

Promjene u svjetlini, zasićenosti i nijansi boje tijekom postupka izbjeljivanja zubi

Vrabec, Karolina

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:127:946648>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

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





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
STOMATOLOŠKI FAKULTET

Karolina Vrabec

**PROMJENE U SVJETLINI, ZASIĆENOSTI I
NIJANSI BOJE TIJEKOM POSTUPKA
IZBJELJIVANJA ZUBI**

Diplomski rad

Zagreb, 2017.

Rad je ostvaren na Zavodu za mobilnu protetiku Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Mentor rada: prof. dr. sc. Dubravka Knezović Zlatarić, Zavod za mobilnu protetiku Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Lektor hrvatskog jezika: Milka Milinović, prof. hrvatskoga jezika

Lektor engleskog jezika: Snježana Volarić, prof. hrvatskoga i engleskoga jezika i književnosti

Sastav Povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. _____
2. _____
3. _____

Datum obrane rada: _____

Rad sadrži: 41 stranica

23 slike

1 CD

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 svim profesorima, docentima te ostalim djelatnicima Stomatološkog fakulteta u Zagrebu na nesebično prenesenom znanju tijekom cijelog studija.

Zahvaljujem Danieli Vlašić, dr.med.dent., na znanju koje mi je prenijela kao stručna mentorica u sklopu praktičnog rada na izvanfakultetskoj nastavi.

Posebno zahvaljujem mentorici prof. dr. sc. Dubravki Knezović Zlatarić na stručnom vodstvu, velikodušnoj pomoći te iznimnoj susretljivosti prilikom izrade ovog diplomskog rada. Hvala Vam najljepša na brzim odgovorima na sve moje upite i upućenim korisnim savjetima.

Veliko hvala mojim kolegama i prijateljima koji su mi svojim prisustvom uljepšali studentske dane te bili motivacija prilikom polaganja ispita.

Naposljetku, najveće hvala mojim roditeljima na razumijevanju i ogromnoj podršci koju su mi pružali kroz sve vrijeme mog obrazovanja.

Promjene u svjetlini, zasićenosti i nijansi boje tijekom postupka izbjeljivanja zubi

Sažetak

Suvremena dentalna medicina osim na funkcionalnost, sve više stavlja naglasak na estetiku. Koliko je lijep osmijeh bitna karika u životu svakog pojedinca pokazuju brojna istraživanja u kojima je nezadovoljstvo bojom zubi pri samom vrhu poimanja vlastite vanjštine. Kako bismo mogli mijenjati postojeću boju zubi, moramo ju najprije definirati. Boja je osjetilni podražaj koji nastaje pobuđivanjem fotoreceptora svjetlosnim zrakama na mrežnici oka. Proučavanjem boje bavio se profesor Munsell i razložio ju na tri komponente: nijansu, svjetlinu i zasićenost. Kasnije su uvedeni L^*a^*b i L^*C^*h sustavi za detaljniji prikaz sastavnica boja. Boju zubi možemo odrediti konvencionalno pomoću ključa boja ili digitalno pomoću kolorimetra ili spektrofotometra. Postupci izbjeljivanja zubi dijele se na intenzivno izbjeljivanje u ordinaciji pomoću vodikova peroksida visoke koncentracije te izbjeljivanje udlagama kod kuće pomoću karbamidova ili vodikova peroksida nižih koncentracija. Prednost intenzivnog izbjeljivanja je brzo postignut efekt, no postoje rizici od oštećenja gingive i preosjetljivosti. Prednosti izbjeljivanja udlagama su mala pojavnost preosjetljivosti i dulja postojanost boje, stoga se smatra zlatnim standardom. U ovom radu prikazani su rezultati promjene boje zubi tijekom postupka izbjeljivanja udlagama mjereni spektrofotometrom. Naime, matematičkim izračunom došlo se do podatka kako se boja zubi u dva tjedna promjenila za 6.48 jedinica, što predstavlja razliku uočljivu promatraču. Nadalje, svjetlina se povećala, zasićenost smanjila, vrijednosti a^* i b^* su se pomakle prema hladnim tonovima, a indeks izbjeljivanja pomaknuo se za tri jedinice ulijevo na ključu boja. Navedeni rezultati daju nam do znanja da je boja zubi postala bjelja, što je i bio cilj postupka izbjeljivanja.

Ključne riječi: estetika; boja zuba; ključ boja; spektrofotometar; izbjeljivanje zubi

Changes in brightness, saturation and color nuances during the teeth bleaching process

Summary

Contemporary dental medicine, besides functionality, emphasizes aesthetics. The importance of a beautiful smile in life for each individual is shown in many researches in which dissatisfaction with teeth color is at the top of people's appearance. In order to change the existing teeth color, we must first define it. Color represents sensory stimulus generated by excitation of photoreceptors with light beams on eye mesh. Professor Munsell studied color and divided it into three components: shade, brightness and saturation. L*a*b and L*C*h systems were introduced later for a more detailed representation of color components. The tooth color can be determined conventionally using a shade guide or digitally by a colorimeter or spectrophotometer. Teeth whitening procedures are divided into intensive bleaching in office using high concentration of hydrogen peroxide and bleaching at home using lower concentrations of carbamide or hydrogen peroxide. The advantage of intensive bleaching is a rapidly achieved effect, but there are risks of gingivitis and hypersensitivity. The benefits of splints bleaching include a small occurrence of hypersensitivity and longer lasting color so it is a gold standard. This paper presents the results of change of tooth color during the bleaching process measured by a spectrophotometer. Mathematical calculations showed that teeth color in two weeks changed by 6.48 units, which is the difference visible to observer. Furthermore, brightness increased, saturation decreased, a* and b* values shifted to cold tones, bleaching index shifted for three units to the left on shade guide. The results indicate that tooth color became whiter, which was the goal of bleaching.

Keywords: aesthetics; tooth color; shade guide; spectrophotometer; teeth bleaching

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. BOJA PRIRODNOG ZUBA.....	3
3. KLINIČKI POSTUPCI ODREĐIVANJA BOJE.....	7
3.1. Konvencionalno određivanje boje.....	8
3.2. Digitalno određivanje boje.....	10
4. POSTUPCI IZBJELJIVANJA ZUBI.....	12
4.1. Intenzivno izbjeljivanje u ordinaciji.....	13
4.2. Izbjeljivanje udlagom kod kuće.....	14
5. PROMJENE U SVJETLINI, ZASIĆENOSTI I NIJANSI ZUBA TIJEKOM IZBJELJIVANJA UDLAGAMA.....	16
5.1. Boja zuba prije izbjeljivanja.....	18
5.2. Boja zuba tjedan dana nakon izbjeljivanja.....	21
5.3. Boja zuba dva tjedna nakon izbjeljivanja.....	24
6. RASPRAVA.....	27
7. ZAKLJUČAK.....	33
8. LITERATURA.....	35
9. ŽIVOTOPIS.....	40

Popis skraćenica

CIE - Commission Internationale de L'Eclairage

LED - svjetleća dioda (eng. Light Emitting Diode)

1. UVOD

U suvremenoj dentalnoj medicini uz postizanje funkcionalnosti stomatognatnog sustava i stanja bezbolnosti usne šupljine, estetika postaje jednako važan parametar za procjenu uspješnosti terapije.

Lijep osmijeh igra važnu ulogu u međuljudskoj interakciji te samopouzdanju koje je temeljno za mentalno i socijalno blagostanje svakog pojedinca (1).

Psihološku važnost dopadljivog osmijeha istraživali su Van der Geld i suradnici te došli do rezultata kako su boja zubi i vidljivost gingive odlučujući faktori u vlastitom poimanju lijepog osmijeha (2).

Al-Zarea je proveo istraživanje sa svrhom procjene zadovoljstva ispitanika svojim izgledom te kojim estetskim tretmanima bi ga voljeli poboljšati. Rezultati su pokazali kako je polovica ispitanika bila nezadovoljna izgledom zubi, od čega 65,9% bojom zubi. Nezadovoljstvo bojom zubi i želja za poboljšanjem estetike u proporcionalnom su odnosu, to jest što je nezadovoljstvo bilo veće i težnja za izbjeljivanjem zubi je bila veća (3).

Sličnu studiju proveli su Samorodnitzky-Naveh i suradnici te ustanovili kako je 37,3% ispitanika nezadovoljno vlastitim osmijehom, od čega njih 89,3% navodi boju zubi kao vodeći uzrok nezadovoljstva. 88,2% nezadovoljnih ispitanika izjavilo je kako su spremni podvrgnuti se postupku izbjeljivanja zubi (4).

Rezultati navedenih studija ne iznenađuju s obzirom da su zubi na drugom mjestu najuočljivijih detalja na ljudskom licu, odmah nakon očiju (5).

Određene studije pokazuju kako pacijenti boju zubi procjenjuju tamnijom nego stomatolozi te preferiraju svjetlije i sjajnije nijanse od prirodnih, što može predstavljati problem prilikom donošenja odluke o promjeni postojeće boje zubi (6).

Sve veći zahtjevi pacijenata za lijepim i bijelim osmijehom stavljaju pred stomatologe sve veće izazove. Kako bismo pružili najveću razinu stomatološke skrbi našim pacijentima poznavanje postupaka i materijala za izbjeljivanje zubi ključan je korak na putu ka uspjehu.

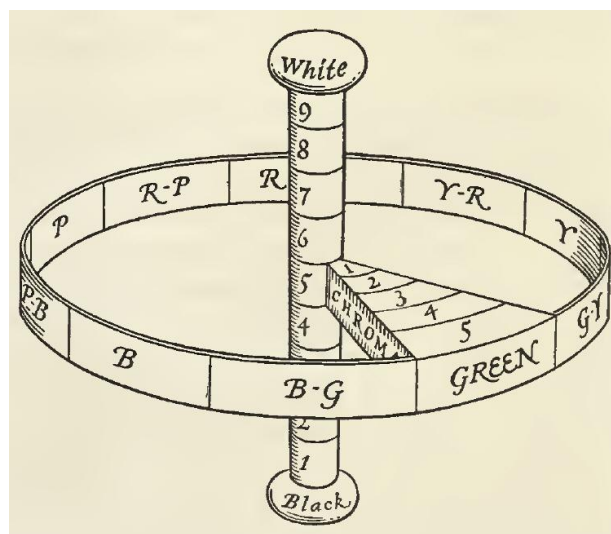
Svrha ovog rada je prikazati kako minimalno invazivnim postupkom poboljšati estetiku osmijeha izbjeljivanjem zubi udlagom.

2. BOJA PRIRODNOG ZUBA

Opažanje osjeta boje nastaje pobuđivanjem fotoreceptora na mrežnici oka svjetlosnim zrakama koji svjetlosnu energiju pretvaraju u električni impuls te vlaknima vidnog živca prenose u koru velikog mozga. Boje razlikujemo zahvaljujući čunjićima koji posjeduju selektivnu osjetljivost na tri primarne boje koje detektiraju pomoću pigmenta osjetljivih na plavo, zeleno i crveno. Ostale boje vidimo kao određenu kombinaciju primarnih boja (7). Boja koju opažamo zapravo je refleksija svjetlosti s površine određenog objekta.

1920-ih profesor Albert Henry Munsell bavio se proučavanjem boje i njenim sastavnicama te je razvio sustav razlaganja boje na komponente koji se njemu u čast naziva Munsellov sustav boja. Munsell je boju opisao pomoću tri dimenzije: nijansa (eng. hue), svjetlina (eng. value) i kromatografska vrijednost (eng. chroma). Nijansu definira kao kvalitetu kojom razlikujemo jednu boju od druge, to jest osnovni ton boje. Dijeli ih na jednostavne (eng. simple) i sastavljene (eng. compound). U jednostavne ubraja crvenu, žutu, plavu, zeleno i ljubičastu, dok su sastavljene spoj dviju jednostavnih, primjerice žuto-crvena, plavo-zelena, itd. Svjetlina označava kvalitetu boje kojom možemo razlikovati svjetliju od tamnije nijanse. Označava se brojevima od 1 do 9 na vertikalnoj skali, gdje 1 predstavlja najtamniju, a 9 najsvjetliju nijansu. Kromatografska vrijednost kao treća dimenzija boje označava stupanj zasićenja tonom boje, odnosno jačinu boje (8).

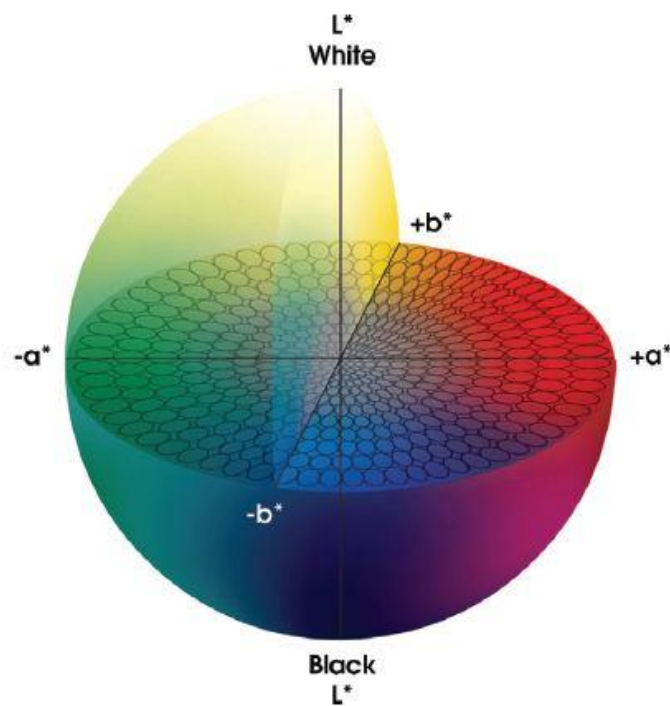
Sve boje možemo izmjeriti ovim trodimenzionalnim sustavom na način da kružnica predstavlja nijansu, okomiti stup u središtu kružnice svjetlinu, a udaljšavanje od sredine stupa ka kružnici zasićenost boje (Slika1.).



Slika 1. Munsellov sustav boja. Preuzeto iz: (8)

Moderniju inačicu Munsellovog sustava predstavlja L^*C^*h trodimenzionalni koordinatni sustav. Koordinata L^* označava svjetlinu (eng. luminance) te se kreće u rasponu od 0 do 100, gdje je 0 crni, a 100 bijeli ton boje. Vrijednost C^* predstavlja intenzitet (eng. chroma) boje, a mjeri se kao odstupanje od neutralne osi. Treća vrijednost h je osnovni ton boje (eng. hue) (9).

1976. godine uveden je $L^*a^*b^*$ prostor boja od strane Commission Internationale de L'Eclairage (CIE) koji je zamišljen kao trodimenzionalni xyz koordinatni sustav. Na osi y smještena je svjetlina boje L^* , a mjeri se jednako kao u L^*C^*h sustavu. Osi x i z predstavljaju kromatičnost boje. Dimenzija a^* smještena je na x osi, njezin pozitivan smjer ukazuje na crvenu boju, a negativan na zelenu. Na z osi nalazi se dimenzija b^* čiji pozitivan smjer predstavlja žutu, a negativan plavu boju (Slika 2.) (10).



Slika 2. $L^*a^*b^*$ prostor boja. Preuzeto iz: (11)

Boja prirodnog zuba, zbog njegove polikromatičnosti, uz već navedena svojstva boje, posjeduje i translucenciju, transparenciju te opacitet (12). Translucencija predstavlja svojstvo tvrdih zubnih tkiva da propuštaju određenu količinu zraka svjetlosti, odnosno onu količinu svjetlosti koja nije niti apsorbirana niti reflektirana. Transparencija označava najviši stupanj translucencije, a opacitet najmanji. Što je zub prozirniji, kažemo da je transparentniji, a što je neprozirniji, to je opakniji.

Boja zuba ovisi prevenstveno o njegovoj građi i sastavu te gustoći gradivnih elemenata, a zatim i o okolišnim čimbenicima. Caklina, dentin i pulpa imaju različita optička svojstva (13). Za boju zuba najvećim dijelom odgovoran je dentin, potom caklina, a naposljetku pulpa. Dentin daje opaknost zubu radi većeg udjela organskog matriksa, a manje mineraliziranosti naspram cakline. Caklina posjeduje kristaliće hidroksilapatita koji su odgovorni za translucenciju. Koliko će zub biti transludentan ovisi o debljini cakline koja se povećava od cervikalne prema incizalnoj odnosno okluzalnoj trećini zuba. Drugim riječima najtranslucentniji, to jest najtransparentniji dio zuba je incizalni brid prednjih ili okluzalna ploha stražnjih zubi, dok je cervikalni dio najmanje transludentan, to jest čini najopakniji dio zuba zbog najtanje cakline i prosijavanja dentina.

3. KLINIČKI POSTUPCI ODREĐIVANJA BOJE

3.1. Konvencionalno određivanje boje

Konvencionalno određivanje boje predstavlja vizualnu metodu kojom se pomoću ključa boja koji služi kao standardizirana referenca uspoređuje boja prirodnog zuba sa onom iz ključa boja. Vizualna usporedba boja ponajviše ovisi o promatraču te je radi toga subjektivan proces koji nije najpouzdaniji, no unatoč tome se i dalje najčešće upotrebljava zbog praktičnosti (14).

Osim promatrača, na pravilan odabir boje utječe i osvjetljenje u ordinaciji te bi se iz tog razloga boja trebala određivati na dnevnom prirodnom svjetlu, a ukoliko se određuje pri umjetnoj rasvjeti trebalo bi koristiti bijelo svjetlo temperature boje od 5500K (15, 16).

Okolne boje koje uokviruju zube poput žarko crvenog ruža na usnama ili intenzivnih boja odjeće također utječu na percepciju boje zuba koji se promatra (16). Stoga bi prije procjene boje pacijente trebalo informirati da nose bijelu odjeću ili neutralnih boja te da ne stavljaju preparate dekorativne kozmetike na lice.

Kako bi što točnije procijenili boju zuba, uz sve navedeno, bitan je i pravilan položaj ključa boja koji mora biti postavljen ispod zuba kojem se procjenjuje boja, a ne pored njega (17, 18).

Na tržištu postoje razni ključevi boja, a najčešće korišten je VITA classical A1-D4[®] (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Njemačka). VITA classical A1-D4[®] sadrži 16 boja koje su označene slovom i brojkom, primjerice A1, A2, B1, itd. (Slika 3.). Nijanse su označene slovima A, B, C i D. Grupa A sadrži crveno smeđe, grupa B crveno žute, grupa C sive, a grupa D crveno sive nijanse. Svjetlina je označena brojem od 1 do 4. Što je broj veći znači da je boja zasićenija, a što je manji boja je svjetlija. Postoje također i tri dodatne nijanse na lijevom kraju ključa za procjenu boje prilikom izbjeljivanja zubi (eng. bleached shades) M1, M2 i M3 (19, 20).



Slika 3. VITA classical A1-D4[®]. Preuzeto iz: (20)

Kako bi odabrana boja bila što sličnija onoj prirodnog zuba može se upotrijebiti VITA Toothguide 3D Master[®] (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Njemačka) koji posjeduje veću paletu raspoloživih boja od prehodno opisanog ključa. VITA Toothguide 3D Master[®] sadrži 26 uzoraka boja koji su raspoređeni u pet grupa (Slika 4.). Unutar prve grupe nalaze se dva uzorka, unutar druge, treće i četvrte sedam, a unutar pete tri. Uzorci su u svakoj grupi poredani u vertikalnom smjeru prema zasićenosti (eng.chroma), a u horizontalnom prema nijansi (eng. hue) boje. Svaka pojedina grupa označena je brojem od 1 do 5 te predstavlja svjetlinu (eng. lightness) boje. Broj 1 označava najsvjetliju, a broj 5 najtamniju grupu boja. Grupa 0 prikazuje uzorke za očitovanje boje prilikom izbjeljivanja zubi, slično kao kod VITA classical A1-D4[®]. Zasićenost boje označena je brojem koji se nalazi ispod broja grupe te što je veći upućuje na zasićeniju nijansu. Oznaka M (eng. middle) predstavlja srednju vrijednost zasićenosti unutar pojedine grupe boja. Lijevo od nje smještena je oznaka L (eng.left) koja označava žućkastije, a desno oznaka R (eng.right) koja predstavlja crvenije nijanse u usporedbi sa srednjom nijansom (19, 20).

Boja zuba može se jednostavno odrediti u tri koraka. U prvom koraku odredi se svjetlina zuba, odnosno grupa kojoj pripada, počevši s najtamnijom ka svjetlijoj. U drugom koraku odredi se zasićenost nijanse pomoću srednje vrijednosti (M). Uzorci iz kategorije M rašire se poput lepeze te odabere najbližnji promatranom zubu. Posljednjim korakom određuje se nijansa pomoću oznaka L i R.



Slika 4. VITA Toothguide 3D Master[®]. Preuzeto iz: (20)

3.2. Digitalno određivanje boje

Digitalno određivanje boje je instrumentalna metoda kojom se pomoću određenog uređaja može preciznije odredit boja zuba nego ključem boja (21, 22). Čimbenici poput promatrača i okoline ne igraju ulogu u određivanju boje kao kod konvencionalne metode, što digitalnu metodu čini objektivnom i pouzdanom (23, 24). Prednost instrumentalnog nad vizualnim načinom određivanja boje, osim već navedenog, premali je raspon raspoloživih boja prisutnih u ključu boja (25). Studija koju su proveli Paravina i suradnici pokazuje koliko su ključevi boja deficitarni u odnosu na upotrebljeni digitalni uređaj te kako Vitapan classical (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Njemačka) pokriva samo 6% boja prisutnih u prirodi (26).

Uređaji koji se koriste u tu svrhu su digitalna kamera, kolorimetar i spektrofotometar. Digitalnom kamerom može se vrlo jednostavno odrediti boja zuba uz pomoć kompjuterskog softvera Adobe Photoshop (27). Dobiveni podaci mogu se pohraniti i poslati zubnom tehničaru kako bi mogao izraditi protetski nadomjestak u boji što sličnijoj prirodnom zubu. Mana ovog načina određivanja boje je nedovoljna analiza svih sastavnica boje (28).

Kolorimetar mjeri boju zuba na način da filtrira svjetlost u nekoliko područja unutar vidljivog spektra. Određivanje boje kolorimetrom zasniva se na usporedbi ispitivane boje s bojom nastalom u uređaju miješanjem primarnih boja aditivne sinteze. Ovim instrumentom moguće je izračunati razliku između dvije boje (ΔE) na temelju razlika u nijansi, svjetlini i zasićenosti (9, 29).

Spektrofotometar je pouzdan instrument koji detektira boju mjerenjem promjena u refleksiji ili transmisiji valnih duljina u razmacima od 1 do 25 nm duž vidljivog spektra. Unutar njega ugrađen je softver koji daje podatke o svim sastavnicama boje, pomoću kojih se može izračunati ΔE . Primjer takvog uređaja je VITA Easyshade[®] Advance 4.0 (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Njemačka) (Slika 5.). Veliku preciznost i ponovljivost VITA Easyshade[®] Advance 4.0 uređaja potvrđuje istraživanje Knezović Zlatarić i suradnika, gdje je točnost iznosila 93,75% (30).



Slika 5. VITA Easyshade[®] Advance 4.0. Preuzeto iz: (31)

4. POSTUPCI IZBJELJIVANJA ZUBI

4.1. Intenzivno izbjeljivanje u ordinaciji

Bijeli zubi postali su imperativ današnjeg društva, stoga ne čudi velika zainteresiranost za jednoposjetno izbjeljivanje zubi u ordinaciji. Ova vrsta izbjeljivanja izvodi se pod budnom kontrolom stomatologa kako bi se izbjegle potencijalne komplikacije. Budući da se postupak vrši visokim koncentracijama vodikovog peroksida (25-40%) ili karbamidovog peroksida (35-45%) koji može dovesti do stezanja tkiva, odnosno kaustičnog efekta, jasno je kako je potreban oprez prilikom aplikacije sredstva za izbjeljivanje. Zbog toga je od ključne važnosti izolacija radnog polja koferdamom ili svjetlosnopolimerizirajućim akrilatom kako bi se gingiva u potpunosti izolirala od aktivnog sredstva korištenog u svrhu izbjeljivanja. Prije izolacije gingive nužno je uzeti iscrpnu anamnezu te kliničim pregledom ustanoviti radi li se o endogenom ili egzogenom obojenju zuba. Endogeno obojenje nastaje prilikom razvitka zuba i uglavnom je povezano s nasljednim ili metaboličkim poremećajima, ali isto tako može biti posljedica uzimanja lijekova, primjerice tetraciklina, traumatskih događaja ili nekroze puple. Egzogeno obojenje češće su susreće u praksi, a vodeći uzrok predstavljaju tamno obojena hrana i piće, primjerice crno vino, čaj ili crnilo sipe, koji boje zube u smečkaste tonove, dok uživanje nikotina dovodi do žućkastih diskoloracija.

Postupak izbjeljivanja u ordinaciji, nakon adekvatne pripreme, sastoji se od aplikacije aktivnog sredstva za izbjeljivanje na zubnu caklinu u trajanju od 10 do 20 minuta u maksimalno četiri intervala. Korištenjem dodatnog izvora energije u vidu LED svjetla valne duljine 470 nm moguće je ubrzati reakciju oksidacije vodikova peroksida te postići brži efekt izbjeljivanja (32).

Indikacije za izbjeljivanje su umjerena tetraciklinska obojenja, blage caklinske diskoloracije, fluoroza, dok kontraindikacije čine karijes, preosjetljivost zubi, jača tamnija obojenja, oštećenja cakline, odstojeći ispuni, velika pulpna komorica kod mladih pacijenata i veći gubitak cakline (5).

Najveća prednost intenzivnog izbjeljivanja je brzo vidljiv rezultat promjene boje zubi, dok se nedostatkom može smatrati preosjetljivost zubi i irverzibilno oštećenje pulpe usljed predugog izlaganja (45min) vodikovom peroksidu visoke koncentracije (38%) (33). Preosjetljivost zubi nakon intenzivnog izbjeljivanja može se smanjiti korištenjem preparata na bazi natrijeva fluorida ili amorfnog kalcijevog fosfata (34).

4.1. Izbjeljivanje udlagom kod kuće

Izbjeljivanje udlagom obavlja se u udubnosti pacijentova doma, stoga je dobra suradnja stomatologa i pacijenta ključna kako bi se ovim načinom izbjeljivanja postigao željeni efekt na obostrano zadovoljstvo. Za razliku od izbjeljivanja u ordinaciji obavlja se aktivnim sredstvima niže koncentracije, odnosno 10% vodikovim ili 10-20% karbamidovim peroksidom. Ono što još čini razliku naspram intenzivnog izbjeljivanja je izrada udlage u koju će pacijent sam unositi aktivno sredstvo u formi gela te ju aplicirati na zube. Udlaga se izrađuje tako da se najprije uzmu alginatni otisci gornje i donje čeljusti, a zatim u laboratoriju izrade sadreni modeli. Dobiveni modeli moraju se pripremiti izoliranjem labijalnih i bukalnih ploha zubi lakom, kako bi se u konačnici dobio rezervoar za aplikaciju gela (Slika 6.). Također je potrebno modele radirati malim okruglim čeličnim svrdlom, kako bi udlaga prisnije prijanjala uz cervikalni dio zuba, što će spriječiti curenje gela iz udlage i potencijalno oštećenje i iritaciju mekih tkiva. Nakon adekvatne pripreme modela, mekana prozirna udlaga se izrađuje u laboratoriju metodom prešane tehnike. Od velike važnosti je uputiti pacijenta kako pravilno aplicirati gel u udlagu te sugerirati da ukoliko dio gela iscure iz udlage, višak ukloni vaticom.

Budući se kod ove metode koriste niže koncentracije sredstva za izbjeljivanje, potrebno je dulje vrijeme kako bi estetski učinak postao vidljiv. Zbog toga se udlaga mora nositi dulji vremenski period preko dana ili noći. Ukoliko se radi o sredstvima viših koncentracija (10% vodikov ili 16-35% karbamidov peroksid) preporučuje se udlagu nositi 60 minuta po danu, a ukoliko je riječ o sredstvu niže koncentracije, udlaga se može nositi tijekom noći (5).

Glavna prednost izbjeljivanja udlagom je niska pojavnost preosjetljivosti te dulja postojanost postignute boje naspram intenzivnog izbjeljivanja (35). Iz tih razloga smatra se prvim izborom te zlatnim standardom u izbjeljivanju vitalnih zubi.



Slika 6. Izolirani sadreni modeli, sredstvo za izbjeljivanje, mekana udlaga. Preuzeto iz: (36)

**5. PROMJENE U SVJETLINI, ZASIĆENOSTI I NIJANSI ZUBA TIJEKOM
IZBJELJIVANJA UDLAGAMA**

U travnju 2016.g. u stomatološkom časopisu Sonda objavljen je prikaz slučaja o procjeni početne i završne boje prirodnih zubi tijekom postupka izbjeljivanja udlagom. Promjena boje zubi mjerila se s VITA Easyshade[®] Advance 4.0 spektrofotometrom koji bilježi promjene u svjetlini, zasićenosti i nijansi boje. Slučaj je prikazan na 24-godišnjoj pacijentici koja je bila nezadovoljna postojećom bojom svojih prirodnih zubi. Iz anamneze se doznalo kako pacijentica negira pušenje i konzumaciju crne kave, no navodi konzumiranje zelenog čaja i obojenih napitaka. Budući je obiteljska anamneza negativna te su isključene mogućnosti endogene diskoloracije, zaključilo se kako je nastala diskoloracija egzogene etiologije. Pacijentica je negirala prijašnje izbjeljivanje zubi. Nakon iscrpnog kliničkog pregleda ustanovljeno je da su zubi frontalnog te premolarnog sektora potpuno intaktni (37).

Zatim su pacijentici uzeti alginatni otisci gornje i donje čeljusti pomoću kojih su izrađeni sadreni modeli (tvrda sadra tip IV). Nadalje su se modeli pripremili radiranjem gingivnog ruba i premazivanjem vestibularnih ploha inciziva, kanina i prvih premolara lakom. Elastične udlage Erkopress Bleach (Erkodent Erich Kopp GmbH, Pfalzgrafenweiler, Njemačka) debljine 1 mm (Slika 7.) izrađene su termičkim postupkom u uređaju Erkodent Erkopress 300 TP (Erkodent Erich Kopp GmbH, Pfalzgrafenweiler, Njemačka) (37).



Slika 7. Elastične udlage Erkopress Bleach.

Preuzeto s dopuštenjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović Zlatarić.

5.1. Boja zuba prije izbjeljivanja

Početni izgled gornjeg desnog središnjeg sjekutića, koji će biti mjeren spektrofotometrom, zabilježen je digitalnom kamerom radi usporedbe s konačnim rezultatom pri završetku postupka izbjeljivanja udlagama (Slika 8.).



Slika 8. Početni izgled gornjeg desnog središnjeg sjekutića.

Preuzeto s dopuštenjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović Zlatarić.

VITA Easyshade[®] Advance 4.0 spektrofotometrom izmjerena je početna boja gornjeg desnog središnjeg sjekutića. Dobiveni parametri boje zuba izraženi su u VITA classical A1-D4[®] ključu boja, 3D Master ključu, te CIE L*a*b i L*C*h vrijednostima.

Početna boja prema VITA classical A1-D4[®] ključu boja iznosila je B2, dok je prema 3D Master ključu označena s 2L1.5 (Slika 9.).



Slika 9. Spektrofometrijsko mjerenje boje gornjeg desnog središnjeg sjekutića, izraženo prema VITA classical A1-D4[®] ključu boja i 3D Master ključu. Preuzeto s dopuštanjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović Zlatarić.

Indeks izbjeljivanja (☼) iznosio je 8 (Slika 10.).



Slika 10. Indeks izbjeljivanja (☼) gornjeg desnog središnjeg sjekutića. Preuzeto s dopuštanjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović Zlatarić.

Prema CIE L^*a^*b i L^*C^*h sustavu boja vrijednost L^* iznosila je 80.6, vrijednost C^* 17.3, vrijednost h 94.4, dok je vrijednost a^* iznosila -1.3, a vrijednost b^* 17.2 (Slika 11.).



Slika 11. Spektrofotometrom dobivene vrijednosti L^* , C^* , h , a^* i b^* prije izbjeljivanja.

Preuzeto s dopuštenjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović Zlatarić.

5.2. Boja zuba tjedan dana nakon izbjeljivanja

Pacijentica je udlage napunjene gelom nosila tijekom noći tjedan dana. Gel za izbjeljivanje koji je koristila je Pola night (SDI Limited, Victoria, Australia) koje je sadržavao 10% karbamidovog peroksida, odnosno 3% aktivnog vodikovog peroksida. Nakon sedam dana pacijentica dolazi u ordinaciju kako bi joj se ponovo odredila boja spektrofotometrom na gornjem desnom središnjem sjekutiću radi usporedbe s početnim stanjem. Također je stanje zabilježeno digitalnom kamerom (Slika 12.). Bitno je spomenuti da je pacijentica negirala preosjetljivost zubi.



Slika 12. Izgled gornjeg desnog središnjeg sjekutića tjedan dana nakon izbjeljivanja. Preuzeto s dopuštenjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović Zlatarić.

Spektrofotometrijsko mjerenje gornjeg desnog središnjeg sjekutića upućivalo je na promjenu boje u usporedbi s početnom. Naime uređaj je pokazao kako boja izražena u VITA classical A1-D4[®] ključu iznosi A1, što u usporedbi s početnom B2 označava pomak jedne jedinice ulijevo na ključu boja, poredanih po svjetlini (Slika 13.).



Slika 13. Pomak jedne jedinice ulijevo prema VITA classical A1-D4[®]. Preuzeto iz: (38)

Osim već spomenute A1 boje izražene VITA classical A1-D4[®] ključem, promjena je vidljiva i kada se izrazi u 3D Master ključu te je označena s 2M1 (Slika 14.). Iz toga zaključujemo kako je početna boja 2L1.5, koja označava žućkastiju nijansu prešla u srednju nijansu 2M1, drugim riječima, boju koja sadrži manje žutog tona.



Slika 14. Spektrofometrijsko mjerenje boje gornjeg desnog središnjeg sjekutića nakon tjedan dana nošenja udlaga, izraženo prema VITA classical A1-D4[®] ključu boja i 3D Master ključu.

Preuzeto s dopuštenjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović Zlatarić.

Također se uočava pad indeksa izbjeljivanja (eng. Bleached Index) koji se nakon tjedan dana tretmana s početnih 8 spustio na 6 (Slika 15.).



Slika 15. Indeks izbjeljivanja nakon tjedan dana nošenja udlaga. Preuzeto s dopuštenjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović Zlatarić.

Prema CIE L^*a^*b i L^*C^*h sustavu boja vrijednost L^* iznosila je 75.1, vrijednost C^* 12.3, vrijednost h 97.8, dok je vrijednost a^* iznosila -1.7, a vrijednost b^* 12.2 (Slika 16.).



Slika 16. Spektrofotometrom dobivene vrijednosti L^* , C^* , h , a^* i b^* tjedan dana nakon izbjeljivanja. Preuzeto s dopuštenjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović Zlatarić.

Iz dobivenih mjerenja zaključujemo kako su svjetlina i zasićenost nižih vrijednosti nego prije izbjeljivanja. Svjetlina se smanjila za 5.5, a zasićenost za 5 jedinica. Vrijednost h se povećala za 3.4 jedinice. Vrijednost a^* pomakla se s -1.3 na -1.7, iz čega zaključujemo da se boja približila negativnijem polu osi x u CIE L^*a^*b sustavu, što upućuje na pomak boje ka zelenim tonovima. Vrijednost b^* pala je sa 17.2 na 12.2, što znači da se približila negativnijem polu osi y u CIE L^*a^*b sustavu. Drugim riječima pomakla se prema plavim tonovima.

5.3. Boja zuba dva tjedna nakon izbjeljivanja

Tijekom drugog tjedna cjelonoćnog nošenja udlaga pacijentica je koristila gel s većom koncentracijom karbamidova peroksida nego u prvom tjednu. Naime, radilo se o Pola night 16% gelu (SDI Limited, Victoria, Australia) koji sadrži oko 6% aktivnog vodikovog peroksida. U razgovoru s pacijenticom doznalo se kako je bila prisutna blaga preostjetljivost na hladan zrak i napitke (37).

Ponovo je učinjeno spektrofotometrijsko mjerenje radi usporedbe rezultata i zabilježena vizualna promjena boje digitalnom kamerom (Slika 17.).



Slika 17. Izgled gornjeg desnog središnjeg sjekutića dva tjedna dana nakon izbjeljivanja.

Preuzeto s dopuštenjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović Zlatarić.

Boja gornjeg desnog središnjeg sjekutića izmjerena spektrofotometrom te izražena u VITA classical A1-D4[®] ključu iznosila je A1, identično boji nakon tjedan dana izbjeljivanja. Međutim boja dotičnog zuba izražena u 3D Master ključu iznosila je 1M1, što upućuje na promjenu boje u odnosu na mjerenja prije tjedan dana (Slika 18.).



Slika 18. Spektrofometrijsko mjerenje boje gornjeg desnog središnjeg sjekutića nakon dva tjedna nošenja udloga, izraženo u VITA classical A1-D4[®] ključu boja i 3D Master ključu.

Preuzeto s dopuštenjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović Zlatarić.

Kada se boja razloži na sastavnice i dobije uvid u svjetlinu, zasićenost i ostale komponente u CIE L*a*b sustavu boja, jasno je kako je do promjene došlo, iako je boja izražena u VITA classical A1-D4[®] ključu istovjetna onoj u prošlom mjerenju. Uređaj je pokazao kako sada L* iznosi 84, C* 12.5, h 105.8, a* -3.4 i b* 12.1 (Slika 19.).



Slika 19. Spektrofotometrom dobivene vrijednosti L*, C*, h, a* i b* dva tjedna nakon izbjeljivanja. Preuzeto s dopuštenjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović Zlatarić.

U usporedbi s rezultatima nakon tjedan dana izbjeljivanja svjetlina i zasićenost su se povećali. Također se i osnovni ton boje h povećao. Vrijednost a^* se za 1.7 pomakla prema negativnom polu osi x, odnosno prema još zelenijim tonovima, dok se vrijednost b^* za 0.1 na osi y pomakla prema plavim tonovima. Veća svjetlina i pomak prema hladnijim nijansama, koje predstavljaju zelena i plava, daje privid bjeljeg zuba.

Indeks izbjeljivanja (☀) smanjio se za jednu jedinicu u usporedbi s mjerenjima prije tjedan dana te sada iznosi 5 (Slika 20.).



Slika 20. Indeks izbjeljivanja nakon dva tjedna nošenja udloga.

Preuzeto s dopuštenjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović Zlatarić.

6. RASPRAVA

Kada bi uspješnost izbjeljivanja zubi procjenjivali isključivo vizualnom metodom, dobiveni rezultati bili bi subjektivni, odnosno ovisili bi pretežno o promatraču, to jest stomatologu ili pacijentu. Kako bismo rezultate objektivizirali koristimo se određenim uređajima, u ovom slučaju spektrofotometrom koji pokazuje egzaktno brojke mjereći sve komponente od kojih se pojedina boja sastoji. Upravo na taj način možemo vrlo precizno prikazati rezultate i uvidjeti koliko smo bili uspješni.

Rezultati izraženi u VITA classical A1-D4[®] ključu pokazuju kako se boja s početne B2 promijenila u A1, to jest za jednu jedinicu boja poredanih po svjetlini. Boja izrežena u 3D Master ključu s početne 2L1.5 pomakla se na 1M1, što ukazuje na srednju (eng. middle) vrijednost zasićenosti, u odnosu na L (eng. left=lijevo) nijanse koje sadrže žutkastiji ton. Vrijednost svjetline porasla je za jednu jedinicu, dok se intenzitet boje smanjio za pola jedinice. Gubitkom žutog tona i povećanjem svjetline, a smanjenjem zasićenosti, odnosno intenziteta boja, zubi se doimaju bjelji, što i bio cilj izbjeljivanja.

Detaljnijom analizom boje od one koju nudi ključ boja dobivaju se još precizniji rezultati uspješnosti. Analizom prema L*C*h i CIE L*a*b sustavu boja i usporedbom početnog i konačnog stanja zaključujemo kako se vrijednost svjetline povećala, dok su se vrijednosti a* i b* smanjile, to jest pomaknule su se prema negativnom polu osi x i y, što je razultiralo hladnijim tonovima boje, te se na taj način smanjio privid žutila zubi. Drugim riječima tretman izbjeljivanja bio je uspješan.

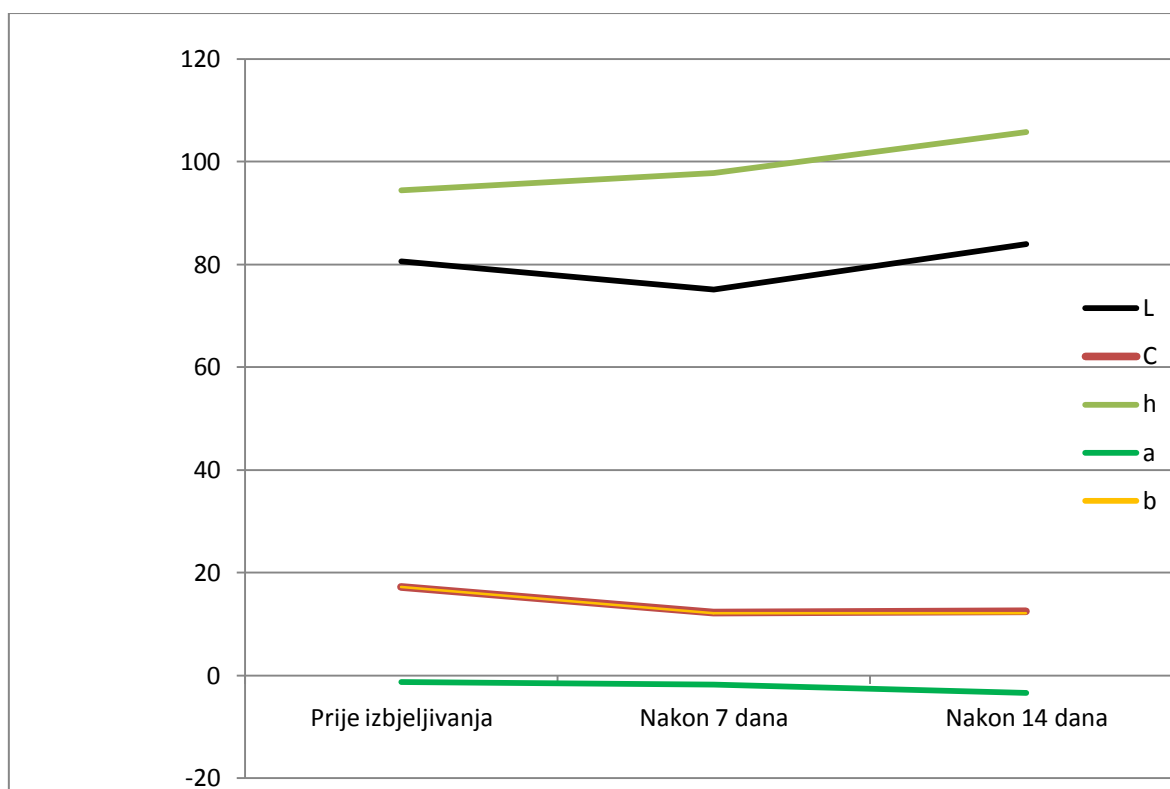
Iz priloženog grafa (Slika 21.) možemo iščitati kako su se varijable L*, C*, h, a* i b* mijenjale tijekom postupka izbjeljivanja. Na osi y prikazane su brojke dobivene mjerenjem spektrofotometrom, a na osi x period u kojem je mjerenje odrađeno, podijeljeno u tri etape: prije izbjeljivanja, tjedan dana nakon i dva tjedna nakon izbjeljivanja. Na taj način dobili smo spektrofotometrijske krivulje koje nam slikovno prikazuju što se događalo s pojedinim sastavnicama boje u tijeku izbjeljivanja zubi.

Krivulja svjetlozelene boje pri vrhu grafa prikazuje osnovni ton boje (h). Uočavamo da krivulja osnovnog tona linearno raste s vremenom trajanja izbjeljivanja. Usporedbom početnog i konačnog stanja vidimo da je došlo do porasta za 11.4.

Krivulja označena crnom bojom predstavlja krivulju svjetline (L^*), iz koje možemo iščitati kako je nakon tjedana dana izbjeljivanja došlo do pada, da bi nakon dva tjedna došlo do rasta. U konačnici je vrijednost svjetline bila veća za 3.4 nego prije izbjeljivanja.

Krivulje zasićenosti (C^*) i varijable b^* preklapaju se, te su na grafu označene crvenom i žutom bojom. Njihov tijek je identičan. Uočavamo pad krivulja nakon tjedan dana izbjeljivanja u odnosu na stanje prije tretmana. Nadalje možemo primijetiti kako krivulje praktički stagniraju u periodu od sedmog do četrnaestog dana, odnosno došlo je tek do neznatnog pada od 0.1 krivulje b^* i 0.2 krivulje zasićenosti.

Naposljetku, krivulja varijable a^* označena tamnozelenom bojom prikazuje vrlo blagi pad od 0.4 u prvih tjedan dana tretmana, te nešto veći pad od 1.7 u periodu od sedmog do četrnaestog dana izbjeljivanja. Iz navedenog zaključujemo da je došlo do ukupnog pada krivulje a^* od 2.1 od perioda prije izbjeljivanja do završetka postupka.



Slika 21. Graf spektrofotometrijskih krivulja varijabli L^* , C^* , h , a^* i b^* tijekom postupka izbjeljivanja.

Kako bismo dobili egzaktnu brojku kolika je ukupna promjena postignute boje u usporedbi s početnom, sastavnice boje koje smo već prikazali vizualno grafom, sada možemo objediniti i svrstati u matematičku formulu kako bismo numerički izrazili uspješnost tretmana. Naime možemo se poslužiti jednadžbom koja će nam prikazati koliko je točna brojčana razlika između dvije boje. Formula glasi:

$$\Delta E_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Jednadžba predstavlja razliku u svakoj L^* , a^* i b^* vrijednosti između početne i konačne velične.

Ako u jednadžbu uvrstimo spektrofotometrom dobivene vrijednosti prije izbjeljivanja i tjedan nakon nakon nošenja udloga, jednadžba je sljedeća:

$$\Delta E_1 = [(5.5)^2 + (0.4)^2 + (5)^2]^{1/2} = [30.25 + 0.16 + 25]^{1/2} = 7.44$$

Zaključujemo kako je razlika početne boje i one nakon tjedan dana izbjeljivanja promijenjena za 7.44. Nadalje možemo izračunati razliku u boji nakon tjedan dana i nakon dva tjedna izbjeljivanja koju ćemo označiti s ΔE_2 . Jednadžba tada glasi:

$$\Delta E_2 = [(8.9)^2 + (1.7)^2 + (0.1)^2]^{1/2} = [79.21 + 2.89 + 0.01]^{1/2} = 9.06$$

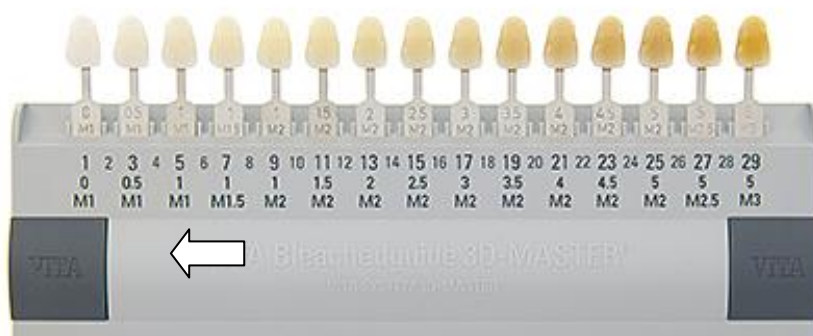
Iz dobivenog rezultata vidimo kako je razlika veća nego ona kod ΔE_1 .

U konačnici možemo izračunati ukupnu razliku između početne i konačne boje, koje smo označili s ΔE_{uk} . Jednadžba je sljedeća:

$$\Delta E_{uk} = [(-3.4)^2 + (2.1)^2 + (5.1)^2]^{1/2} = [11.56 + 4.41 + 26.01]^{1/2} = 6.48$$

Dobiveni rezultat od 6.48 ukazuje nam da je došlo do vidljive promjene u boji. Naime, istraživanje Douglasa i suradnika potvrđuje kako su vrijednosti ΔE veće od 5.2 vidljive pomatračima, kako stomatolozima tako i pacijentima (39).

Uz sve prethodno navedene rezultate, u prilog uspješnosti postupka izbjeljivanja ide i promjena koju uočavamo u indeksu izbjeljivanja. Naime, indeks izbjeljivanja prije početka tretmana iznosio je 8, nakon tjedan dana nošenja udloga smanjio se na 6, da bi nakon dva tjedna od početka izbjeljivanja iznosio 5. Drugim riječima, došlo je do pomaka za tri jedinice ulijevo na VITA Bleachedguide 3D-MASTER® (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Njemačka) ključu s indeksima izbjeljivanja (Slika 22.).



Slika 22. Pomak indeksa izbjeljivanja za tri jedinice ulijevo na VITA Bleachedguide 3D-MASTER® ključu. Preuzeto iz: (20)

Pored spektrofotometrijskih i matematički dobivenih rezultata, promjene prije, tijekom i nakon izbjeljivanja zabilježene su digitalnom kamerom, kako bi se dobio uvid u vizualnu promjenu boje zubi od strane promatrača. Za usporedbu boje zubi poredat ćemo slike 8., 12. i 17. jednu ispod druge, budući nam takav raspored fotografija omogućuje najlakše uočavanje razlika među bojama (Slika 23.) Pomnim promatranjem fotografija može se uočiti smanjenje žutila na zubima te manja transparentnost, odnosno veći opacitet incizalnog brida na središnjem sjekutiću, što je posljedica ulaska kisikovih slobodnih radikala u polupropusnu strukturu cakline i dentina, usljed čega se mijenjaju optička svojstva zubi te caklina poprima kredasti izgled netom nakon izbjeljivanja. Stvarna postignuta boja uočljiva je tek nakon 10 do 14 dana po završetku izbjeljivanja, kada kisik difuzijom izađe iz cakline.



Slika 23. Usporedba boje zubi prije, nakon tjedan dana i nakon dva tjedna izbjeljivanja.
Preuzeto s dopuštenjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović Zlatarić.

7. ZAKLJUČAK

Izbjeljivanje udlagama minimalno je invazivan postupak koji danas predstavlja zlatni standard u izbjeljivanju zubi, kako u svijetu, tako i kod nas. Najveća prednost naspram intenzivnog izbjeljivanja je vrlo mala ili gotovo nikakva preosjetljivost, budući se u postupku koriste niske koncentracije karbamidovog ili vodikovog peroksida. Izbjeljivanje udlagama najčešće se koristi kod egzogenih diskoloracija uzrokovanih obojenim pićima ili pigmentima iz hrane ili duhana, no također se može primijeniti i kod endogenih obojenja, kod kojih se može produljiti nošenje udlaga na više od dva tjedna, ukoliko je potrebno, kako bi se dobio zadovoljavajući efekt. Sam zahvat izbjeljivanja vrlo je jednostavan i siguran, manje su mogućnosti ozljede mekih tkiva i gingive, upravo zbog upotrebe niske koncentracije aktivne tvari. Kako su u današnje vrijeme estetika i ljepota generalno postali imperativ, nedvojbeno je kako će broj pacijenata sa zahjevom za ovim tretmanom sve više rasti. Možemo zaključiti kako se provođenje postupka izbjeljivanja udlagama odvija na obostrano zadovoljstvo stomatologa i pacijenta. Naime, stomatolog će moći svojim pacijentima pružiti kvalitetnu estetsku uslugu, dok će pacijenti osim ljepše vanjšine u obliku bijelog osmijeha, dobiti i unutarnje zadovoljstvo u vidu samopouzdanja, što će u konačnici utjecati na sve aspekte njihova života.

8. LITERATURA

1. Guth E, Bacon W. Smile in self-representation and self-esteem. *Orthod Fr.* 2010;81:323-9.
2. Van der Geld P, Oosterveld P, Van Heck G, Kuijpers-Jagtman AM. Smile attractiveness. Self-perception and influence on personality. *Angle Orthod.* 2007;77:759-65.
3. Al-Zarea BK. Satisfaction with appearance and the desired treatment to improve aesthetics. *Int J Dent* [Internet]. 2013 [cited 2017 Jun 25];2013:Article 912368 [7 p.]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3590633/pdf/IJD2013-912368.pdf> doi: 10.1155/2013/912368; PubMed Central PMCID: PMC3590633.
4. Samorodnitzky-Naveh GR, Geiger SB, Levin L. Patients' satisfaction with dental esthetics. *J Am Dent Assoc.* 2007;138(6):805-8.
5. Knezović Zlatarić D. *Osnove estetike u dentalnoj medicini.* Zagreb: Hrvatska komora dentalne medicine; 2013.
6. Samorodnitzky-Naveh GR, Grossman Y, Bachner YG, Levin L. Patients' self-perception of tooth shade in relation to professionally objective evaluation. *Quintessence Int.* 2010;41(5):80-3.
7. Guyton AC, Hall JE. *Medicinska fiziologija.* 12 izd. Zagreb: Medicinska naklada; 2012.
8. Munsell AH. *A grammar of color.* New York: Van Nostrand Dreinhold, 1969.
9. Milardović Ortolan S, Bergman L, Viskiće J, Mehulić K, Salarić I. Određivanje boje zubi u okviru fiksnoprotetske terapije. *Sonda.* 2012;13(23):84-7.
10. Wee AG. Description of color, color replication process and esthetics. In: *Contemporary fixed prosthodontics.* Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2006. p. 710-2.

11. RTP Company. Guidelines for Thermoplastic Color Control and Change Management. Tech Briefs [Internet]. 2012. [cited 2017 Jun 26]. Available from: <http://www.techbriefs.com/component/content/article/ntb/tech-briefs/bio-medical/13285>
12. Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. *J Prosthet Dent.* 2000;83:418-23.
13. Goldstein RE, Garber DA. Complete dental Bleaching. Chicago: Quintessence Publishing Company Inc; 1995.
14. Hammad IA. Intrarater repeatability of shade selections with two shade guides. *J Prosthet Dent.* 2003;89:50-3.
15. Cal E, Sonugelen M, Guneri P, Kesercioglu A, Kose T. Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides. *J Oral Rehabil.* 2004;31:483-91.
16. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary fixed prosthodontics. 4th ed. St Louis: Mosby; 2006.
17. Chu SJ. Color. In: Gurel G (ed). The science and art of porcelain laminate veneers. Chicago: Quintessence, 2003;158-206.
18. Chu S, Devigus A, Paravina RD, Mielezsko A. Fundamentals of Color. Quintessence: Chicago, 2010.
19. Paravina RD, Powers JM. Esthetic color training in dentistry. St. Louis: Elsevier Health Sciences; 2004.
20. VITA Zahnfabrik [Internet]. Bad Säckingen: H. Rauter GmbH & Co. KG; c2017 [cited 2017 Jun 29]. Available from: <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-shade-guides-31233,98477.html>

21. Dozić A, Kleverlaan CJ, El-Zohairy A, Feilzer AJ, Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color-measuring devices. *J Prosthodont*. 2007;16:93-100.
22. Lehmann KM, Igiel C, Schmidtmann I, Scheller H. Four color-measuring devices compared with a spectrophotometric reference system. *J Dent* 2010;38:65-70.
23. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res*. 2002;81:578-82.
24. Vanini L, Mangani F. Determination and communication of colour using the five colour dimensions of teeth. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2001;13:19-26.
25. Hall NR. Tooth colour selection: The application of colour science to dental colour matching. *Aust Prosthodont J*. 1991;5:41.
26. Paravina RD, Powers JM, Fay RM. Dental color standards: Shade tab arrangement. *J Esthet Restor Dent*. 2001;13:254.
27. Jarad FD, Russell MD, Moss BW. The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry. *Br Dent J*. 2005;199:43-9.
28. Knösel M, Attin R, Jung K, Brunner E, Kubein-Meesenburg D, Attin T. Digital image color analysis compared to direct dental CIE colorimeter assessment under different ambient conditions. *Am J Dent* 2009;22:67-72.
29. Chang JY, Chen WC, Huang TK, Wang JC, Fu PS, Chen JH, Hung CC. Evaluating the accuracy of tooth color measurement by combining the Munsell color system and dental colorimeter. *Kaohsiung J Med Sci* 2012;28:490-4.
30. Knezović Zlatarić D, Ileš D, Alajbeg I Ž, Žagar M. In vivo i in vitro procjena ponovljivosti i preciznosti uređaja za određivanje boje VITA Easyshade[®] Advance 4.0. *Acta Stomatol Croat*. 2015;49:112-8.

31. VITA North America [Internet]. Yorba Linda: VITA North America; c2017 [cited 2017 Jul 6]. Available from: <http://vitanorthamerica.com/products/shade-management/easyshade-advance/>
32. Torres CH, Barcellos DC, Batisa GR, Borges AB, Cassiano KV, Pucci CR. Assessment of the effectiveness of light-emitting diode and diode laser hybrid light sources to intensify dental bleaching treatment. *Acta Odontol Scand.* 2011;69:176-81.
33. 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.
34. Borges BC, Pinheiro MH, Feitosa DA, Correia TC, Braz R, Montes MA, Pinheiro IV. Preliminary study of a novel in-office a bleaching therapy modified with a cesion phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *Microsc Res Tech.* 2012;75:1571-5.
35. Zekonis R, Matis BA, Cochran MA, Al Shetri SE, Eckert GJ, Carlson TJ. Clinical evaluation of in-office and at-home bleaching treatments. *Oper Dent.* 2003;28:114-21.
36. Dental Art Implant Clinics [Internet]. London: Dental Art Implant Clinics; c2017 [cited 2017 Jul 13]. Available from: <http://www.dentalartimplantclinic.co.uk/teeth-whitening>
37. Vrabec K, Žigić B, Knezović Zlatarić D. Procjena početne i završne boje prirodnih zubi tijekom postupka izbjeljivanja udlagom. *Sonda.* 2016;17(31):80-3.
38. Dental Prosthetic Services [Internet]. Cedar Rapids: Dental Prosthetic Services; c2017 [cited 2017 Jul 17]. Available from: <https://dpsdental.files.wordpress.com/2015/07/shade-guide-by-value-ad-update.pdf>
39. Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent.* 2007,97(4):200-8.

9. ŽIVOTOPIS

Karolina Vrabc rođena je 2.8.1991. godine u Zagrebu. Nakon završene Osnovne škole Malešnica u Zagrebu, 2006. godine upisuje Gimnaziju Lucijana Vranjanina u Zagrebu. U akademskoj godini 2010./2011. upisuje Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom studija bila je član Udruge studenata dentalne medicine. U ožujku 2016.g. pohađala je iTOP radionicu za Individualno treniranu oralnu profilaksu. U travnju 2016.g. završila je tečaj pod nazivom „Najnovije tehnike instrumentacije i 3D aktivacijska dezinfekcija korijenskog kanala“ pod vodstvom prof. dr. sc. Ivice Anića. Iste godine u stomatološkom časopisu Sonda objavljen je članak pod nazivom „Procjena početne i završne boje prirodnih zubi tijekom postupka izbjeljivanja udlagom“ koji je napisala u suradnji s kolegicom Barbarom Žigić i prof. dr. sc. Dubravkom Knezović Zlatarić. Sudjelovala je na Hrvatskom međunarodnom Quintessence kongresu te na kongresu „Hrvatski dani dječje stomatologije 2016.“ Uz studiranje aktivno je asistirala tri godine u privatnoj stomatološkoj ordinaciji.