanja uzorci su bili pohranjeni u umjetnoj slini (pH = 6,8; CaCO3: 0,15 g; $MgCO_3$: 0,078 g; KH_2PO_4: 0,204 g; HEPES: 14,31 g; KCl: 6,72 g).



Slika 1. Uzorci nakon 14 dana korištenja prirodnih sredstava za izbjeljivanje zuba

3.1. Određivanje boje i površinske hrapavosti zuba

U svrhu određivanja boje zuba korišten je Vita Easyshade digitalni spektrofotometar (VITA Easyshade V, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Njemačka). Procjena boje izvršena je prije početka korištenja testiranih sredstava za izbjeljivanje zuba te sedam i 14 dana od početka korištenja. Izvršena su tri mjerenja za svaki uzorak koristeći prosječni način mjerenja. Kao izmjerena vrijednost za statističku analizu korišten je prosjek te tri vrijednosti. Između svakog mjerenja vrh senzora je odmaknut s površine uzorka, kalibriran te ponovo pozicioniran. Boja je utvrđena pomoću CIE Lab prostora boja. Mjerene su L*, a*, b* vrijednosti te indeks izbjeljivanja (II).

Vrijednost L predstavlja mjeru za svjetlinu određenog objekta te se kreće u rasponu od 0 (crno) do 100 (bijelo). Vrijednosti a* i b* mjere su kromatičnosti. Vrijednost a* može biti pozitivna (+a*) što odgovara smjeru crvene ili negativna (-a*) što odgovara smjeru zelene boje. Pozitivna b* vrijednost (+b*) odgovara smjeru žute, a negativna b* vrijednost (-b*) smjeru plave boje. Delta E (ΔE) predstavlja udaljenost između boja i računa se pomoću vrijednosti ΔL*, Δa*, Δb* prema sljedećoj formuli: $\Delta E*ab = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]1/2$. Promjena boje između mjerenja u svakoj grupi procijenjena je pomoću vrijednosti ΔE, ΔL*, Δa* i Δb*. Prema ključu boja Vita Classical Shade zabilježene vrijednosti boje zuba na skali od 1 do 16 po svjetlini, gdje 1 predstavlja najsvjetliju nijansu (B1), dok 16 predstavlja najtamniju (C4). Indeks izbjeljivanja izračunat je oduzimanjem dobivenog indeksa nakon tretmana izbjeljivanja od

početnih vrijednosti dobivenih prije korištenja ispitivanih sredstava (ΔII). Mjerenja su provedena prije početka korištenja ispitivanih preparata (T0), sedam dana od početka korištenja (T1) i 14 dana od početka njihova korištenja (T2).

U svrhu određivanja površinske hrapavosti zuba (Ra) korišten je profilometar Surface Roughness Tester KR210 (KairDa, Kina) (Slika 2.). Procjena površinske hrapavosti izvršena je prije početka korištenja testiranih sredstava za izbjeljivanje zuba te 14 dana od početka korištenja. Izvršena su tri mjerenja za svaki uzorak koristeći prosječni način mjerenja. Kao izmjerena vrijednost za statističku analizu korišten je medijan tri izmjerene vrijednosti.



Slika 2. Surface Roughness Tester KR210 (KairDa, Kina)

3.2. Statistička obrada podataka

Dobiveni podatci uneseni su u prethodno kreiranu tablicu u programu Microsoft Excel 2007 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, SAD) gdje su kodirani za daljnju obradu u statističkom paketu za društvene znanosti (SPSS, inačica 26, IBM Corp, Armonk, New York, SAD). Inicijalna raščlamba rezultata odrađena je deskriptivnom statistikom. Vrijednosti kontinuiranih varijabli prikazane su srednjom vrijednošću i standardnom devijacijom, a kategorijske varijable prikazane su kao cijeli broj i postotak. Normalnost distribucije kvantitativnih varijabli procijenjena je Shapiro-Wilks testom. Razlike među grupama i unutar grupe su uspoređene jednosmjernom analizom varijance (ANOVA) uz Tukey post-hoc test.

Razlike između kategorijskih varijabli provjerene su $\chi 2$ testom i Fisherovim testom. Sve su analize određene na razini statističke značajnosti od $P < 0,05$.

4. REZULTATI

Deskriptivna statistika za mjere boje zuba: a*, b* i L* po vremenima uzorkovanja za korištena sredstva prikazana je u Tablici 1.

ANOVA testom nije potvrđena razlika u uzorcima za ispitivane mjere a*, b* i L* prije korištenja sredstava (vrijeme T0).

Statistički značajna razlika u vremenu T1 (sedam dana od početka korištenja) potvrđena je ANOVA testom za mjere boje L* ($P \leq 0,001$) i b* ($P \leq 0,001$). Razlike između sredstava ispitane su Tukey *post hoc* testom i prikazane u Tablici 1.

U vremenu T2 (14 dana nakon korištenja različitih sredstava) ANOVA testom uočena je statistički značajna razlika u mjerama boje a* ($P = 0,011$), b* ($P \leq 0,001$) i L* ($P = 0,004$), dok su razlike između pojedinih grupa ispitane Tukey *post hoc* testom i prikazane u Tablici 1.

Na Slici 3. prikazano je kretanje mjera boje L*, a* i b* prije, sedam i 14 dana nakon korištenja svakog pojedinog sredstva.

Tablica 1. Deskriptivna statistika za različite mjere boje zuba, L*, a*, b*, (srednja vrijednost i standardna devijacija), ovisno o korištenom sredstvu za izbjeljivanje po vremenima uzorkovanja – procjene boje zuba

		Vrijeme procjene		
Mjera boje	**Sredstvo**	**T0**	**T1**	**T2**
a*	Aktivni ugljen	4,65 (1,61)	3,23 (2,21)	3,15 (2,13)[a]
	Soda bikarbona	4,17 (1,03)	2,66 (1,08)	3,39 (1,48)
	Kokosovo ulje	5,20 (1,99)	3,97 (1,97)	4,45 (1,48)
	Kurkuma	5,82 (2,89)	4,71 (2,55)	5,09 (2,23)
	Soda bikarbona + limunov sok	5,34 (1,22)	3,78 (1,61)	4,75 (1,46)[a]
		P = 0,084	**P = 0,116**	**P = 0,011**
b*	Aktivni ugljen	44,35(2,91)	38,46 (4,54)[b]	37,79 (5,90)[e,f]
	Soda bikarbona	43,41 (2,50)	38,30 (3,33)[c]	39,41 (3,77)[g]
	Kokosovo ulje	42,17 (3,35)	36,49 (3,17)[d]	37,94 (2,44)[h,i]
	Kurkuma	43,86 (4,40)	43,12 (9,34)	48,11 (9,89)[e,h]
	Soda bikarbona + limunov sok	45,10 (1,65)	43,03(3,66)[b,c,d]	44, 98 (2,13)[f,g,i]
		P = 0,056	**P ≤ 0,001**	**P ≤ 0,001**
L*	Aktivni ugljen	78,34 (6,29)	74,32 (4,71)[j]	76,62 (2,81)
	Soda bikarbona	81,62 (6,06)	80,83 (3,85)[j,k,l]	80,16 (4,27)[m,n]
	Kokosovo ulje	78,25 (3,27)	75,19 (4,84)[k]	76,28 (4,18)[m]
	Kurkuma	80,23 (4,76)	75,03 (22,97)[l]	74,25 (6,15)[n]
	Soda bikarbona + limunov sok	79,18 (2,95)	77,08 (3,79)	78,43 (3,28)
		P = 0,113	**P ≤ 0,001**	**P = 0,004**

Vrijednosti su prikazane kao srednja vrijednost i standardna devijacija
ANOVA i post hoc Tukey test
*Isto malo slovo u stupcu označava statističku značajnost unutar pojedine grupe u istom vremenima uzorkovanja
([d,i,j,s,t] P ≤ 0,001, [f,o]P = 0,001,[h,k] P= 0,003, [l,r]P = 0,004, [g]P=0,005, [n]P = 0,006, [q]P= 0,010, [e]P=0,015, [b]P = 0,032, [p]P=0,033, [m]P=0,039, [c]P = 0,042)
Skraćenice: T0 – prije tretmana; T1 – 7 dana od početka korištenja; T2 -14 dana od početka korištenja



Slika 3. Mjere boje a*, b* i L* prije (T0), te 7 (T1) i 14 (T2) dana nakon korištenja pojedinog preparata. Jednak simbol iznad stupca označava statistički značajnu razliku.

Indeks izbjeljivanja po vremenima uzorkovanja prikazan je u Tablici 2.

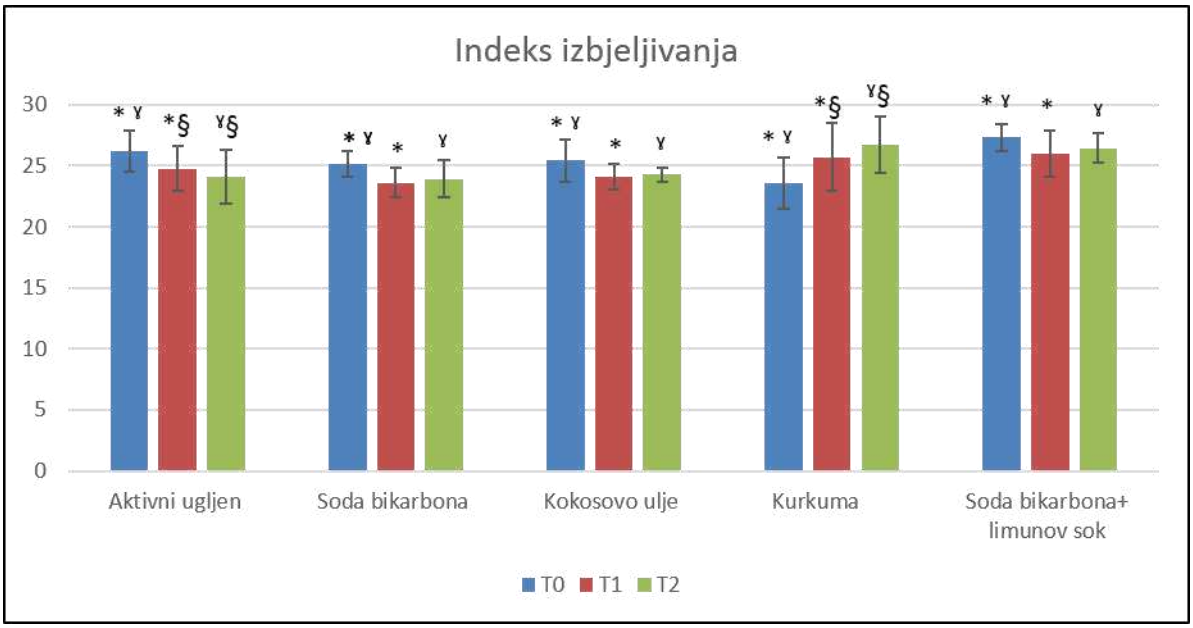
ANOVA testom uočena je statistički značajna razlika između grupa za indeks izbjeljivanja (P ≤0,001) sva tri vremena uzorkovanja (T0, T1, T2). Razlike između sredstava ispitane su Tukey *post hoc* testom i prikazane u Tablici 2.

Na Slici 4. prikazano je kretanje indeksa izbjeljivanja prije, sedam i 14 dana nakon korištenja svakog pojedinog sredstva.

Tablica 2. Deskriptivna statistika za indeks izbjeljivanja (srednja vrijednost i standardna devijacija), ovisno o korištenom sredstvu za izbjeljivanje po vremenima uzorkovanja – procjene boje zuba

		Vrijeme procjene		
	Sredstvo	**T0**	**T1**	**T2**
Indeks izbjeljivanja	Aktivni ugljen	26,22 (1,66)^{a}	24,78 (1,80)	24,11 (2,16)^{l,m}
	Soda bikarbona	25,17 (1,04)^{b,c}	23,61 (1,19)^{g,h}	23,94 (1,51)^{n,o}
	Kokosovo ulje	25,44 (1,76)^{d,e}	24,11 (1,02)^{i,j}	24,28 (0,57)^{p}
	Kurkuma	23,61(2,09)^{a,b,d,f}	25,73(2,74)^{g,i,k}	26,73(2,31)^{l,n,p,q}
	Soda bikarbona + limunov sok	27,33 (1,08)^{c,e,f}	26,00(1,85)^{h,j,k}	26,44 (1,20)^{m,o,q}
		P ≤0,001	**P ≤0,001**	**P ≤0,001**

Vrijednosti su prikazane kao srednja vrijednost i standardna devijacija
ANOVA i *post hoc* Tukey test
*Isto malo slovo u stupcu označava statističku značajnost unutar pojedine grupe u istom vremenima uzorkovanja
(^{a,f,h,l,n,o} P ≤ 0,001, ^{c,m,p,q} P = 0,001, ^{e}P = 0,006, ^{d,g,i} P= 0,009, ^{b}P = 0,037)
Skraćenice: T0 – prije tretmana; T1 – 7 dana od početka korištenja; T2 -14 dana od početka korištenja



Slika 4. Indeks izbjeljivanja prije (T0), te 7 (T1) i 14 (T2) dana nakon korištenja pojedinog preparata. Jednak simbol iznad stupca označava statistički značajnu razliku.

Ukupna razlika u mjeri boje zuba Δa* prikazana je u Tablici 3.

Delta vrijednost prikazuje razliku u promjeni mjere boje Δa* među različitim vremenima uzorkovanja.

ANOVA testom nije potvrđena statistički značajna razlika među različitim sredstvima za izbjeljivanje za mjeru Δa* kada se promatrala razlika u mjeri Δa* između vremena T1 i T0 (7 dana korištenja u odnosu na početne vrijednosti) kao ni između vremena T2 i T0 (14 dana korištenja u odnosu na početne vrijednosti).

Statistički značajna razlika među različitim sredstvima za izbjeljivanje potvrđena je ANOVA testom za vrijednost Δa* (P = 0,001) kada se promatrala razlika u mjeri Δa* između vremena T2 i T1 (14 dana korištenja u odnosu na 7 dana od početka korištenja različitih sredstava).

Tukey post-hoc testom uočena je statistički značajna razlika u mjeri Δa* između aktivnog ugljena i sode bikarbone te između aktivnog ugljena i paste sode bikarbone i limunovog soka između vremena T2 i T1 (14 dana korištenja u odnosu na 7 dana od početka korištenja različitih sredstava).

Tablica 3. Razlike u boji uzoraka kroz mjeru Δa*, ovisno o ovisno o korištenom sredstvu za izbjeljivanje

Sredstvo	Δa_{T1-T0}	Δa_{T2-T0}	Δa_{T2-T1}
Aktivni ugljen	- 1,42 (1,50)	- 1,5 (1,35)	- 0,08 (0,65)[a,b]
Soda bikarbona	- 1,45 (0,60)	- 0,72 (0,51)	0,73 (0,68)[a]
Kokosovo ulje	- 1,23 (1,81)	- 1,50 (1,56)	0,48 (0,80)
Kurkuma	- 1,11 (0,72)	- 0,73 (0,88)	- 0,38 (0,91)
Soda bikarbona+limunov sok	- 1,56 (0,88)	- 0,59 (0,57)	0,97 (0,62)[b]
	P = 0,405	**P = 0,053**	**P = 0,001**

Vrijednosti su prikazane kao srednja vrijednost i standardna devijacija
ANOVA i post hoc Tukey test
*Isto malo slovo u stupcu označava statističku značajnost unutar pojedine grupe u istom vremenima uzorkovanja
([b] P= 0,001, [a]P = 0,021)
Skraćenice: T0 – prije tretmana; T1 – 7 dana od početka korištenja; T2 -14 dana od početka korištenja

Ukupna razlika u mjeri boje zuba Δb* prikazana je u Tablici 4.

Delta vrijednost prikazuje razliku u promjeni mjere boje Δb* među različitim vremenima uzorkovanja.

ANOVA testom potvrđena je statistički značajna razlika među različitim sredstvima za izbjeljivanje za vrijednost Δb* ($P \leq 0,001$) kada se promatrala razlika između vremena T1 i T0 (7 dana korištenja u odnosu na početne vrijednosti). Isto tako, statistički značajna razlika potvrđena je među različitim sredstvima za izbjeljivanje za vrijednost Δb* ($P \leq 0,001$) kada se promatrala razlika u mjeri Δb* između vremena T2 i T0 (14 dana korištenja u odnosu na početne vrijednosti), kao i statistički značajna razlika među različitim sredstvima za izbjeljivanje za vrijednost Δb* ($P \leq 0,001$) kada se promatrala razlika između vremena T2 i T1 (14 dana korištenja u odnosu na 7 dana od početka korištenja). Razlike između sredstava ispitane su Tukey *post hoc* testom i prikazane u Tablici 4.

Tablica 4. Razlike u boji uzoraka kroz mjeru Δb, ovisno o ovisno o korištenom sredstvu za izbjeljivanje

Sredstvo	Δb_{T1-T0}	Δb_{T2-T0}	Δb_{T2-T1}
Aktivni ugljen	- 5,91 (3,33)^{a}	- 6,57 (4,41)^{e}	- 0,66 (2,01)^{i,j}
Soda bikarbona	- 5,11 (2,30)^{b}	- 4,00 (2,70)^{f}	1,11 (1,58)^{k}
Kokosovo ulje	- 5,67 (3,15)^{c}	- 4,22 (2,99)^{g}	1,45 (1,56)
Kurkuma	- 5,71 (8,17)^{a,b,c,d}	10,70 (7,41)^{e,f,g,h}	4,99 (4,33)^{i,k}
Soda bikarbona+limunov sok	- 5,06 (2,62)^{d}	- 3,11 (1,40)^{h}	1,95 (1,93)^{j}
	$P \leq 0,001$	**$P \leq 0,001$**	**$P \leq 0,001$**

Vrijednosti su prikazane kao srednja vrijednost i standardna devijacija
ANOVA i post hoc Tukey test
*Isto malo slovo u stupcu označava statističku značajnost unutar pojedine grupe u istom vremenima uzorkovanja
($^{a,b,c,d.e,f,g,h,j}$ $P \leq 0,001$, $^{i}P = 0,018$, $^{k}P = 0,049$)
Skraćenice: T0 – prije tretmana; T1 – 7 dana od početka korištenja; T2 -14 dana od početka korištenja

Ukupna razlika u mjeri boje zuba ΔL* prikazana je u Tablici 5.

Delta vrijednost prikazuje razliku u promjeni mjere boje ΔL* među različitim vremenima uzorkovanja.

Promatrajući razliku u mjeri ΔL* između vremena T1 i T0 (7 dana korištenja u odnosu na početne vrijednosti) ANOVA testom potvrđena je statistički značajna razlika među različitim sredstvima za izbjeljivanje za vrijednost ΔL* (P = 0,008). ANOVA testom potvrđena je statistički značajna razlika među različitim sredstvima za izbjeljivanje za vrijednost ΔL* (P = 0,002) kada se promatrala razlika između vremena T2 i T0 (14 dana korištenja u odnosu na početne vrijednosti). Isto tako, statistički značajna razlika potvrđena je među različitim sredstvima za izbjeljivanje za vrijednost ΔL* (P = 0,002) kada se promatrala razlika između vremena T2 i T1 (14 dana korištenja u odnosu na 7 dana od početka korištenja). Razlike između sredstava ispitane su Tukey *post hoc* testom i prikazane u Tablici 5.

Tablica 5. Razlike u boji uzoraka kroz mjeru ΔL, ovisno o ovisno o korištenom sredstvu za izbjeljivanje

Sredstvo	ΔL_{T1-T0}	ΔL_{T2-T0}	ΔL_{T2-T1}
Aktivni ugljen	- 4,02 (3,27)[a]	- 1,7 (4,57)[c]	2,30 (2,55)[g]
Soda bikarbona	- 0,74 (2,56)[a,b]	- 1,52 (2,87)[d]	- 0,78 (1,58)[g]
Kokosovo ulje	- 3,06 (4,98)[b]	- 1,97 (4,89)[e]	1,09 (1,75)
Kurkuma	- 5,86 (2,53)	- 5,24 (2,35)[c,d,e,f]	- 0,78 (3,51)
Soda bikarbona+limunov sok	- 2,10 (2,43)	- 0,76 (1,28)[f]	1,34 (2,36)
	P = 0,008	**P = 0,002**	**P = 0,002**

Vrijednosti su prikazane kao srednja vrijednost i standardna devijacija
ANOVA i post hoc Tukey test
*Isto malo slovo u stupcu označava statističku značajnost unutar pojedine grupe u istom vremenima uzorkovanja
([g] P= 0,002, [f]P = 0,003, [e] P = 0,013, [a,,c] P = 0,015, [b]P = 0,043)
Skraćenice: T0 – prije tretmana; T1 – 7 dana od početka korištenja; T2 -14 dana od početka korištenja

Ukupna razlika u mjeri indeksa izbjeljivanja ΔII prikazana je u Tablici 6.

Delta vrijednost prikazuje razliku u promjeni mjere boje ΔII među različitim vremenima uzorkovanja.

Između vremena T1 i T0 (7 dana korištenja u odnosu na početne vrijednosti) ANOVA testom nije potvrđena statistički značajna razlika među različitim sredstvima za izbjeljivanje za vrijednost ΔII.

ANOVA testom potvrđena je statistički značajna razlika među različitim sredstvima za izbjeljivanje za vrijednost ΔII ($P \leq 0,001$) kada se promatrala razlika u mjeri ΔII između vremena T2 i T0 (14 dana korištenja u odnosu na početne vrijednosti), kao i statistički značajna razlika između vremena T2 i T1 (14 dana korištenja u odnosu na 7 dana od početka korištenja različitih sredstava). Razlike između pojedinih grupa ispitane su Tukey *post hoc* testom i prikazane u Tablici 6.

Tablica 6. Razlike u boji uzoraka kroz mjeru promjenu indeksa izbjeljivanja ovisno o korištenom sredstvu za izbjeljivanje

Sredstvo	ΔII_{T1-T0}	ΔII_{T2-T0}	ΔII_{T2-T1}
Aktivni ugljen	- 1,44 (1,50)	- 2,11 (1,71)[a]	- 0,67 (0,69)
Soda bikarbona	- 1,56 (0,78)	- 1,20 (0,73)[b]	0,33 (0,84)[d]
Kokosovo ulje	- 1,33 (1,64)	- 1,16 (1,54)	0,17 (0,79)[e]
Kurkuma	2,20 (1,52)	3,20 (0,86)[b,c]	1,00(0,89)[d,e]
Soda bikarbona+ limunov sok	- 1,33 (0,97)	- 0,89 (0,58)[a,c]	0,44 (0,98)
	P = 0,057	**P ≤ 0,001**	**P = 0.002**

Vrijednosti su prikazane kao srednja vrijednost i standardna devijacija
ANOVA i post hoc Tukey test
*Isto malo slovo u stupcu označava statističku značajnost unutar pojedine grupe u istom vremenima uzorkovanja
([c]P ≤ 0,001, [b,d]P = 0,001, [e]P = 0,010, [f]P=0,020)
Skraćenice: T0 – prije tretmana; T1 – 7 dana od početka korištenja; T2 -14 dana od početka korištenja

Ukupna razlika u promjeni boje zuba (ΔE) prikazana je u Tablici 7. te na Slici 5.

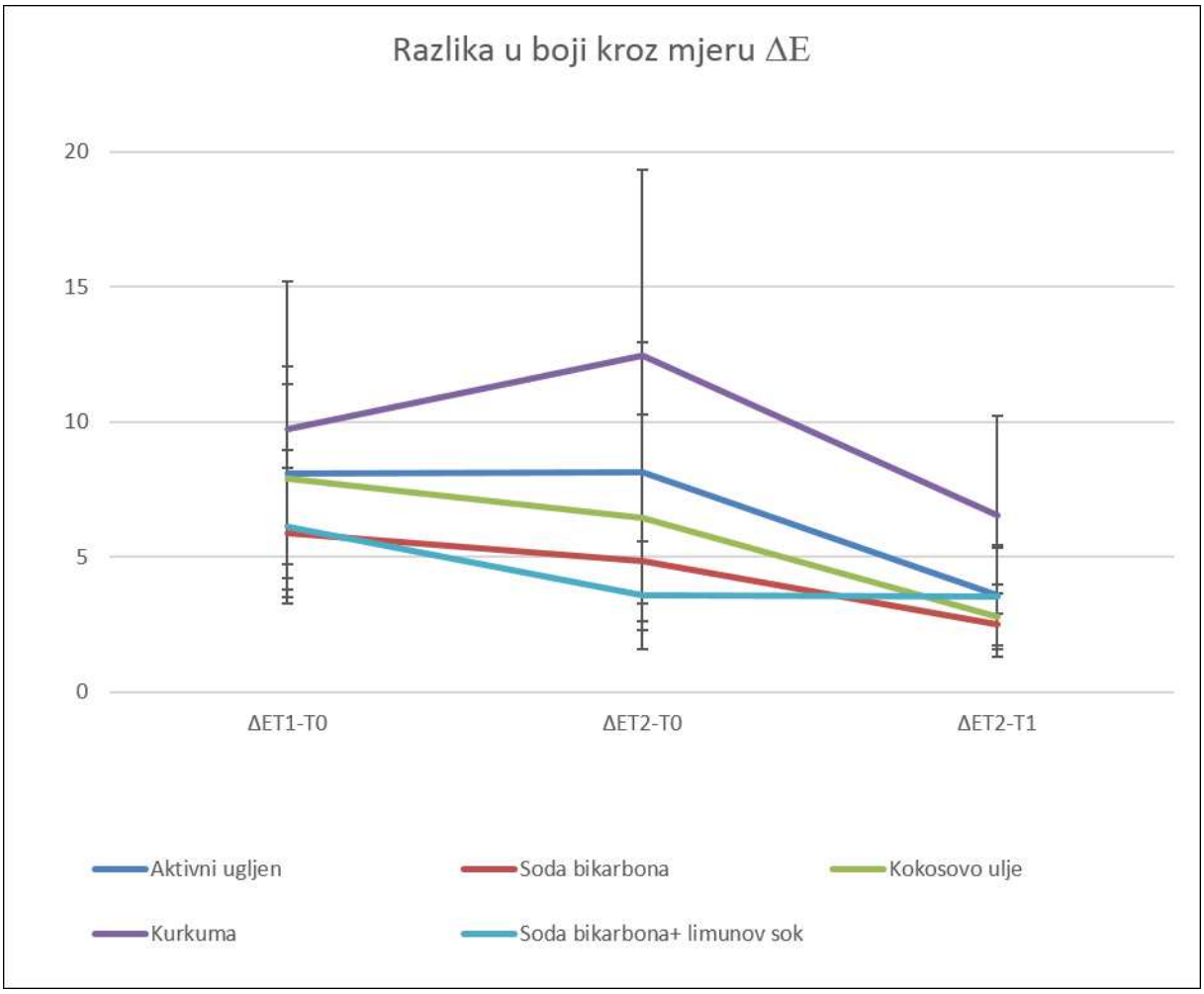
Delta vrijednost prikazuje razliku u promjeni mjere boje ΔE među različitim vremenima uzorkovanja.

ANOVA testom potvrđena je statistički značajna razlika među različitim sredstvima za izbjeljivanje za vrijednost ΔE* ($P \leq 0{,}001$) kada se promatrala razlika u mjeri ΔE* između vremena T2 i T0 (14 dana korištenja u odnosu na početne vrijednosti), isto kao i između vremena T2 i T1 (14 dana korištenja u odnosu na 7 dana od početka korištenja različitih sredstava), dok su razlike između pojedinih grupa ispitane Tukey *post hoc* testom i prikazane u Tablici 7.

Tablica 7. Razlike u boji uzoraka kroz mjeru ΔE, ovisno o ovisno o korištenom sredstvu za izbjeljivanje

Sredstvo	ΔE_{T1-T0}	ΔE_{T2-T0}	ΔE_{T2-T1}
Aktivni ugljen	8,08 (3,34)	8,12 (4,84)[a]	3,59 (1,85)
Soda bikarbona	5,91 (2,39)	4,86 (3,27)[b]	2,50 (1,17)[d]
Kokosovo ulje	7,93 (4,12)	6,46 (3,82)	2,78 (1,21)[e]
Kurkuma	9,72 (5,48	12,45 (6,89)[b,c]	6,56 (3,66)[d,e]
Soda bikarbona+ limunov sok	6,13 (2,85)	3,59 (1,31)[a,c]	3,55 (1,81)
	P = 0,057	**P ≤ 0,001**	**P = 0.002**

Vrijednosti su prikazane kao srednja vrijednost i standardna devijacija
ANOVA i post hoc Tukey test
*Isto malo slovo u stupcu označava statističku značajnost unutar pojedine grupe u istom vremenima uzorkovanja
([c]$P \leq 0{,}001$, [b,d]$P = 0{,}001$, [e]$P = 0{,}010$, [f]$P=0{,}020$)
Skraćenice: T0 – prije tretmana; T1 – 7 dana od početka korištenja; T2 -14 dana od početka korištenja



Slika 5. Prikaz promjene boje kroz mjeru ΔE nakon korištenja različitih sredstava.

Površinska hrapavost cakline uzoraka prije početka te nakon završetka istraživanja prikazana je u Tablici 8.

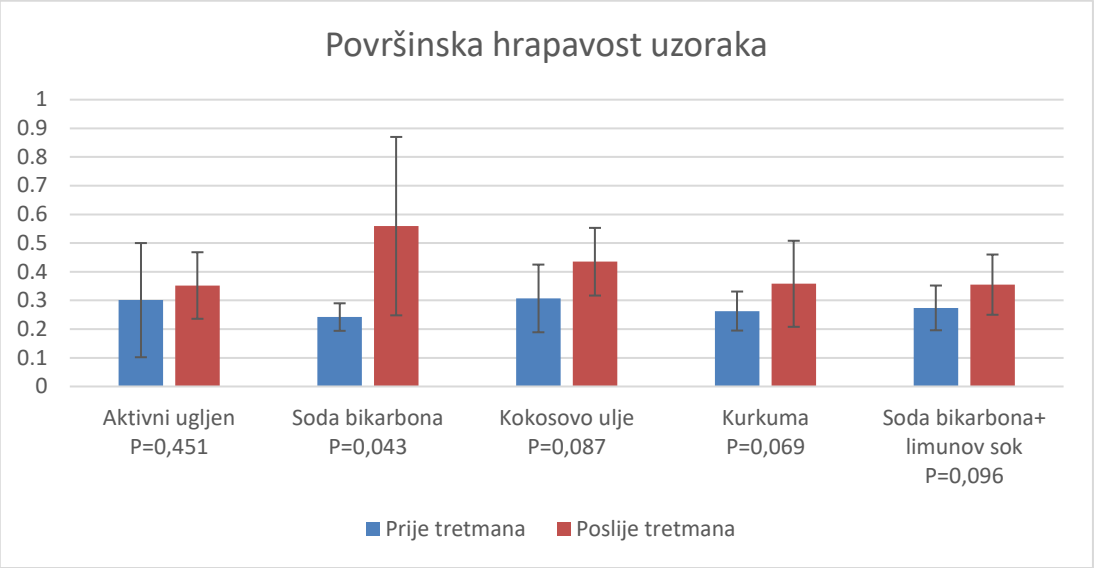
Slika 6. prikazuje promjenu u površinskoj hrapavosti tretirane površine cakline prije početka te 14 dana nakon korištenja pojedinog preparata.

ANOVA testom nije uočena značajna razlika u površinskoj hrapavosti prije (P = 0,870), ali i nakon tretmana (P = 0,350).

Tablica 8. Površinska hrapavost prije i nakon korištenja pojedinog sredstva

		Vrijeme procjene	
	Sredstvo	T0	T2
Površinska hrapavost	**Aktivni ugljen**	0,301 (0,199)	0,352 (0,116)
	Soda bikarbona	0,242 (0,048)	0,559 (0,311)
	Kokosovo ulje	0,307 (0,118)	0,435 (0,118)
	Kurkuma	0,263 (0,068)	0,358 (0,150)
	Soda bikarbona+ limunov sok	0,274 (0,078)	0,355 (0,105)
		P = 0,878	**P = 0,350**

Vrijednosti su prikazane kao srednja vrijednost i standardna devijacija.
ANOVA test



Slika 6. Promjena u hrapavosti tretirane površine cakline prije početka te 14 dana nakon korištenja pojedinog preparata

U Tablici 9. prikazani su rezultati Pearsonove korelacijske analize između mjera boje zuba te površinske hrapavosti uzoraka cakline prije (T0) i nakon (T2) tretmana. Uočena je negativna, statistički značajna korelacija površinske hrapavosti nakon tretmana te mjera boje a* (R = -0,276, P = 0,010) i b* (R = -0,249, P = 0,020) te indeksa izbjeljivanja (R = -0,238, P = 0,027).

Tablica 9. Rezultati Pearsonove korelacijske analize. Usporedba površinske hrapavosti prije i nakon tretmana s mjerama boje zuba a, b, L i indeksom izbjeljivanja (II)

		L^*_{T0}	**A^*_{T0}**	**b^*_{T0}**	**II_{T0}**
Površinska hrapavost prije početka tretmana	R	R = 0,125	R = - 0,116	R = 0,087	R = - 0.007
	P	P= 0,248	P = 0,283	P = 0,423	P= 0.949

		L^*_{T2}	**A^*_{T2}**	**b^*_{T2}**	**II_{T2}**
Površinska hrapavost nakon završetka tretmana	R	R = 0,072	R = - 0,276	R = - 0,249	R = - 0.238
	P	P= 0,506	P = 0,010	P = 0,020	P= 0.027

R=Pearsonov koeficijent korelacije

5. RASPRAVA

Korištenje komercijalno dostupnih, prirodnih proizvoda kod kuće (sredstva poput sode bikarbone, aktivnog ugljena, kokosovog ulja) može biti alternativa u uklanjanju nekih blažih, vanjskih obojenja zuba. U ovom istraživanju procijenjena je i uspoređena učinkovitost različitih komercijalno dostupnih prirodnih sredstava za izbjeljivanje zuba. Također je procijenjen utjecaj tih sredstava na promjenu površinske hrapavosti cakline. Na temelju dobivenih rezultata, možemo reći kako početne hipoteze nisu potvrđene te da su se korištena sredstva pokazala učinkovitima uz navedene razlike među njima.

U prostoru boja L*a*b*, L* predstavlja svjetlinu, a* i b* pokazuju koordinate kromatičnosti. Kretanje u smjerovima a* i b* znači da se točka odmiče od središta i zasićenost boja raste (50). Pozitivna vrijednost ΔL nakon izbjeljivanja znači da zubi imaju tendenciju prema bijeloj boji dok negativne vrijednosti Δa i Δb pokazuju da su zubi manje žuti, odnosno manje crveni. U slučajevima kada imamo značajno poboljšanje (-b*i +*L) promjena u boji smatra se izbjeljenjem (51). Raspodjela ΔL, Δa i Δb dobivena u ovom istraživanju pokazala je da se vrijednost L* sedam dana nakon izbjeljivanja smanjila, da bi se 14 dana nakon izbjeljivanja opet povećala, dok su se a* i b* vrijednosti smanjile. Korištena sredstva s učinkom izbjeljivanja dovela su do vidljive promjene boje zuba (ΔE). Naime, u kliničkim uvjetima, ΔE od 3,3 pokazao se kao gornja granica za ljudske oči kako bi se otkrile razlike u boji (52). U našem istraživanju nakon 14 dana korištenja sva sredstva pokazuju promjenu u boji veću od 3,3 što pokazuje kako se promjena koja se dogodila tretiranjem uzoraka prirodnim sredstvima zaista može zapaziti i golim okom.

Nekoliko je kliničkih studija koje su do sada ispitivale klinički učinak izbjeljivanja aktivnim ugljenom ili pastama koje sadrže aktivni ugljen (28, 30, 45). Istraživanje Palandi i suradnika (30) dovelo je do zaključka da prah aktivnog ugljena ne utječe na promjenu boje zuba u kombinaciji sa običnom ili pastom za izbjeljivanje zuba. Nadalje, u njihovom istraživanju, prah aktivnog ugljena povećao je površinsku hrapavost ispitivanih uzoraka. Istraživanje Franco i sur. (45) dovelo je do zaključka da prah aktivnog ugljena ima određenu sposobnost uklanjanja vanjskih mrljastih plakova, no ne i promijeniti boju zuba. Brooks i sur. pretražili su baze podataka PubMed, MEDLINE, i Scopus databases te došli do zaključka da je potrebno napraviti još kliničkih i laboratorijskih istraživanja kako bi se dokazao utjecaj aktivnog ugljena na tvrda zubna tkiva. Nadalje, smatraju da bi doktori dentalne medicine trebali educirati pacijente o mogućim nuspojavama korištenja proizvoda koji u sebi sadrže aktivni ugljen kao što su

oštećenje tvrdih zubnih tkiva i iritacija gingive kao rezultat abrazivnosti aktivnog ugljena te nepostojanja fluorida unutar ovih proizvoda (28).

Soda bikarbona koristi se desetljećima kao abrazivni sastojak zubnih pasta. Kleber i sur. istraživali su paste za zube sa svojstvom izbjeljivanja i otkrili da se svojstvo izbjeljivanja povećalo, povećanjem koncentracije sode bikarbone u pasti sa 45 na 65% (49).
Ghassemi i sur. su 2015. godine uspoređivali boju zuba nakon četkanja ručnom četkicom i običnom pastom za zube te nakon četkanja električnom četkicom i pastom sode bikarbone. Rezultati su pokazali da je četkanje električnom četkicom i pastom sode bikarbone bilo puno bolje u uklanjanju vanjskih mrljastih obojenja zuba nakon 7 i 14 dana. Isto istraživanje, pokazalo je da u danom periodu, četkanje električnom četkicom i pastom sode bikarbone nije imalo nikakvih negativnih nuspojava na tvrda zubna tkiva što indicira sigurnost korištenja sode bikarbone za uklanjanje vanjskih mrljastih obojenja zuba (31).

Stari ayurvedski tekstovi govore da 15 minutno mućkanje ulja pomaže u održavanju gingivnog zdravlja, smanjuje neugodan zadah, izbjeljuje zube, jača mišiće čeljusti i usne šupljine. Istraživanje Chi i sur. nije dokazalo učinak izbjeljivanja kokosovog ulja na tvrda zubna tkiva. Sezgin i sur. napravili su istraživanje u kojima su ispitanici podijeljeni u dvije grupe, kroz period od 4 dana ispirali usnu šupljinu klorheksidinom i kokosovim uljem s ciljem dokazivanja inhibirajućeg djelovanja kokosovog ulja na razvoj plaka. Jedna grupa ispirala je usnu šupljinu 0,2% klorheksidinom (2 puta dnevno, 30 sekundi), dok je druga grupa ispirala kokosovim uljem (2 puta dnevno, 15-20 minuta). Rezultati istraživanja pokazali su slično inhibitorno djelovanje kokosovog ulja i klorheksidina na razvoj plaka (46).

Do danas, ne postoje znanstvena istraživanja koja posebno analiziraju sposobnost kurkume za izbjeljivanje zuba. Waghmare i sur. uspoređivali su djelovanje vodice za ispiranje usne šupljine na bazi kurkume sa vodicom za ispiranje usne šupljine na bazi klorheksidina i dokazali da kurkuma može, pravilnim korištenjem, sudjelovati u mehaničkoj kontroli plaka i potencijalno djelovati antimikrobno unutar usne šupljine (47). U našem istraživanju, jedino se mjera boje L* nakon korištenja kurkume pomakla prema nižim vrijednostima, tj. uzorci su nakon tretiranja bili još tamniji. Nakon tretiranja svim ostalim sredstvima mjera boje L* bila je viša od početno izmjerenih vrijednosti.

Limunov sok pomiješan sa sodom bikarbonom promovira se kao efektivno sredstvo za izbjeljivanje zuba. Zagovornici smatraju da kiselina limunovog soka uravnoteži lužnati pH sode bikarbone. Do danas, nema znanstvenih dokaza koji bi potkrijepili ovu tvrdnju. Istraživanje Zimmer i sur. pokazalo je da limunov sok, sa svojim niskim pH, erodira caklinu koja štiti zube od karijesa te da bi mogao biti štetan za zubnu caklinu (39).
U ovom istraživanju vidljivo je kako se površinska hrapavost uzoraka povećala nakon 14 dana tretiranja sredstvima. Međutim, izmjerena površinska hrapavost nije bila statistički značajno veća, osim nakon tretiranja uzoraka sodom bikarbonom.

Ova studija ima i određena ograničenja. Naime, istraživanje bi trebalo uključiti više komercijalno dostupnih prirodnih preparata za izbjeljivanje te ih koristiti kroz duži vremenski period. Budući je nakon 14 dana došlo do promjena u površinskoj hrapavosti za očekivati je da bi duže korištenje dovelo do promjena koje bi bile i statistički značajne. Nadalje, izvjesno je da osim promjena na površini cakline takva sredstva mogu utjecati i na promjene na različitim materijalima koji se koriste za nadoknadu tvrdih zubnih tkiva što je, također, u budućnosti potrebno ispitati. Osim toga, potrebna su dodatna istraživanja za razumijevanje sveobuhvatnosti učinkovitosti izbjeljivanja dostupnih prirodnih sredstava te bi ih bilo potrebno u istim vremenskim okvirima usporediti s već gotovim komercijalno dostupnim sredstvima

6. ZAKLJUČAK

Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti i usporediti učinkovitost izbjeljivanja različitih komercijalno dostupnih prirodnih sredstava za izbjeljivanje zuba koji se koriste kod kuće te procijeniti utjecaj istih na površinsku hrapavost tvrdih zubnih tkiva.

Prema rezultatima istraživanja možemo zaključiti sljedeće:

1. Korištena sredstva dovela su do promjene boje zuba (ΔE) nakon 14 dana korištenja u odnosu na početne vrijednosti.
2. Korištena sredstva dovela su do promjene boje zuba (ΔE) nakon 14 dana korištenja u odnosu na vrijednosti nakon sedam dana korištenja.
3. Indeks izbjeljivanja se značajno smanjio u odnosu na početne vrijednosti kod svih korištenih sredstava izuzev kurkume.
4. Aktivni ugljen je pokazao najveću učinkovitost izbjeljivanja od svih korištenih sredstava.
5. Površinska hrapavost nakon tretmana negativno korelira s mjerama boje a*, b* i indeksom izbjeljivanja.
6. Površinska hrapavost povećana je nakon svih korištenih sredstava.
7. Soda bikarbona uzrokovala je najveću promjenu površinske hrapavosti tvrdih zubnih tkiva u odnosu na ostala sredstva.

7. LITERATURA

1. Joiner A. Tooth colour:a review of the literature. J Dent. 2004;32:3-12.
2. Bridgeman I. The nature of light and its interaction with matter. In: McDonald R, editor. Colour physics for industry. Huddersfield: H. Charlesworth & Co Ltd; 1987. p. 1-34.
3. Burkinshaw SM. Colour in relation to dentistry. Fundamentals of colour science. Brit Dent J. 2004;196:33–41.
4. Chu SJ. Fundamentals of color: Shade matching and communication in esthetic dentistry. 2. izdanje. Hanover Park: Quintessence Publishing; 2010.
5. Knezović Zlatarić D. Osnove estetike u dentalnoj medicini. Zagreb: Hrvatska komora dentalne medicine; 2013.
6. Stephen J. Precision shade technology: Contemporary strategies in shade selection. Pract Proced Aesthet Dent. 2002;14:79–83.
7. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimetar. J Prosthet Dent. 2002;88:585-90.
8. Cleland TM, A Grammar of Color: A practicald description of the Munsell color system with sugestion for its use: hue, value, chroma. Mittineague, Mass: The Strathmore Paper Company;1921.
9. Muhamad AH, Aspasia S. The color of primary teeth: A literature review. Dentristy.2012;2(6):144.
10. Paravina RD, Majkic G, Imai FH, Powers JM. Optimization of tooth color and shade guide .design. J Prosthodont. 2007;16(4):269-276.
11. Baltzer A, Jinoian VK. The Determination of the tooth colors. Quintessenz Zahntech 2004;30:726-740.
12. Joiner A, Hopkinson I, Deng Y, Westland S. A review of tooth colour and whiteness. JDent. 2008;36:2-7.
13. 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.
14. Turgut S, Kilinc H, Eyupoglu GB, Bagis B. Color relationships of natural anterior teeth: An In vivo study. Niger J Clin Pract. 2018;21(7):925-31.
15. Ragain JC, Johnston WM. Accuracy of Kubelka–Munk reflectance theory applied to human dentin and enamel. J Dent Res. 2001;80:449–52.
16. Winter R. Visualizing the natural dentition. J Esthet Dent. 1993;5(3):102-17.
17. Brodbelt RH, O'Brien WJ, Fan PL, Frazer-Dib JG, Yu R. Translucency of human dental enamel. J Dent Res. 1981;60:1749-53.

18. Klaff D. Priroda boje. Drugi dio: elementi određivanja boje. Dental Tribune, Srbija i Crna Gora. 2013; 10-11.
19. Overheim D. Light and Color. New York: John Wiley; 1982.
20. Terry DA, Geller W, Tric O, Anderson MJ, Tourville M, Kobashigawa A. Anatomical form defines color: function, form and aesthetics. Pract Proced Aesthet Dent. 2002;14:59-67.
21. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. J Dent. 2010;38 Suppl 2:e2-16.
22. Sulieman M. An overview of tooth discoloration: extrinsic, intrinsic and internalized stains. Dent Update. 2005;32:463-71.
23. Watts A, Addy M. Tooth discoloration and staining: a review of the literature. Br Dent J. 2001;190:309-316
24. Kwon SR, Wertz PW. Review of the Mechanism of Tooth Whitening. J Esthet Restor Dent. 2015;27(5):240-257.
25. Walton RE, Torabinejad M. Endodontics: principles and practice. Philadelphia: Saunders; 2002.
26. Demarco FF, Meireles SS, Masotti AS. Over-the-counter Whitening Agents: A Concise Review. Braz Oral Res. 2009;23(1):64-70.
27. Naidu AS, Bennani V, Aarts JM, Brunton P. Over-the-Counter Tooth Whitening Agents: A Review of Literature. Braz Dent J. 2020;31(3):221-235.
28. Brooks JK, Bashirelahi N, Reynolds MA. Charcoal and charcoal-based dentifrices. A literature review. JADA. 2017;148(9):661-670.
29. Sanchez N, Fayne R, Burroway B et al. Charcoal: An ancient material with a new face. Clinics in Dermatology. 2019.
30. Palandi SS, Kury M, Picolo, Coelho CSS, Cavalli V. Effects of activated charcoal powder combined with toothpastes on enamel color change and surface properties. J Esthet Restor Dent. 2020;1–8.
31. Li Y. Stain removal and whitening by baking soda dentifrice. A review of literature. JADA 2017;148(11 suppl):20S-26S.
32. Hara AT, Turssi CP. Baking soda as an abrasive in toothpastes. Mechanism of action and safety and effectiveness considerations. JADA. 2017;148(11 suppl):27S-33S.

33. Sezgin Y, Ozgul BM, Alptekin NO. Efficacy of oil pulling therapy with coconut oil on four-day supragingival plaque growth: A randomized crossover clinical trial. Complementary Therapies in Medicine 47. 2019;102193.
34. Woolley J, Gibbons T, Patel K, Sacco R. The effect of oil pulling with coconut oil to improve dental hygiene and oral health: A systematic review. Heliyon 6. 2020; e04789.
35. Naseem M, Khiyani MF, Nauman H, Zafar MS, Shah AH, Khalil HS. Oil pulling and importance of traditional medicine in oral health maintenance. Int J Health Sci. 2017;11:65–70.
36. Asokan S, Emmadi P, Chamundeswari R. Effect of oil pulling on plaque induced gingivitis: A randomized, controlled, triple-blind study. Indian J Dent Res. 2009;20:47–51.
37. Asokan S, Rathinasamy TK, Inbamani N, et al. Mechanism of oil-pulling therapy - in vitro study. Indian Society for Dental Research. 2011;22:34–37.
38. Nagpal M, Sood S. Role of curcumin in systemic and oral health: an overview. J Nat Sci Biol Med. 2013;4(1):3-7.
39. Zimmer S, Kirchner G, Bizhang M, Benedix M. Influence of various acidic beverages on tooth erosion. Evaluation by a new method. PLOS ONE. 2015; 10(6):e0129462.
40. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: 1. History, chemistry, safety and legal aspects. Dent Update. 2004;31(10):608-610.
41. Omar F, Ab-Ghani Z, Rahman NA, Halim MS. Nonprescription bleaching versus home bleaching withpProfessional prescriptions: Which one is safer? A Comprehensive review of color changes and their side effects on human enamel. Eur J Dent. 2019;13(4):589-598.
42. Greenwall L. Bleaching techniques in restorative dentistry: An illustrated guide. London: Martin Dunitz Ltd; 2001.
43. Costa CA, Riehl H, Kina JF, Sacono NT, Hebling J. Human pulp responses to in-office tooth bleaching. Oral Surg Oral Med oral Pathol Oral Radiol Endod. 2010; 109:59-64.
44. Li Y, Greenwall L. Safety issues of tooth whitening using peroxide-based materials. Br Dent J. 2013;215(1):29-34.
45. Franco MC, Uehara, JLS, Meroni BM, Zuttion GS, Cenci MS. The effect of a charcoal-based powder for enamel dental bleaching. Operative detistry. 2020;45(6):618-623.
46. Chi C, Chun M, Gullo A, Teddy D, Hwang E, Oyoyo U, Kwon SR. Color monitoring: Comparison between visual and instrumental methods with do-it-yourself whitening . CDA Journal. 2018; VOL 46, Nº11, 715-720.

47. Waghmare PF, Chaudhari AU, Karhadkar VM, Jamkhande AS. Comparative evaluation of turmeric and chlorhexidine gluconate mouthwash in prevention of plaque formation and gingivitis: a clinical and microbiological study. J Contemp Dent Pract. 2011;12(4):221-4.
48. soda bikarbona. *Hrvatska enciklopedija*, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021.
49. Kleber CJ, Moore MH, Nelson BJ. Laboratory assessment of tooth whitening by sodium bicarbonate dentifrices. J Clin Dent. 1998;9(3):72-75.
50. Torres CR, Perote LC, Gutierrez NC, Pucci CR, Borges AB. Efficacy of mouth rinses and toothpaste on tooth whitening. Oper Dent. 2013;38:57-62.
51. Gerlach RW, Barker ML, Tucker HL. Clinical response of three whitening products having different peroxide delivery - comparison of tray paint-on-gel and dentifrice. J Clin Dent. 2004;15(4):112-117.
52. Ruyter IE, Nilner K, Möller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. Dent Mater. 1987 3: 246-251.

8. SAŽETAK

Naslov: Utjecaj prirodnih sredstava za izbjeljivanje na boju i površinsku hrapavost zubne cakline

Cilj: Ovo kliničko istraživanje procjenjivalo je učinak izbjeljivanja različitih komercijalno dostupnih prirodnih sredstava za izbjeljivanje te učinak na površinsku hrapavost tvrdih zubnih tkiva.

Materijali i metode: Trideset uzoraka podijeljeno je u pet skupina, prema sredstvima koja su se koristila za izbjeljivanje: aktivni ugljen, soda bikarbona, kokosovo ulje, kurkuma, kombinacija sode bikarbone i limunovog soka. Uzorci su četkani navedenim sredstvima dva puta dnevno, po 30 sekundi, električnom četkicom kroz dva tjedna. Boja zuba, indeks izbjeljivanja i ΔE procijenjeni su spektrofotometrom na početku istraživanja te nakon sedam i 14 dana. Površinska hrapavost uzoraka procijenjena je Surface Roughnes Tester K210 na početku istraživanja te nakon 14 dana. Podatci su analizirani jednosmjernom ANOVA i Tukeyjevim post-hoc testom. P-vrijednost je postavljena na 0,05.

Rezultati: ANOVA testom potvrđena je statistički značajna razlika među različitim sredstvima za izbjeljivanje za vrijednost ΔE* između vremena T2 i T0 (14 dana korištenja u odnosu na početne vrijednosti), isto kao i između vremena T2 i T1 (14 dana korištenja u odnosu na 7 dana od početka korištenja različitih sredstava). Uočena je negativna, statistički značajna korelacija površinske hrapavosti nakon tretmana te mjera boje a* ($R = -0,276$, $P = 0,010$) i b* ($R = -0,249$, $P = 0,020$) te indeksa izbjeljivanja ($R = -0,238$, $P = 0,027$).

Zaključak: Iako su sva ispitivana sredstva, osim kurkume, rezultirala izbjeljivanjem boje, aktivni ugljen je pokazao veću učinkovitost izbjeljivanja od ostalih sredstava dok je soda bikarbona pokazala veću promjenu površinske hrapavosti tvrdih zubnih tkiva u odnosu na ostala sredstva.

Ključne riječi: učinkovitost, izbjeljivanje zuba, aktivni ugljen, soda bikarbona, kokosovo ulje, kurkuma, limunov sok

9. SUMMARY

Title: Influence of natural whitening agents on the colour and surface roughness of tooth enamel

Objective: This clinical study evaluated the whitening effect of various commercially available natural whitening agents and the effect on the surface roughness of hard dental tissues.

Materials and methods: Thirty samples were divided into five groups, according to the means used for bleaching: active chorocoal, sodium bicarbonate, coconut oil, turmeric, a combination of sodium bicarbonate and lemon juice. Samples were brushed by these means twice a day, for 30 seconds, with an electric toothbrush for two weeks. Tooth colour, whitening index and ΔE were assessed with a spectrophotometer at the beginning of the study and after seven and 14 days. The surface roughness of the samples was assessed by the Surface Roughnes Tester K210 at the beginning of the study and after 14 days. Data were analyzed by one-way ANOVA and Tukey's post-hoc test. The P-value was set to 0.05.

Results: ANOVA test confirmed a statistically significant difference between different whitening agents for the value of ΔE * between time T2 and T0 (14 days of use compared to baseline), as well as between time T2 and T1 (14 days of use compared to 7 days from the beginning of the use of different agents). A negative, statistically significant correlation of surface roughness was observed after treatment and colour measures a* (R = - 0.276, P = 0.010) and b* (R = - 0.249, P = 0.020) and the bleaching index R = - 0.238, P = 0.027).

Conclusion: Although all tested agents, except turmeric, resulting in colour whitening, active charcoal showed higher whitening efficiency than other agents. Sodium bicarbnate showed a more significant change in surface roughness of hard dental tissues compared to other agents.

Keywords: effectiveness, teeth whitening, active chorocoal, sodium bicarbonate, coconut oil, turmeric, lemon juice

10. ŽIVOTOPIS

OSOBNI PODATCI

Ime i prezime: Matea Čupen
Datum i mjesto rođenja: 5.2.1996, Virovitica
Državljanstvo: hrvatsko
E – mail: matea.cupen96@gmail.com

OBRAZOVANJE

- 2002. – 2010. Osnovna škola Petra Preradovića, Pitomača
- 2007. – 2013. Područna glazbena škola dr. Marijana Jergovića, Pitomača
- 2010. – 2014. Gimnazija Petra Preradovića Virovitica, prirodoslovno – matematička gimnazija
- 2014. – 2021. Medicinski fakultet u Splitu, integrirani studij Dentalna medicina

MATERINSKI JEZIK

- Hrvatski

OSTALI JEZICI

- Engleski

AKTIVNOSTI

- Članica studentske organizacije „Zubolina“
- Dio tima dentalne medicine u organizaciji međunarodnog skupa "Praktična znanja za studente"
- Članica Hrvatskog katoličkog liječničkog društva
- Članica "The Rajner's Orchestra", umjetnička sekcija Medicinskog fakulteta u Splitu