

Sveučilište u Zagrebu

Stomatološki fakultet

Zrinka Budimir, Matea Cerovac, Mario Štambuk

**PROSUDBA UČINKA SREDSTAVA ZA IZBJELJIVANJE NA  
PROMJENU BOJE ZUBI I NASTANAK POSTOPERATIVNE  
PREOSJETLJIVOSTI**

Zagreb, 2016.

Ovaj rad izrađen je na Zavodu za endodonciju i restaurativnu stomatologiju pod vodstvom dr.sc. Eve Klarić, dr.med.dent. i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2015./2016.

Lektor za hrvatski jezik: Kristina Dilica, profesorica hrvatskoga jezika

Augusta Piazzze 5

10 000 Zagreb

Lektor za engleski jezik: Miljen Matijašević, profesor engleskog jezika

Jurja Šižgorića 19

10 000 Zagreb

## **Sadržaj rada**

1. Uvod	1
2. Hipoteze	4
3. Materijali i metode, plan rada	5
4. Rezultati	10
5. Rasprava	18
6. Zaključci	25
7. Zahvale	26
8. Popis literature	27
9. Sažetak	32
10. Summary	34

## 1. Uvod

Boja zuba je jedna od važnih značajki lijepog osmijeha. Samim time je interes i pacijenata i doktora dentalne medicine za tretmane izbjeljivanja u porastu. Trajni zubi često postaju tamniji tijekom vremena gubeći svoju prirodnu bjelinu što se događa zbog promjena u caklini i dentinu, ali i zbog izloženosti vanjskim utjecajima kao što su pigmenti iz hrane, bakterijski nusprodukti, gazirana pića, kava, čaj te pušenje (1).

Izbjeljivanje vitalnih zuba je konzervativna i neinvazivna metoda obnavljanja bjeline zubi koja je dokazana kao sigurna i učinkovita (2). Trenutno postoje dvije glavne tehnike izbjeljivanja vitalnih zubi, a to su izbjeljivanje kod kuće (*at-home*) i izbjeljivanje u ordinaciji (*in-office*). Izbjeljivanje u ordinaciji podrazumijeva visoku koncentraciju sredstva za izbjeljivanje i kraće vrijeme aplikacije. Prednost ove metode je potpuna kontrola stomatologa nad postupkom te brzo postizanje željenih rezultata. Izbjeljivanje kod kuće uključuje izradu individualne udlage u koju pacijent unosi gel i aplicira je na zube kroz dulje vremensko razdoblje uz redovite kontrole stomatologa. Na tržištu su prisutni i brojni preparati koji su dostupni bez recepta i koriste se bez nadzora stomatologa. Pojavili su se kao jeftinija alternativa profesionalnom izbjeljivanju i generalno sadrže niske koncentracije sredstva za izbjeljivanje. Sredstvo se nanosi na zub pomoću četkica, traka ili tvornički izrađenih udlaga (3).

Aktivna tvar u većini proizvoda za izbjeljivanje je vodikov peroksid (4), čija upotreba u svrhu izbjeljivanja zubi nije novija pojava jer njegova primjena seže od 19. stoljeća kad je opisan kao sredstvo koje mijenja svjetlinu i intezitet boje zuba (5). Danas se u proizvodima nalazi kao vodikov peroksid ili nastaje naknadno kemijskim razlaganjem karbamid peroksida u reakciji s vodom (4). Karbamid peroksid u reakciji s vodom također otpušta ureu koja se dalje raspada na ugljikov dioksid i na amonijak čiji visok pH olakšava proces izbjeljivanja (6). Vodikov peroksid djeluje kao jako oksidirajuće sredstvo formiranjem slobodnih radikala kisika i aniona vodikovog peroksida (7). Ove reaktivne molekule kreću se preko caklinskih mikropora i dentina niz koncentracijski gradijent (8) te reagiraju s dugolančanim, tamno obojenim kromogenim molekulama (9) cijepajući ih na male molekule, koje difundiraju izvan zuba, ili na one koje apsorbiraju manje svjetla i time postaju svjetlije (8).

Kromogeni su spojevi koji su obojani ili daju tamniju nijansu strukturi u kojoj se nalaze (4). Mogu biti uklopljeni u caklinu ili dentin tijekom odontogeneze ili nakon erupcije

zuba uzrokujući tako intrinzično obojenje, dok ekstrinzično nastaje odlaganjem vanjskih kromogena na površinu zuba (pigmentirana hrana, gazirana pića poput kole, crveno vino, hrana bogate taninima, pušenje, kationske tvari kao što je klorheksidin ili metalne soli koje sadrže željezo ili kositar) (8). Postoji i mogućnost prodora vanjskih kromogena u zub kroz defekte u zubnoj strukturi (10).

Osim prisutnošću kromogena, boja zuba određena je i kombinacijom različitih optičkih svojstava cakline, dentina i pulpe (3). Prema definiciji Commission Internationale de l'Eclairage (C.I.E.) iz 2001. godine, boja je karakteristika vizualne percepcije koja se može opisati svojstvima nijanse (*hue*), svjetline (*value*) te čistoće (intenziteta) boje (*chroma*) (11). Postoje dva sustava za opis boje, opisni Munselov sustav i više kvantitativni CIELab prostor boja (12). Nijansa boje prva je dimenzija boje koja je povezana s valnom duljinom svjetla čije je svojstvo međusobno razlučiti jedne boje od drugih. Svjetlina je definirana kao razina crne i bijele boje, a intenzitet boje predstavlja stupanj zasićenosti boje (13).

CIELab prostor boja trodimenzionalni je sustav kojeg je razvila Commission Internationale de l'Eclairage (11), a koristi se u istraživanjima boja i temelji na standardizaciji izvora svjetla i promatrača. Određena boja je definirana svojom lokacijom unutar CIELab prostora boja koristeći tri dimenzije (koordinate):  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$ . Dimenziji  $L^*$  maksimum je vrijednost 100, što predstavlja bijelu boju. Dimenzije  $a^*$  i  $b^*$  nemaju specificirane ekstreme. Pozitivna vrijednost dimenzije  $a^*$  daje crvenu, a negativna zelenu boju, dok pozitivna vrijednost dimenzije  $b^*$  predstavlja žutu, a negativna plavu boju. Razlika pojedinih vrijednosti dimenzija CIELab prostora boja (dimenzije  $L^*$ ,  $a^*$  ili  $b^*$ ) pokazuje koliko se razlikuje standardni od pokaznog uzorka unutar pojedine dimenzije, a ukupna razlika boje ( $\Delta E$ ), koja se računa formulom  $\Delta E = ((L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2)^{0,5}$  i uzima u obzir razlike između dimenzija  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$ , vrijednost je razlike boje standardnog uzorka od pokaznog (14,15).  $\Delta E$  u stomatologiji služi za uspostavu kliničkih pragova razlučivosti (16,17) i kliničkih pragova prihvatljivosti (16,18) razlike boja nakon vizualnog ili instrumentalnog određivanja dimenzija boje zuba (19). U kontroliranim laboratorijskim uvjetima, vrijednost  $\Delta E \geq 1$  uočljiva je ljudskom oku (17), ali u kliničkim uvjetima pokazalo se da je  $\Delta E = 3,3$  gornja vrijednost kod koje ljudsko oko može uočiti promjenu boje (18), dok vrijednost  $\Delta E \geq 3,7$  predstavlja slabo poklapanje boje i razlika u boji između promatranih objekata može se lako uočiti (16).

Za određivanje boje zuba, danas se u stomatologiji koriste ključ boja, koji je subjektivna vizualna metoda, i objektivne metode pomoću spektrofotometra, digitalnih uređaja ili tehnika digitalne analize fotografije (20). Objektivne metode izražavaju se pomoću CIELab prostora boja (11) ili jednog od konvencionalnih sistema ključa boja (20) (npr. *VITA classical A1-D4<sup>®</sup> shade guide*). Zbog toga što se određivanje boje zuba pomoću ključa boja temelji na subjektivnoj vizualnoj usporedbi koja nije pouzdana niti dosljedna (21), a istodobno mnogi komercijalni ključevi boja ne sadrže kompletni spektar boja prisutan u prirodnim zubima (22), preporuča se upotreba spektrofotometra (23) čiji su rezultati pouzdaniji i ponovljiviji (21) od vizualne usporedbe ključem boja.

Iako se profesionalno dentalno izbjeljivanje smatra sigurnim postupkom, neželjeni učinci koji se javljaju prilikom ili nakon postupka izbjeljivanja su preosjetljivost zubi i iritacija gingive. Glavnim se razlogom u nastanku neugode i bolne preosjetljivosti dentina smatra napad pulpe brзом difuzijom molekula vodikovog peroksida (24). Prisutnost vodikovog peroksida i produkata njegove razgradnje može uzrokovati odumiranje stanica pulpe i reducirati staničnu proliferaciju (25). Trauma pulpe potiče upalnu reakciju koja vodi oslobađanju upalnih medijatora iz stanica kao što su adenzin trifosfat (26), neuropeptidi i prostaglandini koji pobuđuju pulpu i povećavaju osjetljivost njenih nociceptora (27). Stupanj težine ove neželjene pojave direktno je vezan uz koncentraciju (24) i pH (28) sredstva za izbjeljivanje te trajanje postupka. Diferencijalno-dijagnostički treba razlikovati preosjetljivost nastalu nakon izbjeljivanja od dentinske preosjetljivosti (29). Dentinska preosjetljivost objašnjena je hidrodinamičkom teorijom koja govori o brzom (30) gibanju tekućine unutar dentinskih tubulusa kao rezultatu vanjskih podražaja na eksponirani dentin i posljedičnom podraživanju baroreceptora, dok kod postoperativne preosjetljivosti dolazi do penetracije slobodnih radikala (31) u pulpu gdje uzrokuju upalnu reakciju. Bol je osjetilni doživljaj i subjektivan simptom pri čijem nastajanju interferiraju fiziološki, psihološki te sociokulturološki faktori (32). Zbog nemogućnosti objektivnog mjerenja stupnja boli, razvile su se brojne skale koje se oslanjaju na pacijentovu subjektivnu interpretaciju boli, kao što je Wong-Bakerova skala lica koja se koristila u ovom istraživanju.

Svrha ovog istraživanja bila je odrediti razliku u promjeni boje zuba obzirom na način izbjeljivanja (usporedba *in-office* i *at-home* preparata) te njezinu dugotrajnost kroz periode od mjesec dana i 6 mjeseci nakon izbjeljivanja, kao i usporediti pojavnost i intezitet preosjetljivosti, kao nuspojave izbjeljivanja, u odnosu na vrijeme proteklo nakon izbjeljivanja.

## **2. Hipoteze**

1. Postoji razlika u učinkovitosti različitih sistema za izbjeljivanje.
2. Postoje razlike u dugotrajnosti postignutih rezultata kod različitih sistema za izbjeljivanje.
3. Postoje razlike u pojavi preosjetljivosti kod različitih sistema za izbjeljivanje.
4. Postoje razlike u promjeni intenziteta preosjetljivosti kroz vrijeme kod različitih sistema za izbjeljivanje.

### 3. Materijali i metode i plan rada

Istraživanje je odobrilo Etičko povjerenstvo Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, a provedeno je na Zavodu za endodonciju i restaurativnu stomatologiju Stomatološkog fakulteta. Sudjelovalo je 30 dobrovoljnih ispitanika (21 žena i 9 muškaraca) koji su potpisali informirani pristanak. Nasumično su raspoređeni u tri skupine (Dash, Boost i udlaga) po deset ispitanika, u svakoj skupini po sedam žena i troje muškaraca. Dvije ispitanice iz skupine kod kojih je korišten način izbjeljivanja udlagom odustale su od ispitivanja. Ispitanici su bili u dobi od 19 do 51 godine s dobrom oralnom higijenom, bez bolesti parodonta, gingivitisa, bez velikih restauracija i cervikalnih lezija, a na zubima od 14 do 24 i od 34 do 44 bez restaurativnih, endodontskih i protetskih zahvata. Iz istraživanja su isključeni svi s prethodnom dentinskom preosjetljivošću i obojenjima zuba intrinzičnog podrijetla. Prethodno postojanje preosjetljivosti ispitalo se stlačenim zrakom iz zračne mlaznice tijekom tri sekunde koji je bio usmjeren prema vratu zuba, a svaki od 30 ispitanika se prema Wong-Bakerovoj skali lica izjasnio da ne osjeća bol, tj. pokazao je vrijednost nula. Tjedan dana prije postupka izbjeljivanja, ispitanicima su uklonjene sve tvrde i meke naslage uređajem *SONICflex* (Dentsply, SAD).



Slika 1. Spektrofotometar za određivanje boje Vita Easyshade Advance 4.0

Prije samog postupka izbjeljivanja provedeno je mjerenje boje spektrofotometrom *Vita Easyshade Advance 4.0* (Vita Zahnfabrik, Njemačka) (slika 1.). Priprema aparata i mjerenje



provedeno je u skladu s uputama za korištenje koje je objavio proizvođač. Prije svakog mjerenja je na vrh senzora aparata postavljena jednokratna najlonska zaštita zbog kontrole širenja infekcija. Aparat se ručno kalibrirao na bijelom bloku za kalibriranje koji je sastavni dio postolja aparata te se krenulo s izmjerom boje zuba na ispitaniku. Ispitanik je sjedio na stomatološkom stolcu s glavom nagnutom unatrag. Zračnom mlaznicom posušena je površina zuba da bi se spriječilo klizanje aparata. Vrh aparata prislonjen je cijelom površinom na sredinu vestibularnog dijela zuba da bi se što više reflektirane svjetlosti očitale u aparatu. Izmjerene vrijednosti izražene prema CIELab prostoru boja zabilježene su za daljnu obradu.

Postupak izbjeljivanja provodio se prema uputama proizvođača. Od tri proizvoda, dva su namijenjena izbjeljivanju u ordinaciji i jedan upotrebi kod kuće. Za uporabu kod kuće koristio se *Cavex Bite&White Ready 2 Use* (Cavex, Nizozemska) (u daljnjem tekstu *udlaga*) (slika 2.c.), koji dolazi kao prefabricirana udlaga napunjena gelom 6% vodikovog peroksida. Za profesionalno izbjeljivanje u ordinaciji rabila su se dva proizvoda na bazi vodikovog peroksida. Prvi je bio preparat 40% vodikovog peroksida tvorničkog imena *Opalescence Boost* (Ultradent, SAD) (u daljnjem tekstu *Boost*) (slika 2.a.), a drugi preparat 30% vodikovog peroksida imena *Dash* (Philips, SAD) (u daljnjem tekstu *Dash*) (slika 2.b.). Gel za izbjeljivanje proizvoda Boost, osim vodikovog peroksida, sadrži i kalijev nitrat i fluorid koji su dodani zbog umanjivanja preosjetljivosti i remineralizacije. Prije izbjeljivanja kod oba proizvoda, da bi se spriječio kontakt sluznice sa sredstvom za izbjeljivanje, postavili su se retraktor, svitci staničevine, gaze i gel za zaštitu gingive, za prvi *Opaldam* gel (Ultradent, SAD) i za drugi *Liquidam* gel (Philips, SAD). Nakon postignutog suhog radnog polja, gel se nanosio po pravilu *no pink* u sloju debelom minimalno dva milimetra (slika 3.a.) i potom se polimerizirao svjetlosno-polimerizirajućom lampom, svaki luk po 20 sekundi (slika 3.b.). Gel za izbjeljivanje se nanosio u ciklusima, kod Boosta tri ciklusa po 15 minuta, dok za Dash tri ciklusa po 15 minuta. Na labijalne plohe zuba 14-24 i 34-44 apliciran je gel u sloju debelom do dva milimetra (slika 3.c.). U skupini kojoj je izbjeljivano preparatom Dash, zubi su prethodno premazani tankim slojem akceleratora. Nakon svakog ciklusa, gel je uklonjen s površine zuba Heidemannovim instrumentom 5/6. Na kraju postupka uklonjen je retraktor, svitci staničevine i gaze te su usta dobro isprana vodom. U skupini Dash, ispitanicima je dan *Relief ACP* gel (Philips, SAD) s uputom da kod pojave preosjetljivosti sa četkicom nanesu gel na zube u trajanju od tri minute. Treća skupina ispitanika kod kuće je koristila preparat s 6% vodikovim peroksidom, dijelom i karbamid peroksidom, imena *Cavex Bite&White Ready 2 Use* (Cavex, Nizozemska) (slika 2.c.). Prema uputama proizvođača dane su im instrukcije o

korištenju udlage. Nakon provedene oralne higijene, ispitanici su koristili tvornički izrađenu udlagu, ispunjenu gelom za izbjeljivanje, tijekom jednog sata kroz šest dana. Osim 6% vodikovog peroksida, gel sadrži i 0,2% kalijevo nitrate za prevenciju preosjetljivosti nakon izbjeljivanja.

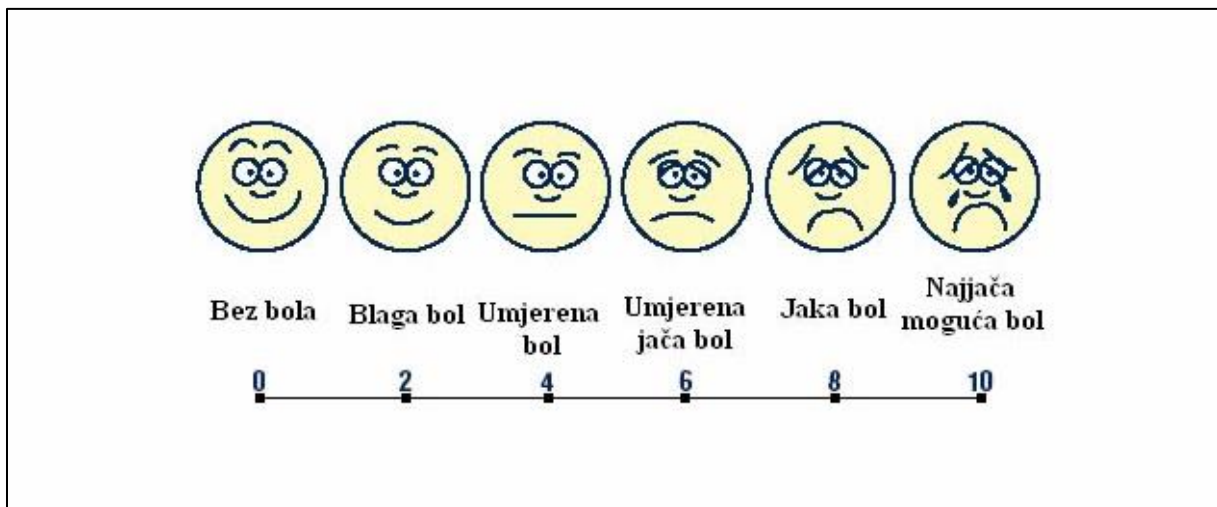


Slika 2. Materijali za izbjeljivanje: a. Opalescence Boost; b. Dash; c. Cavex Bite&White Ready 2 Use



Slika 3. Izbjeljivanje sustavom *Opalescence Boost*: a. postavljanje zaštitnog gela; b. polimeriziranje zaštitnog gela; c. nanošenje gela za izbjeljivanje; d. gel za izbjeljivanje nanešen u cijelosti

Nakon izbjeljivanja, kao indikator boli uzrokovane tretmanom, korištena je Wong-Bakerova skala lica (slika 4.). Prednost korištenja takve skale je njena jednostavnost i razumljivost širokim skupinama ljudi (djeca od 3 godine pa nadalje). Na skali boli nalazi se interval intenziteta boli, slikovno kodiran, koji započinje stanjem bez boli označenim s brojem nula, dok je intenzitet najjače moguće boli označen brojem deset. Ispitaniku je rečeno da izvjesti koliki bol osjeća neposredno nakon tretmana te 6, 12 i 24 sata nakon tretmana.



Slika 4. Wong-Bakerova skala lica

Ispitanicima je nakon jednog i nakon šest mjeseci od tretmana ponovno izmjerena i zabilježena boja zubi aparatom *Vita Easyshade Advance 4.0* (Vita Zahnfabrik, Njemačka) (slika 1.). Svi rezultati mjerenja (neposredno prije i neposredno poslije tretmana izbjeljivanja, mjesec dana i šest mjeseci nakon izbjeljivanja) zabilježeni su i obrađeni u programu Excell, gdje se prema formuli  $\Delta E = ((L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2)^{0,5}$  izračunala promjena boje. Osim promjene boje zuba ( $\Delta E$ ), izračunala se i razlika između pojedinih dimenzija CIELab prostora boja ( $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ) pojedinog vremenskog razdoblja. Dobiveni podaci, zajedno s izvješćima ispitanika o boli (preosjetljivosti) nakon tretmana, potom su se statistički obradili.

Promjena boje zuba nakon različitih tretmana izbjeljivanja deskriptivno je prikazana aritmetičkim sredinama i 95%-tnim intervalima pouzdanosti. Distribucije mjerenja promjene boje odnosno pojedinih dimenzija CIELab prostora boja bile su približno normalno

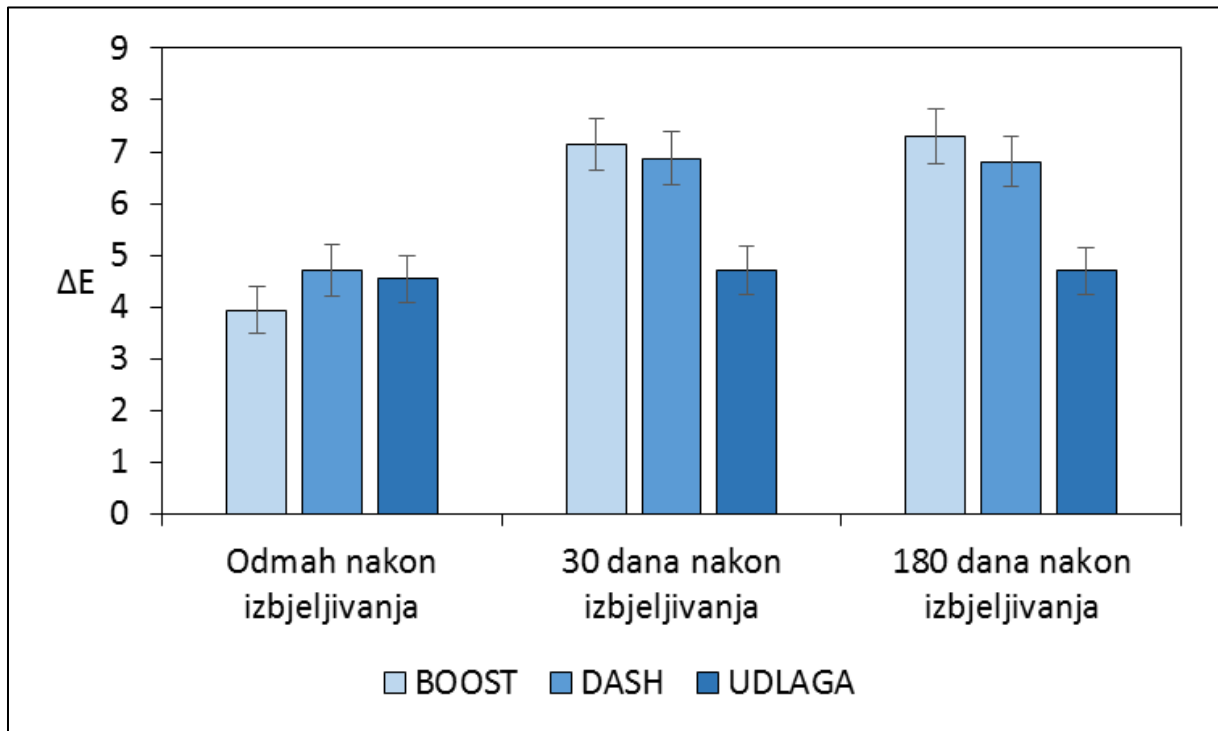
distribuirane, što je provjereno pregledavanjem grafičkih prikaza distribucije mjerenja te koeficijenta zaobljenosti i asimetrije. Za analizu promjene boje između višestrukih mjerenja na istom zubu korištena je analiza varijance (ANOVA) za ponovljena mjerenja. Istovjetna mjerenja promjene boje između različitih tretmana izbjeljivanja uspoređena su korištenjem ANOVA modela za nezavisne uzorke. Usporedba svakih dviju pojedinačnih grupa mjerenja provedena je korištenjem post-hoc testa uz Bonferroni-Holm korekciju za višestruke usporedbe.

Razlika u percepciji boli između triju različitih načina izbjeljivanja analizirana je Kruskal-Wallis testom. Ukoliko su se razlike između različitih tretmana izbjeljivanja pokazale značajnima, korišten je Wilcoxon Rank Sum test kako bi se otkrilo između kojih tretmana dolazi do značajne razlike u percepciji boli. Za analizu promjene u percepciji boli protekom vremena nakon tretmana korišten je Wilcoxon Signed Rank test za zavisne uzorke. Rezultati su analizirani na razini značajnosti od 0,05.

Analiza je provedena korištenjem SAS System 8.2 programskog paketa (SAS Institute Inc., NC, SAD).

#### **4. Rezultati**

Deskriptivni pokazatelji promjene u boji zuba ( $\Delta E$ ) nakon izbjeljivanja u odnosu na boju prije izbjeljivanja prikazani su na slici 5. u obliku aritmetičkih sredina i 95%-tnih intervala pouzdanosti.

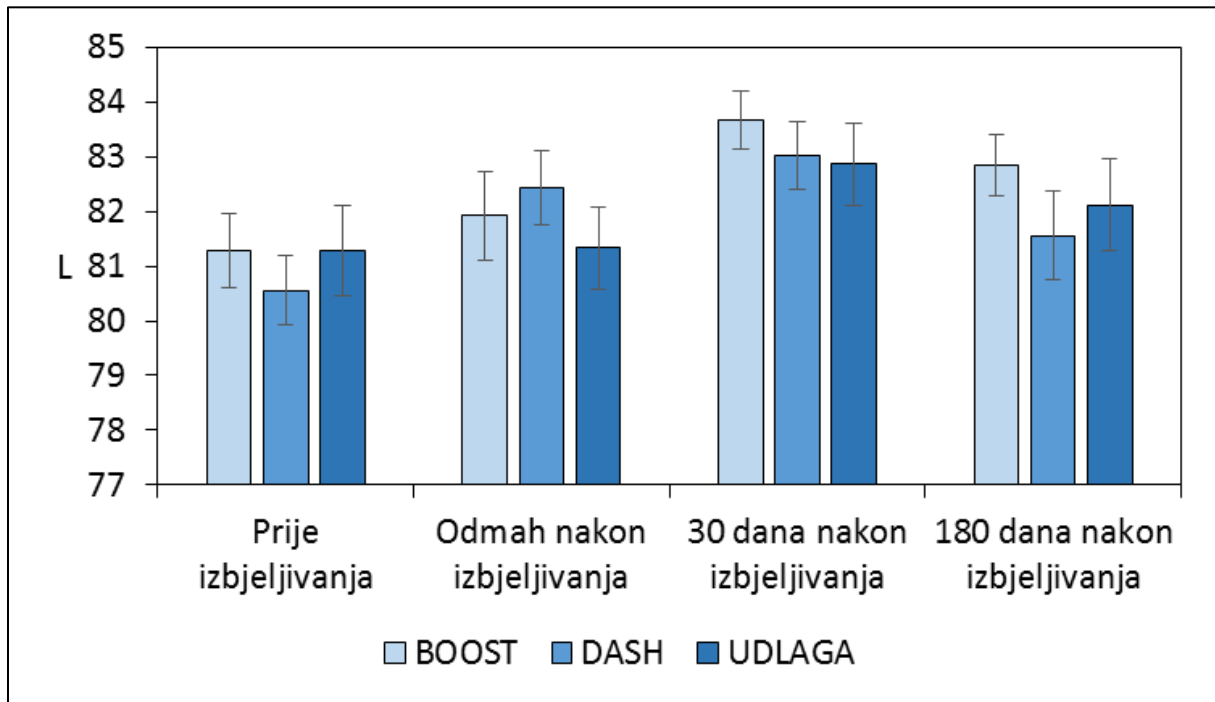


Slika 5. Prosječna promjena u boji zuba ( $\Delta E$ ) nakon izbjeljivanja u odnosu na početno mjerenje za različita sredstva za izbjeljivanje (Boost, Dash i udlaga)

Odmah nakon izbjeljivanja došlo je do značajne promjene u boji zuba ( $\Delta E > 3,3$ ;  $p < 0,001$ ) prilikom korištenja svih sredstava za izbjeljivanje (Boost, Dash i udlaga). Mjesec dana ( $p < 0,001$ ) odnosno šest mjeseci nakon izbjeljivanja ( $p < 0,001$ ) boja zuba i dalje je značajno odstupala od početne odnosno one izmjerene prije izbjeljivanja. Prilikom korištenja udlage prosječna promjena u boji izmjerena odmah nakon izbjeljivanja, mjesec dana te šest mjeseci nakon izbjeljivanja u odnosu na početnu boju nije se značajno promijenila ( $p > 0,05$ ). Ista mjerenja za Boost i Dash preparate u prosjeku su ukazala na značajno veću promjenu u

boji zuba mjesec dana ( $p < 0,001$ ) i šest mjeseci ( $p < 0,001$ ) nakon izbjeljivanja u odnosu na promjenu u boji zuba izmjerenu odmah nakon tretmana izbjeljivanja.

Deskriptivni pokazatelji mjerenja visine  $L^*$  komponente CIELab prostora boja prije izbjeljivanja, odmah nakon izbjeljivanja te mjesec dana i šest mjeseci nakon izbjeljivanja prikazane su na slici 6. u obliku aritmetičkih sredina i 95%-tnih intervala pouzdanosti.

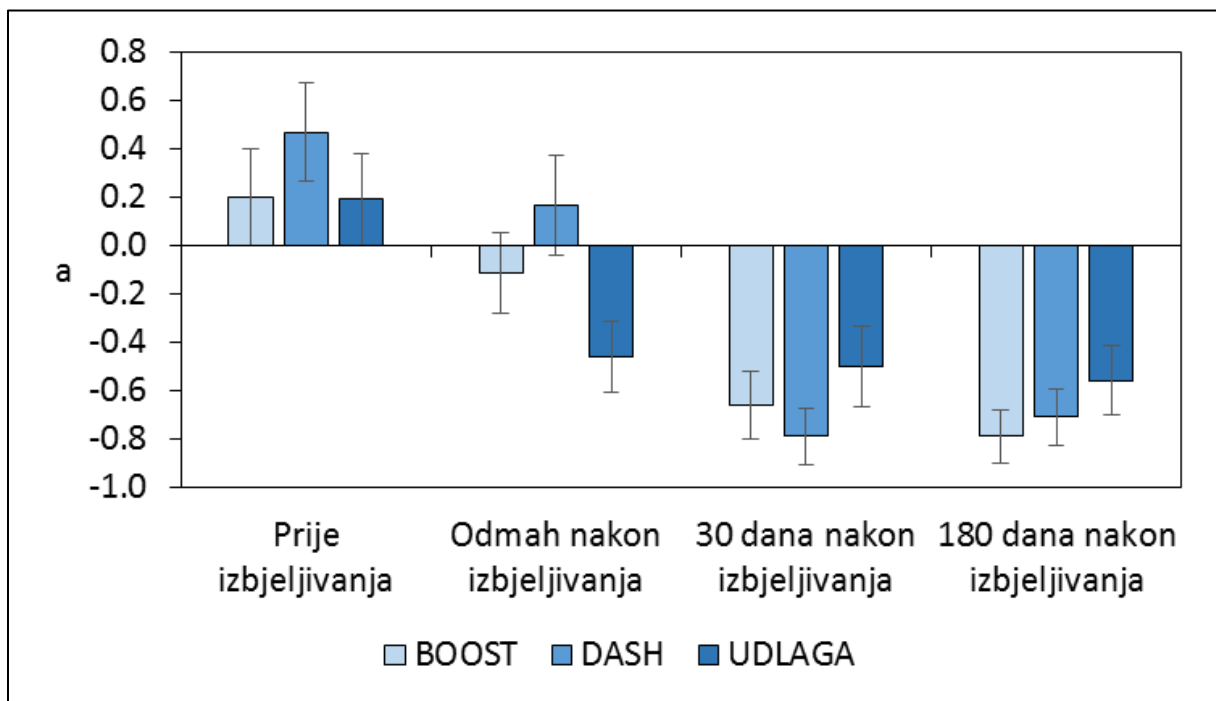


Slika 6. Prosječna mjerenja  $L^*$  dimenzije CIELab prostora boja prije i nakon izbjeljivanja zuba za različita sredstva za izbjeljivanje (Boost, Dash i udlaga)

Mjerenja  $L^*$  dimenzije CIELab prostora boja u prosjeku se nisu značajno promijenila nakon izbjeljivanja Boost preparatom u odnosu na mjerenja prije izbjeljivanja ( $p = 0,069$ ), ali su značajno veće vrijednosti izmjerene mjesec dana ( $p < 0,001$ ) i šest mjeseci nakon izbjeljivanja ( $p = 0,001$ ). U prosjeku su najviša mjerenja  $L^*$  dimenzije zabilježena mjesec dana nakon izbjeljivanja Boost preparatom, a najniža prije samog izbjeljivanja. Šest mjeseci nakon izbjeljivanja došlo je do značajnog smanjenja prosječnih vrijednosti  $L^*$  dimenzije u odnosu na mjerenja zabilježena mjesec dana nakon izbjeljivanja ( $p = 0,031$ ). Odmah nakon izbjeljivanja Dash preparatom prosječna mjerenja  $L^*$  dimenzije CIELab prostora boja značajno su se povećala u odnosu na mjerenja prije izbjeljivanja ( $p < 0,001$ ), a značajno veće vrijednosti u

odnosu na početna mjerenja izmjerena su i mjesec dana ( $p < 0,001$ ) te šest mjeseci nakon izbjeljivanja ( $p = 0,019$ ). U prosjeku su najviša mjerenja zabilježena mjesec dana nakon izbjeljivanja Dash preparatom, a najniža prije samog izbjeljivanja. Iako značajno viša od početnih mjerenja, su mjerenja zabilježena šest mjeseci nakon izbjeljivanja u prosjeku bila značajno niža od mjerenja zabilježenih odmah nakon izbjeljivanja ( $p = 0,026$ ) i mjesec dana nakon izbjeljivanja ( $p < 0,001$ ). Izbjeljivanje udlagom u prosjeku nije rezultiralo u značajnoj promjeni vrijednosti  $L^*$  dimenzije CIELab prostora boja zabilježenih odmah nakon izbjeljivanja u odnosu na mjerenja zabilježena prije izbjeljivanja ( $p = 0,838$ ), ali su značajno više vrijednosti izmjerene mjesec dana nakon izbjeljivanja ( $p < 0,001$ ). U prosjeku su najviša mjerenja  $L^*$  dimenzije zabilježena mjesec dana nakon izbjeljivanja udlagom, a najniža prije samog izbjeljivanja. Šest mjeseci nakon izbjeljivanja došlo je do smanjenja prosječnih vrijednosti u odnosu na vrijednosti zabilježene mjesec dana nakon izbjeljivanja ( $p = 0,058$ ).

Deskriptivni pokazatelji mjerenja visine  $a^*$  komponente CIELab prostora boja prije izbjeljivanja, odmah nakon izbjeljivanja te mjesec dana i šest mjeseci nakon izbjeljivanja prikazane su na slici 7. u obliku aritmetičkih sredina i 95%-tnih intervala pouzdanosti.

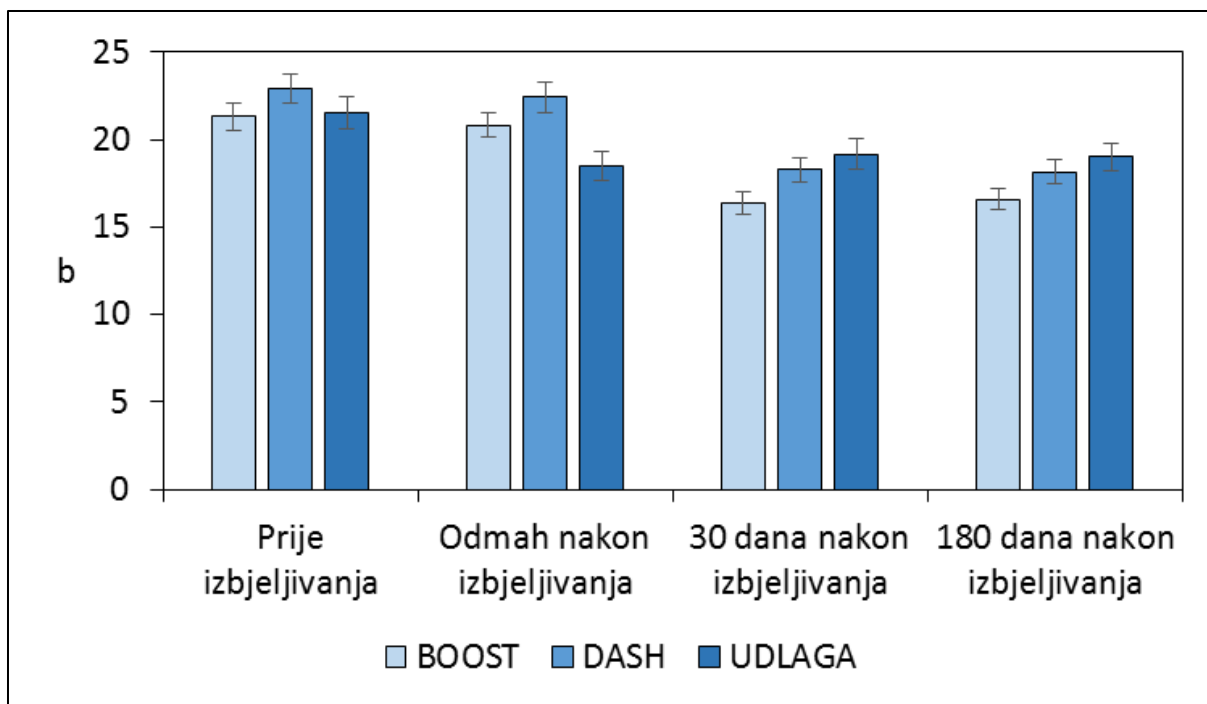


Slika 7. Prosječna mjerenja  $a^*$  dimenzije CIELab prostora boja prije i nakon izbjeljivanja zuba za različita sredstva za izbjeljivanje (Boost, Dash i udlaga)

Mjerenja  $a^*$  dimenzije CIELab prostora boja u prosjeku su se značajno smanjila odmah nakon izbjeljivanja Boost preparatom u odnosu na mjerenja prije izbjeljivanja ( $p < 0,001$ ), a značajno niže vrijednosti zabilježene su i mjesec dana ( $p < 0,001$ ) te šest mjeseci nakon izbjeljivanja ( $p = 0,001$ ). U prosjeku su najviša mjerena  $a$  dimenzije zabilježena prije izbjeljivanja Boost preparatom (0,20), a najniža šest mjeseci nakon izbjeljivanja (-0,79), pri čemu je prilikom svakog sljedećeg mjerenja zabilježen značajan pad prosječnih vrijednosti. U odnosu na mjerenja zabilježena nakon izbjeljivanja, značajno smanjenje vrijednosti zabilježeno je mjesec dana ( $p < 0,001$ ) i šest mjeseci ( $p < 0,001$ ) nakon izbjeljivanja, kao i između zadnja dva mjerenja ( $p = 0,023$ ). Odmah nakon izbjeljivanja Dash preparatom prosječna mjerenja  $a^*$  dimenzije CIELab prostora boja značajno su se smanjila u odnosu na mjerenja prije izbjeljivanja ( $p < 0,001$ ), a značajno niže vrijednosti u odnosu na početna mjerenja zabilježene su i mjesec dana ( $p < 0,001$ ) te šest mjeseci nakon izbjeljivanja ( $p < 0,001$ ). U prosjeku su najviša mjerena  $a^*$  dimenzije zabilježena prije izbjeljivanja Dash preparatom (0,47), a najniža mjesec dana nakon izbjeljivanja (-0,79). U odnosu na mjerenja zabilježena nakon izbjeljivanja Dash preparatom, značajno smanjenje vrijednosti zabilježeno je mjesec dana ( $p < 0,001$ ) i šest mjeseci ( $p < 0,001$ ) nakon izbjeljivanja. Između zadnja dva mjerenja nisu zabilježene značajne razlike u prosječnoj vrijednosti  $a^*$  dimenzije CIELab prostora boja ( $p = 0,138$ ). Izbjeljivanje udlagom rezultiralo je u značajnom smanjenju visine  $a^*$  dimenzije CIELab prostora boja odmah nakon izbjeljivanja ( $p < 0,001$ ), mjesec dana ( $p < 0,001$ ) te šest mjeseci ( $p < 0,001$ ) nakon izbjeljivanja u odnosu na mjerenja prije izbjeljivanja. Između mjerenja zabilježenih nakon izbjeljivanja udlagom nije zabilježena značajna razlika u prosječnoj visini  $a^*$  dimenzije CIELab prostora boja.

Deskriptivni pokazatelji mjerenja visine  $b^*$  komponente CIELab prostora boja prije izbjeljivanja, odmah nakon izbjeljivanja te mjesec dana i šest mjeseci nakon izbjeljivanja prikazane su na slici 8. u obliku aritmetičkih sredina i 95%-tnih intervala pouzdanosti.





Slika 8. Prosječna mjerenja  $b^*$  dimenzije CIELab prostora boja prije i nakon izbjeljivanja zuba za različita sredstva za izbjeljivanje (Boost, Dash i udlaga)

U odnosu na mjerenja  $b^*$  dimenzije CIELab prostora boja prije i odmah nakon izbjeljivanja Boost preparatom, mjesec dana ( $p < 0,001$ ) te šest mjeseci nakon izbjeljivanja ( $p < 0,001$ ) u prosjeku su zabilježena značajno niža mjerenja. Između posljednja dva mjerenja nije zabilježena značajna razlika ( $p = 0,213$ ). U odnosu na mjerenja  $b^*$  dimenzije CIELab prostora boja prije i odmah nakon izbjeljivanja Dash preparatom, mjesec dana ( $p < 0,001$ ) te šest mjeseci nakon izbjeljivanja ( $p < 0,001$ ) u prosjeku su zabilježena značajno niža mjerenja. U odnosu na mjerenja  $b^*$  dimenzije CIELab prostora boja prije izbjeljivanja udlagom, odmah nakon izbjeljivanja ( $p < 0,001$ ), mjesec dana ( $p < 0,001$ ) te šest mjeseci nakon izbjeljivanja ( $p < 0,001$ ) u prosjeku su zabilježena značajno niža mjerenja. U odnosu na mjerenja zabilježena odmah nakon izbjeljivanja udlagom, mjesec dana ( $p = 0,029$ ) te šest mjeseci nakon izbjeljivanja ( $p = 0,029$ ) u prosjeku su zabilježena značajno viša mjerenja  $b^*$  dimenzije CIELab prostora boja.

Tablica 1. Deskriptivna statistika za BOOST

Indikator	Mjerenje	N	Sredina	Std dev	Medijan	Min	Max
$\Delta E$	Nakon izbjeljivanja vs 0	160	3.93	2.91	3.12	0.00	15.35
	Nakon 30 dana vs 0	160	7.14	3.28	6.72	1.28	15.52
	Nakon 180 dana vs 0	160	7.29	3.45	7.20	0.94	17.22
L	Početno	160	81.28	4.31	81.35	69.30	90.00
	Nakon izbjeljivanja	160	81.93	5.16	82.35	68.30	92.50
	Nakon 30 dana	160	83.67	3.43	83.90	71.90	89.90
	Nakon 180 dana	160	82.84	3.51	83.30	72.70	90.60
a	Početno	160	0.20	1.27	0.05	-2.30	3.00
	Nakon izbjeljivanja	160	-0.11	1.06	-0.20	-2.10	2.60
	Nakon 30 dana	160	-0.66	0.90	-0.70	-2.50	3.90
	Nakon 180 dana	160	-0.79	0.69	-0.80	-2.10	1.50
b	Početno	160	21.32	5.02	21.80	11.10	33.20
	Nakon izbjeljivanja	160	20.81	4.35	21.20	11.40	30.40
	Nakon 30 dana	160	16.36	3.98	16.55	7.30	26.00
	Nakon 180 dana	160	16.57	3.94	16.65	8.30	26.00

Tablica 2. Deskriptivna statistika za DASH

Indikator	Mjerenje	N	Sredina	Std dev	Medijan	Min	Max
$\Delta E$	Nakon izbjeljivanja vs 0	160	4.71	3.15	4.01	0.51	14.15
	Nakon 30 dana vs 0	160	6.87	3.30	6.46	0.37	16.89
	Nakon 180 dana vs 0	160	6.81	3.04	6.55	0.44	17.04
L	Početno	160	80.55	4.08	80.90	66.60	88.90
	Nakon izbjeljivanja	160	82.44	4.34	82.55	66.80	90.00
	Nakon 30 dana	160	83.02	4.02	83.60	70.20	90.90
	Nakon 180 dana	160	81.55	5.18	82.90	62.60	88.50
a	Početno	160	0.47	1.30	0.40	-2.50	3.70
	Nakon izbjeljivanja	160	0.17	1.32	-0.10	-2.20	3.60
	Nakon 30 dana	160	-0.79	0.76	-0.80	-2.20	1.60
	Nakon 180 dana	160	-0.71	0.77	-0.70	-2.80	1.50
b	Početno	160	22.93	5.42	23.45	10.90	33.80
	Nakon izbjeljivanja	160	22.42	5.47	22.25	11.50	36.90
	Nakon 30 dana	160	18.29	4.45	18.00	9.20	32.90
	Nakon 180 dana	160	18.15	4.42	18.20	9.30	29.30

Tablica 3. Deskriptivna statistika za UDLAGU

Indikator	Mjerenje	N	Sredina	Std dev	Medijan	Min	Max
ΔE	Nakon izbjeljivanja vs 0	128	4.54	2.54	4.17	0.41	13.01
	Nakon 30 dana vs 0	128	4.71	2.67	3.97	1.00	15.66
	Nakon 180 dana vs 0	128	4.70	2.63	4.41	0.68	18.57
L	Početno	128	81.28	4.70	82.05	64.90	89.40
	Nakon izbjeljivanja	128	81.34	4.27	81.70	67.80	91.40
	Nakon 30 dana	128	82.86	4.27	83.75	70.30	91.90
	Nakon 180 dana	128	82.12	4.76	82.85	65.00	92.90
a	Početno	128	0.19	1.09	0.30	-2.00	2.90
	Nakon izbjeljivanja	128	-0.46	0.84	-0.55	-2.00	2.30
	Nakon 30 dana	128	-0.50	0.95	-0.45	-2.80	3.30
	Nakon 180 dana	128	-0.56	0.82	-0.60	-2.40	1.50
b	Početno	128	21.54	5.17	21.25	9.50	32.30
	Nakon izbjeljivanja	128	18.48	4.70	18.35	8.40	28.40
	Nakon 30 dana	128	19.15	5.02	18.75	9.20	30.10
	Nakon 180 dana	128	19.00	4.67	18.80	7.90	28.30

Preosjetljivost pacijenata ispitana je korištenjem Wong-Bakerove skale lica (slika 4.) mjerenjem percepcije boli pacijenata nakon izbjeljivanja. Rezultati ukazuju na različitu distribuciju percepcije boli prilikom korištenja različitih načina izbjeljivanja (slika 9.).

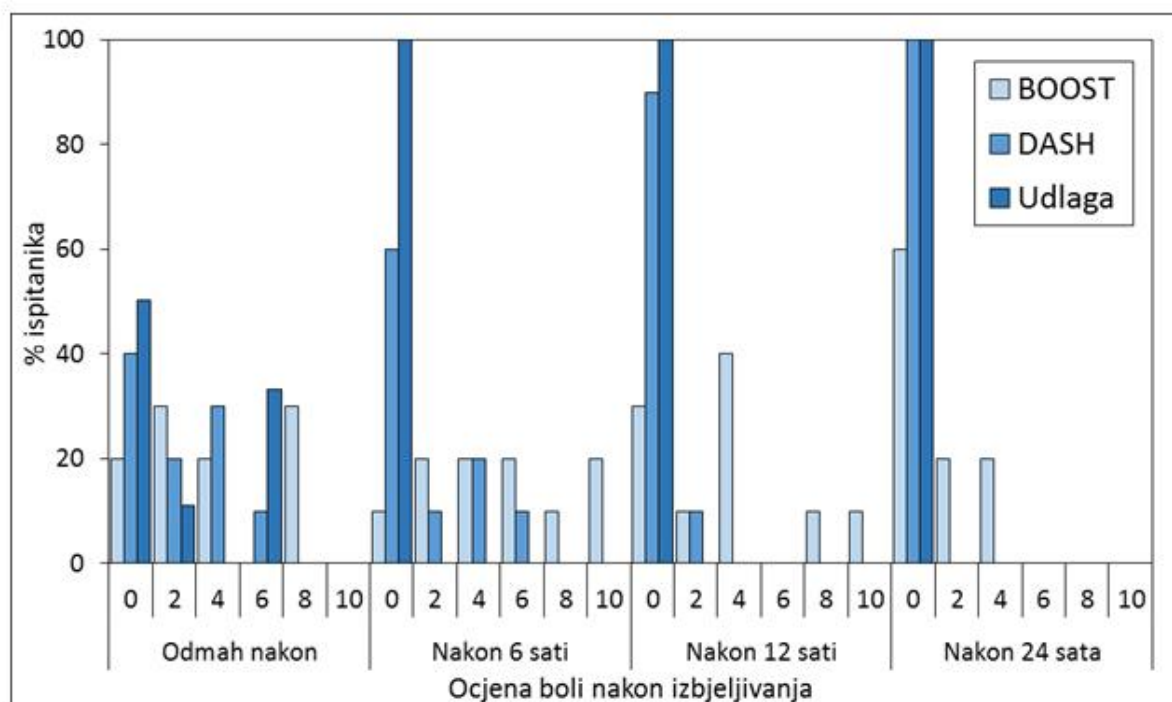
Rezultati Kruskal-Wallis testa ukazali su na značajnu razliku u percepciji boli između različitih načina izbjeljivanja 6 sati ( $p < 0,001$ ), 12 sati ( $p < 0,001$ ) te 24 sata ( $p = 0,015$ ) nakon izbjeljivanja, dok odmah nakon izbjeljivanja nije zabilježena značajna razlika u percepciji boli ( $p = 0,368$ ). Percepcija boli ispitanika 6 sati nakon izbjeljivanja bila je općenito veća za izbjeljivanje Boost preparatom u odnosu na Dash (Wilcoxon Rank Sum test;  $p = 0,028$ ) i udlagu (Wilcoxon Rank Sum test;  $p = 0,002$ ). Na razini značajnosti od 10% zabilježena je i veća bol 6 sati nakon izbjeljivanja Dash preparatom u odnosu na udlagu (Wilcoxon Rank Sum test;  $p = 0,060$ ).

Kao i 6 sati nakon izbjeljivanja, percepcija boli ispitanika 12 sati nakon izbjeljivanja bila je općenito veća za izbjeljivanje Boost preparatom u odnosu na Dash (Wilcoxon Rank Sum test;  $p = 0,012$ ) i udlagu (Wilcoxon Rank Sum test;  $p = 0,009$ ). Između Dash preparata i udlage nije zabilježena statistički značajna razlika u percepciji boli 12 sati nakon izbjeljivanja.

Percepcija boli 24 sata nakon izbjeljivanja bila je još uvijek općenito veća prilikom korištenja Boost preparata u odnosu na Dash ( $p=0,048$ ) i udlagu ( $p=0,060$ ), dok između Dash preparata i udlage nije zabilježena nikakva razlika.

U periodu do 24 sata nakon tretmana zabilježeno je značajno smanjenje percepcije boli prilikom izbjeljivanja Boost preparatom ( $p<0,001$ ). Dvanaest sati nakon tretmana Boost preparatom percepcija boli općenito je ocijenjena značajno niže u odnosu na ocjenu boli 6 sati nakon tretmana (Wilcoxon Signed Rank test;  $p=0,031$ ), kao i 24 sata nakon tretmana u odnosu na 12 sati (Wilcoxon Signed Rank test;  $p=0,016$ ), u odnosu na 6 sati (Wilcoxon Signed Rank test;  $p=0,004$ ) te u odnosu na percepciju boli odmah nakon tretmana Boost preparatom (Wilcoxon Signed Rank test;  $p=0,031$ ).

Prilikom izbjeljivanja Dash preparatom zabilježeno je značajno smanjenje percepcije boli 12 sati ( $p=0,031$ ) i 24 sata ( $p=0,031$ ) nakon izbjeljivanja u odnosu na percepciju boli odmah nakon tretmana.



Slika 9. Distribucija percepcije boli pacijenata nakon pojedinog načina izbjeljivanja u odnosu na vrijeme proteklo nakon tretmana

## 5. Rasprava

Učinkovitost postupka izbjeljivanja ovisi o koncentraciji sredstva za izbjeljivanje, sposobnosti sredstva da dosegne kromogene, duljini tretmana i broju puta koji su aktivna tvar i kromogen bili u kontaktu (9). U provedenom istraživanju za objektivno mjerenje boje korišten je spektrofotometar *Vita Easysshade Advance 4.0* (Vita Zahnfabrik, Njemačka), čiji su se rezultati pokazali kao izuzetno precizni s točnošću od 93,75% (33). Aparatom su izmjerene vrijednosti boje zuba neposredno prije i neposredno poslije izbjeljivanja te 30 dana i šest mjeseci nakon izbjeljivanja. Vrijednosti su izražene u CIELab prostoru boja te su statistički obrađene. U prikazu rezultata koristile su se  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ , i  $\Delta E$  dimenzije CIELab prostora boja kako bi se, uz  $\Delta E$  vrijednost, što bolje prikazala promjena boje te u kojem smjeru se ta promjena odvijala upravo zato što ne postoji jednoglasno mišljenje koji od parametara je najpogodniji za procjenu učinkovitosti postupka. Određena klinička istraživanja tvrde da se najveće promjene nakon izbjeljivanja događaju na  $L^*$  i  $b^*$  dimenzijama, a neznatne na  $a^*$  dimenziji CIELab prostora boja (14,34-37). Bengel (37) je istaknuo da se najveće promjene nakon izbjeljivanja događaju na dimenzijama  $L^*$  i  $b^*$  CIELab prostora boja i da bi dimenzija  $b^*$  bila najpogodnija za procjenu učinkovitosti izbjeljivanja. Carvalho i sur. (38) primjetili su značajnu promjenu u dimenziji  $L^*$ , ali ne i u dimenzijama  $a^*$  i  $b^*$ . Rezultati našeg istraživanja, uz promjene  $\Delta E$  vrijednosti, pokazuju promjene svih dimenzija ( $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$ ), dok su promjene dimenzija  $L^*$  i  $b^*$  najznačajnije. Traklyali i sur. (39) i Karpinia i sur. (35) suglasni su da je dimenzija  $L^*$  CIELab prostora boja najvažniji parametar u procjeni učinkovitosti izbjeljivanja i smatraju da ljudsko oko lakše detektira promjenu u svjetlini boje ( $L^*$ ), nego u drugim dimenzijama ( $a^*$  i  $b^*$ ).

Odmah nakon izbjeljivanja došlo je do značajne promjene u boji zuba ( $\Delta E > 3,3$ ;  $p < 0,001$ ) prilikom korištenja svih sredstava za izbjeljivanje (Boost  $\Delta E = 3,93$ ; Dash  $\Delta E = 4,71$ ; udlaga  $\Delta E = 4,54$ ). Nakon mjesec dana ( $p < 0,001$ ) (Boost  $\Delta E = 7,14$ ; Dash  $\Delta E = 6,87$ ; udlaga  $\Delta E = 4,71$ ), odnosno šest mjeseci nakon izbjeljivanja ( $p < 0,001$ ) (Boost  $\Delta E = 7,29$ ; Dash  $\Delta E = 6,81$ ; udlaga  $\Delta E = 4,70$ ), boja zuba je i dalje značajno odstupala od početne, odnosno one izmjerene prije izbjeljivanja kod svih sredstava za izbjeljivanje. Hipoteza da postoji razlika u dugotrajnosti postignutih rezultata kod različitih sistema za izbjeljivanje nije podržana.

Prilikom korištenja udlage, prosječna promjena u boji izmjerena odmah nakon izbjeljivanja, mjesec dana te šest mjeseci nakon izbjeljivanja u odnosu na početnu boju nije se

značajno promijenila ( $p > 0,05$ ). Ista mjerenja za Boost i Dash preparate u prosjeku su ukazala na značajno veću promjenu u boji zuba mjesec dana ( $p < 0,001$ ) i šest mjeseci ( $p < 0,001$ ) nakon izbjeljivanja u odnosu na promjenu u boji zuba izmjerenu odmah nakon tretmana izbjeljivanja. Moguće objašnjenje značajne promjene boje zuba nakon mjesec dana u odnosu na boju izmjerenu neposredno nakon izbjeljivanja kod preparata Boost i Dash je dehidracija zuba uzrokovana djelovanjem visoke koncentracije vodikovog peroksida koja interferira s evaluacijom promjene boje zuba (40). Također, visoka koncentracija vodikovog peroksida u strukturi zuba može prolongirati njegov učinak i nakon završetka samog postupka (41). Nakon početnog perioda, uočava se stvarna promjena boje zubi koja se u ovom istraživanju kod *in-office* preparata Boost i Dash očitala mjesec dana nakon izbjeljivanja, a zadržala se i nakon šest mjeseci.

U odnosu na boju prije izbjeljivanja, u razdobljima nakon mjesec dana i šest mjeseci nakon izbjeljivanja, zabilježena je značajno veća promjena boje prilikom korištenja Boost ( $p < 0,001$ ) i Dash ( $p < 0,001$ ) preparata u odnosu na udlagu. Dobiveni rezultati stoga podržavaju hipotezu o postojanju razlike u učinkovitosti različitih sistema za izbjeljivanje.

Neka istraživanja tvrde da nema razlike kod učinkovitosti izbjeljivanja kod kuće u usporedbi s onima u ordinaciji (15,40,42), što nije sukladno našim rezultatima. Jedno od mogućih objašnjenja je podatak da se u većini istraživanja koja su ispitivala učinkovitost preparata za izbjeljivanje kod kuće koristio karbamid peroksid u trajanju od 2-6 tjedana, za razliku od našeg istraživanja gdje se kao preparat za izbjeljivanje kod kuće koristio vodikov peroksid u trajanju od šest dana. Iz tog se može zaključiti da bi se niska koncentracija sredstva za izbjeljivanje kod kuće trebala kompenzirati dovoljno dugim trajanjem tretmana da bi se postigao jednaki efekt kao kod izbjeljivanja sredstvom veće koncentracije. Nadalje, sastav sredstva za izbjeljivanje i njegov pH također utječu na njegovu jačinu, Dietsch i sur. (43) smatraju da karbamid peroksid ima kontinuiran i dug period otpuštanja vodikovog peroksida. Karbopol, zgušnjivač koji je prisutan u gelu, usporava razlaganje karbamid peroksida i omogućuje postepeno otpuštanje vodikovog peroksida što gel čini efektivnijim kroz dulje vrijeme. Također, amonijak koji se otpušta u kemijskom razlaganju karbamid peroksida čini pH bazičnim i time poboljšava krajnji učinak izbjeljivanja (6). Moghadam i sur. (40) istraživali su promjenu boje kod preparata za izbjeljivanje u ordinaciji (38% vodikov peroksid) i preparata za izbjeljivanje kod kuće (15% karbamid peroksid). U usporedbi s rezultatima našeg istraživanja, promjena boje nakon mjesec dana kod oba *in-office* preparata bila je slična kao i u istraživanju Moghadam i sur., ali promjena boje nakon šest mjeseci

ostala je gotovo nepromijenjena dok se u istraživanju Moghadam i sur. promjena boje nije očuvala u istoj mjeri nakon šest mjeseci. Promjena boje u skupini udlaga je nakon mjesec dana i nakon šest mjeseci puno manja nego u istraživanju Moghadam i sur., ali boja je ostala stabilna u periodu od šest mjeseci.

Iako su vrijednosti dimenzije  $L^*$  izmjerene nakon šest mjeseci značajno više u usporedbi s vrijednostima izmjerenim prije samog izbjeljivanja kod preparata Boost ( $p=0,001$ ), Dash ( $p=0,019$ ), ali ne i kod udlage ( $p=0,838$ ), one su značajno niže u usporedbi s onim izmjerenima nakon mjesec dana kod preparata Boost ( $p=0,031$ ), Dash ( $p<0,001$ ) i udlaga ( $p=0,058$ ). Takvi rezultati mogu se tumačiti kao slabljenje postignutog učinka kod sva tri sredstva šest mjeseci nakon postupka u dimenziji svjetline ( $L^*$ ) koju upravo mnoga istraživanja (35,37-39) navode kao najpogodniji parametar za procjenu učinkovitosti izbjeljivanja.

U prosjeku, mjerenja dimenzije  $b^*$  nakon mjesec dana i šest mjeseci u odnosu na mjerenja prije i neposredno nakon izbjeljivanja pokazala su se značajno niža kod skupine Dash ( $p<0,001$ ) i Boost ( $p<0,001$ ). Vrijednosti dimenzije  $b^*$  kod izbjeljivanja udlagom pokazala su značajno niža odmah nakon izbjeljivanja ( $p<0,001$ ), mjesec dana ( $p<0,001$ ) te šest mjeseci nakon izbjeljivanja ( $p<0,001$ ) u odnosu na mjerenja prije izbjeljivanja. U odnosu na mjerenja zabilježena odmah nakon izbjeljivanja udlagom, mjesec dana ( $p=0,029$ ) te šest mjeseci nakon izbjeljivanja ( $p=0,029$ ), u prosjeku su zabilježena značajno viša mjerenja  $b^*$  dimenzije CIELab prostora boja. Kod skupine Boost i Dash nije zabilježena značajna razlika mjesec dana i 6 mjeseci u odnosu na mjerenja odmah nakon izbjeljivanja. Kako pozitivna vrijednost dimenzije  $b^*$  daje žutu boju, a negativna plavu, onda značajno smanjenje vrijednosti dimenzije  $b^*$  nakon izbjeljivanja ukazuje na smanjenje žute nijanse zuba i približavanje neutralnijem tonu boje zuba.

Mjerenja dimenzije  $a^*$  pokazala su značajan pad vrijednosti neposredno nakon izbjeljivanja u skupinama Boost ( $p<0,001$ ), Dash ( $p<0,001$ ) i udlaga ( $p<0,001$ ), nakon mjesec dana Boost ( $p<0,001$ ), Dash ( $p<0,001$ ) i udlaga ( $p<0,001$ ) i 6 mjeseci Boost ( $p=0,001$ ), Dash ( $p<0,001$ ) i udlaga ( $p<0,001$ ) u odnosu na vrijednosti izmjerene prije izbjeljivanja. Pozitivna vrijednost dimenzije  $a^*$  daje crvenu, a negativna zelenu boju, no kad se vrijednosti te dimenzije približavaju nuli, one su sve bliže neutralnoj (sivoj) boji (15). Kako prosječne vrijednosti svih ispitanika prije i poslije izbjeljivanja ne prelaze vrijednost 1 ni -1, vrijednosti

te dimenzije i prije i nakon izbjeljivanja su jako blizu neutralnoj boji te njena promjena nije toliko značajna kod procjene uspješnosti i rezultata izbjeljivanja.

U istraživanju Grobler i sur. (14) praćeni su rezultati promjene boje prije i poslije izbjeljivanja *at-home* preparatom koncentracije karbamid peroksida od 10% koji se aplicirao tijekom noći kroz 14 dana. Zabilježena je razlika između postignutih rezultata u usporedbi s rezultatima dobvenim u našem istraživanju jer preparat korišten u skupini udloga sadržava 6% vodikov peroksid (ekvivalent 21,6% karbamid peroksidu) i korišten je tijekom 6 dana po jedan sat. Grobler i sur. su, u usporedbi s provedenim istraživanjem, dobili nešto veću promjenu svjetline ( $\Delta L^*$ ) nakon mjesec dana (Grobler i sur.  $\Delta L^*=2,60$ ; udloga  $\Delta L^*=1,58$ ) i nakon šest mjeseci (Grobler i sur.  $\Delta L^*=2,44$ ; udloga  $\Delta L^*=0,84$ ) u odnosu na boju prije izbjeljivanja, ali se nakon šest mjeseci promjena svjetline puno više smanjila. Promjena dimenzije  $b^*$  nakon mjesec dana gotovo je ista u oba istraživanja (Grobler i sur.  $\Delta b^*=-2,31$ ; udloga  $\Delta b^*=-2,39$ ), dok se nakon šest mjeseci promjena smanjila u istraživanju Grobler i sur. ( $\Delta b^*=-1,89$ ), dok je u skupini udloga ostala gotovo nepromijenjena ( $\Delta b^*=-2,54$ ).

Svrha drugog dijela istraživanja bila je usporediti pojavu i promjenu inteziteta preosjetljivosti kroz vrijeme proteklo nakon tretmana izbjeljivanja između tri različita sistema za izbjeljivanje zubi. Kako objektivno mjerenje preosjetljivosti i boli nije moguće, koriste se brojne jednostavne i subjektivne metode za procjenu takvih stanja. U ovom istraživanju korištena je Wong-Bakerova skala lica s kojom je bilježena percepcija boli pacijenata neposredno nakon izbjeljivanja te 6, 12 i 24 sata nakon izbjeljivanja.

Unatoč postojanju nekoliko teorija o mehanizmu nastanka dentalne preosjetljivosti nakon izbjeljivanja, najprihvaćenija je ona o penetraciji radikala vodikovog peroksida kroz mikropukotine u caklini i dentinske tubuluse (24) do pulpe što dovodi do razvoja reverzibilnih upalnih promjena (pulpitisa) (27). Veća preosjetljivost se povezuje uz veću koncentraciju sredstva za izbjeljivanje, uz dulje vrijeme izbjeljivanja i nizak pH sredstva za izbjeljivanje (24). Mogući uzrok postoperativne preosjetljivosti je također od ranije prisutan eksponirani dentin.

U našem istraživanju, značajna razlika u percepciji boli i preosjetljivosti zabilježena je između različitih načina izbjeljivanja 6 sati ( $p<0,001$ ), 12 sati ( $p<0,001$ ) te 24 sata ( $p=0,015$ ) nakon izbjeljivanja, dok odmah nakon izbjeljivanja nije zabilježena značajna razlika u percepciji boli ( $p=0,368$ ). U svakoj grupi ispitanika je u različitoj mjeri postojao intenzitet i pojava preosjetljivosti neposredno nakon izbjeljivanja (pojava preosjetljivosti po skupinama:



udlaga 50%, Boost 80% i Dash 60% ispitanika). Niti jedan ispitanik iz grupe udlaga nije osjetio naknadnu preosjetljivost 6, 12 i 24 sata poslije izbjeljivanja, dok je u grupama izbjeljivanja Boost i Dash postojala naknadna preosjetljivost. Rezultati ovog istraživanja ukazuju na statistički značajno ( $p < 0,05$ ) veću percepciju boli neposredno nakon izbjeljivanja te 6, 12 i 24 sata nakon tretmana u skupini Boost u usporedbi sa skupinom Dash i udlaga te je hipoteza da postoje razlike u pojavi preosjetljivosti kod različitih sistema za izbjeljivanje podržana. Između preparata za izbjeljivanje u ordinaciji Dash i Boost također postoji statistički značajna razlika u dužini i intenzitetu preosjetljivosti u svim vremenskim razdobljima. Percepcija boli ispitanika šest sati nakon izbjeljivanja bila je općenito veća u skupini Boost (90% ispitanika) u odnosu na skupinu Dash (40% ispitanika osjeća preosjetljivost različitog intenziteta). Dvanaest sati nakon tretmana, u obje skupine se preosjetljivost smanjuje u intenzitetu i broju pojavnosti (Boost 70% ispitanika ima preosjetljivost, Dash 10%). 24 sata nakon tretmana, preosjetljivost nestaje u skupini Dash, dok se u skupini Boost preosjetljivost svela na 40% ispitanika s manjim intenzitetom nego u prijašnjem razdoblju. Prethodno navedeni rezultati tako podržavaju hipotezu da postoje razlike u promjeni intenziteta preosjetljivosti kroz vrijeme kod različitih sistema za izbjeljivanje.

Jedno od mogućih objašnjenja za veću pojavu preosjetljivosti u svim vremenskim razdobljima ispitanika iz skupine Boost u usporedbi s ostalim skupinama je visoka koncentracija vodikovog peroksida od 40%. Naime, u istraživanjima dostupnima u literaturi (18,44-46), uočeno je da više koncentracije vodikovog peroksida uzrokuju veću preosjetljivost, čime se mogu objasniti i dobiveni rezultati u našem istraživanju. U svome istraživanju, Krause i sur. (46) koristili su se vizualno-analognom skalom boli pri procjeni preosjetljivosti uzrokovane sredstvima za izbjeljivanje koji sadrže karbamid peroksid u koncentraciji od 17%, 10% te 0% (kontrolna grupa) pri čemu je statistički značajna razlika u preosjetljivosti zabilježena između preparata koncentracije od 17% i 10% (46). Također, Benetti i sur. (47) dokazali su u *in vitro* istraživanju da je količina vodikovog peroksida koji je penetrirao do pulpe proporcionalna koncentraciji vodikovog peroksida u sredstvu za izbjeljivanje, što pokazuje da je intenzitet preosjetljivosti proporcionalan koncentraciji, tj. jačini sredstva za izbjeljivanje. U našem istraživanju, usporedbom *at-home* preparata *Bite&White* koncentracije vodikovog peroksida od 6%, uočena je najmanja pojava preosjetljivosti i najmanji intenzitet preosjetljivosti, dok je kod preparata iz skupine Boost koncentracije vodikovog peroksida od 40% zabilježena najveća učestalost i intenzitet

preosjetljivosti. Moghadam i sur. (40) usporedili su pojavu preosjetljivosti nakon tretmana kod izbjeljivanja u ordinaciji s izbjeljivanjem kod kuće i nisu dobili značajnu razliku kod ove dvije tehnike (izbjeljivanje u ordinaciji 57,1%, a kod kuće 42,9%). Kao preparat za izbjeljivanje kod kuće korišten je 15% karbamid peroksid, što je ekvivalent 4,2% vodikovom peroksidu, u trajanju od dva tjedna po četiri sata na dan, a za izbjeljivanje u ordinaciji 38% vodikov peroksid. Iako u rezultatima dobivenim u našem istraživanju postoji zanemarivo veća učestalost preosjetljivosti, rezultati Moghadam i sur. u skladu su s rezultatima dobivenim u ovome istraživanju gdje prosjek pojave preosjetljivosti kod *in-office* materijala (Boost i Dash) iznosi 70%, dok je kod udlage on 50%. Period trajanja preosjetljivosti u našem istraživanju je dulji u skupinama kod kojih su korištene visoke koncentracije sredstva za izbjeljivanje u ordinaciji, dok promjenu preosjetljivosti kroz vrijeme nije moguće usporediti s istraživanjem Moghadama i sur.

Osim koncentracije sredstva za izbjeljivanje, veća postoperativna preosjetljivost se povezuje i s niskom pH vrijednosti sredstva. Niski pH uzrokuje mikroskopske površinske i ispodpovršinske defekte u caklini (28), promjene koje posljedično smanjuju caklinsku mikrotvrdoću (48-49). Smatra se da ti defekti omogućavaju bržu i veću difuziju sredstva za izbjeljivanje prema pulpi uzrokujući upalnu reakciju (50), iako poveznica između pH i pojave preosjetljivosti još uvijek nije sa sigurnošću poznata (51). Istraživanjem Reis i sur. (52) uočeno je da razlaganjem vodikovog peroksida tijekom vremena gel za izbjeljivanje poprima niži pH. U slučaju navedenog istraživanja, gel koji je na početku imao pH 7, nakon 45 minuta izbjeljivanja se spustio na 5 uzrokujući veću preosjetljivost nego kod izbjeljivanja 3x15 minuta, s time da je nova količina gela postavljena nakon svakih 15 minuta. To bi značilo da kraće vrijeme aplikacije gela na zube, ali zato u više ciklusa, neće znatno sniziti pH vrijednost sredstva, a samim time i preosjetljivost bi trebala biti manja. U našem istraživanju, prema sigurnosnim uputama proizvođača, udlaga ima pH veći od 6 na temperaturi od 20°C, Boost između 6 i 8,5, a preparat Dash ima pH između 4,8 i 5,2. Iako Boost ima blago kiseli do blago lužnati pH, rezultati preosjetljivosti u toj skupini su bili najjače izraženi, unatoč tome što su ostali preparati imali nešto niži pH. Naši rezultati mogu se objasniti time što koncentracija vodikovog peroksida (u ovom slučaju 40%) iznad određene razine ima veći utjecaj na preosjetljivost od utjecaja pH sredstva za izbjeljivanje. Također, Basting i sur. (53) usporedili su pojavu preosjetljivosti kod tehnike izbjeljivanja kod kuće i u ordinaciji. Za izbjeljivanje kod kuće koristili su se 10% i 20% karbamid peroksidom pH vrijednosti 7,1 i 7,2, a za izbjeljivanje u ordinaciji 35% i 38% vodikovim peroksidom pH vrijednosti 2.6 i 6.6. Kod

dvaju sredstava za izbjeljivanje u ordinaciji približno jednake koncentracije, dobivena je statistički značajna razlika u pojavi preosjetljivosti što ukazuje na ulogu niskog pH kod veće pojave preosjetljivosti (15% ispitanika je osjetilo preosjetljivost kod 38% vodikovog peoksida, a 47,6% kod 35% vodikovog peroksida). Rezultati dvaju sredstava za izbjeljivanje kod kuće jednake vrijednosti pH, a različite koncentracije, potvrđuju veću pojavu preosjetljivosti kod sredstva veće koncentracije (36,8% ispitanika je osjetilo preosjetljivost kod 10% karbamid peroksida, a 71,4% kod 20% karbamid peroksida). Usporedbom našeg i istraživanja Basting i sur., rezultati prikazuju veću pojavu preosjetljivosti kod sredstva s 20% karbamid peroksidom (ekvivalent 5,6% vodikovom peroksidu) u usporedbi sa sredstvom *Bite & White* korištenim u našem istraživanju, a moguće objašnjenje je dulje vrijeme aplikacije u istraživanju Basting i sur. u trajanju od dva sata na dan kroz tri tjedna u usporedbi s jednim satom kroz šest dana u našem istraživanju. Rezultati dobiveni nakon izbjeljivanja preparatom 38% vodikovog peroksida pojavom preosjetljivosti kod 15% ispitanika nisu sukladni rezultatima dobivenim u našem istraživanju za skupine Boost (80% ispitanika) i Dash (60% ispitanika).

Određena istraživanja pokazuju smanjenje preosjetljivosti uporabom preparata za izbjeljivanje koji sadrže desenzibilirajuće tvari kao što su kalijev nitrat, fluorid i amorfni kalcijev fosfat (ACP) (14,48,49), dok druga opovrgavaju njihov učinak (51). Kalij smanjuje podražljivost živčanih završetaka pulpe i na taj način smanjuje preosjetljivost (54), dok fluoridi i kalcij remineraliziraju defekte nastale otapanjem i okludiraju dentinske tubuluse (55,56) i na taj način usporavaju prodor vodikovog peroksida do pulpe (14,48,49). U našem istraživanju, Boost i udlaga u gelu za izbjeljivanje sadrže tvari koje pomažu umanjiti preosjetljivost. Boost sadrži <5% kalijevog nitrata i 1,1% - 1,5% natrijevog fluorida, a udlaga 0,2% kalijevog nitrata. Pojava velike preosjetljivosti kod preparata Boost ukazuje da visoka koncentracija vodikovog peroksida od 40% nadvladava učinak tih tvari ili opovrgava njihov učinak. S materijalom Dash dobiven je *Relief ACP Oral Care Gel*, koji dolazi u tvorničkom pakiranju zajedno sa sredstvom za izbjeljivanje, a sadrži kombinaciju 5% kalijevog nitrata, 0,22% natrijevog fluorida i 0,375% amornog kalcijevog fosfata. Ispitanicima su dane upute da pri pojavi preosjetljivosti četkicom nanesu gel na zube u trajanju od 3 minute, te se kao jedno od mogućih objašnjenja manje pojavnosti preosjetljivosti šest sati nakon tretmana u usporedbi s onom neposredno nakon izbjeljivanja kod skupine Dash, može pripisati učinkovitosti desenzibilizirajućih tvari u sastavu „*Relief ACP Oral Care Gel*“ gela.

## **6. Zaključci**

U okviru ovog kliničkog istraživanja moguće je zaključiti sljedeće:

1. Sva tri sredstva za izbjeljivanje (Dash, Boost i udlaga) pokazala su učinkovitost u postizanju promjene boje zubi te dugotrajnosti postignutih rezultata.
2. Materijali za profesionalno izbjeljivanje u ordinaciji (Dash i Boost) doveli su do veće promjene boje zubi u odnosu na one korištene kod kuće (udlaga).
3. Dentalna preosjetljivost, kao nuspojava izbjeljivanja, javila se neovisno o načinu izbjeljivanja s time da je kod preparata s najvišom koncentracijom vodikovog peroksida ujedno zabilježen i najveći stupanj preosjetljivosti koja je s vremenom bila sve manja.

## **7. Zahvale**

Zahvaljujemo se svojoj dragoj mentorici dr.sc. Evi Klarić, dr.med.dent. na prenesenom znanju, strpljenju i optimizmu kojim nas je vodila kroz cijelo istraživanje. Posebno smo joj zahvalni na povjerenju i izdvojenom vremenu bez kojih ovaj rad ne bi bio izvediv.

Zahvaljujemo se i cijelom Zavodu za endodonciju i restaurativnu stomatologiju na Stomatološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na iskazanoj susretljivosti, kao i svim ispitanicima istraživanja i kolegama studentima koji su bili od iznimne pomoći.

Zahvaljujemo se i Ivanu Severu na trudu i pomoći pri statističkoj obradi podataka za ovo istraživanje.

## **8. Popis literature**

1. Pretty IA, Edgar WM, Higham SM. The use of QLF to quantify in vitro whitening in a product testing model. *Br Dent J.* 2001;191(10):566-569.
2. Sun L, Liang S, Sa Y, Wang Z, Ma X, Jiang T, Wang Y. Surface alteration of human tooth enamel subjected to acidic and neutral 30% hydrogen peroxide. *J Dent.* 2011;39:686-692.
3. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent.* 2006;34:412-419.
4. Carey CM. Tooth Whitening: What We Now Know. *J Evid Based Dent Pract.* 2014;14:70-76.
5. Borges A, Zanatta R, Barros A, Silva L, Pucci C, Torres C. Effect of Hydrogen Peroxide Concentration on Enamel Color and Microhardness. *Oper Dent.* 2015;40(1):96-101.
6. Faltermeier A, Rosentrit M, Reicheneder C, Behr M. Discolouration of orthodontic adhesives caused by food dyes and ultraviolet light. *Eur J Orthod.* 2008;30:89-93.
7. Cotton FA, Wilkinson G. *Advances in inorganic chemistry. A comprehensive text.* 3<sup>rd</sup> ed. New York: Wiley and Sons; 1972.
8. Sulieman M. An Overview of Bleaching Techniques: 1. History, Chemistry, Safety and Legal Aspects. *Dent Update.* 2004;31:608-616
9. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching – a critical review of the biological aspects. *Crit rev oral biol med.* 2003;14(4):292-304.
10. Addy M, Moran J, Newcombe R, Warren P. The comparative tea staining potential of phenolic, chlorhexidine and anti-adhesive mouth rinses. *J Clin Periodontol.* 1995;22:923-928.
11. Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). *Colorimetry.* Vienna: Central Bureau of the CIE; 2004.
12. Wee AG. Description of color, color replication process, and esthetics. In: Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto JF, editors. *Contemporary fixed prosthodontics.* 4th ed. St. Louis: Mosby; 2006. p. 709-39.

13. Gómez-Polo C, Gómez-Polo M, Martínez Vázquez de Parga JA, Celemín Viñuela A. Study of the most frequent natural tooth colors in the Spanish population using spectrophotometry. *J Adv Prosthodont*. 2015;7(6):413-22.
14. Grobler SR, Majeed A, Moola MH, Rossouw RJ, van Wyk Kotze T. In vivo Spectrophotometric Assessment of the Tooth Whitening Effectiveness of Nite White 10 % with Amorphous Calcium Phosphate, Potassium Nitrate and Fluoride, Over a 6-month Period. *Open Dent J*. 2011;5:18-23.
15. Mondelli RF, de Azevêdo JF, Francisconi AC, de Almeida CM, Ishikiriama SK. Comparative clinical study of the effectiveness of different dental bleaching methods - two year follow-up. *J Appl Oral Sci*. 2012;20(4):435-43.
16. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res*. 1989;68:819-822.
17. Kuehni RG, Marcus RT. An experiment in visual scaling of small color differences. *Color Res Appl*. 1979;4:83-91.
18. Meireles SS, Heckmann SS, Leida FL, dos Santos Ida S, Della Bona A, Demarco FF. Efficacy and safety of 10 percent and 16 percent carbamide peroxide tooth-whitening gels: a randomized clinical trial. *Oper Dent*. 2008;33(6):606-612.
19. Pop-Ciutrilă IS, Colosi HA, Ducea D, Badea ME. Spectrophotometric color evaluation of permanent incisors, canines and molars. A cross-sectional clinical study. *Clujul Med*. 2015;88(4):537-44.
20. Gómez-Polo C, Gómez-Polo M, Celemín-Viñuela A, Martínez Vázquez De Parga JA. Study of the shade tabs of the toothguide 3D master through cluster analysis. *Color Res Appl*. 2014;40:194-200.
21. Matis BA, Hamdan YS, Cochran MA, Eckert GJ. A clinical evaluation of a bleaching agent used with and without reservoirs. *Oper Dent*. 2002;27:5–11.
22. Sproull RC. Color matching in dentistry. II. Practical applications of the organization of color. *J Prosthet Dent*. 1973;29:556-66.

23. Derdilopoulou FV, Zantner C, Neumann K, Kielbassa AM. Evaluation of visual and spectrophotometric shade analyses: a clinical comparison of 3758 teeth. *Int J Prosthodont.* 2007;20(4):414-6.
24. Cartagena AF, Parreiras SO, Loguercio AD, Reis A, Campanha NH. In-office bleaching effects on the pulp flow and pulp sensitivity – case series. *Braz Oral Res.* 2015;29(1):1-6.
25. Lee DH, Lim BS, Lee YK, Yang HC. Effects of hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) on alkaline phosphatase activity and matrix mineralization of odontoblast and osteoblast cell lines. *Cell Biol Toxicol.* 2006;22:39-46.
26. Cook SP, McCleskey EW. Cell damage excites nociceptors through release of cytosolic ATP. *Pain.* 2002;95(1-2):41-7.
27. Markowitz K. Pretty painful: why does tooth bleaching hurt?. *Med Hypotheses.* 2010;74(5):835-40.
28. Akal N, Over H, Olmez A, Bodur H. Effects of carbamide peroxide containing bleaching agents on the morphology and subsurface hardness of enamel. *J Clin Pediatr Dent.* 2001;25(4):293-6.
29. Roberts RB. *Passive tooth bleaching: the cosmetic revolution.* La Mesa: R.B. Roberts; 1991.
30. Brännström M. Dentin sensitivity and aspiration of odontoblasts. *J Am Dent Assoc.* 1963;66(3):366-370.
31. Thitinthapan W, Satamanont P, Vongsavan N. In vitro penetration of the pulp chamber by three brands of carbamide peroxide. *J Esthet Dent.* 1999;11:259-264.
32. Kane RL, Bershadsky B, Lin WC, Rockwood T, Wood K. Efforts to standardize the reporting of pain. *J Clin Epidemiol.* 2002;55(2):105-10.
33. Knezović Zlatarić D, Illeš D, Alajbeg IŽ, Žagar M. In vivo i in vitro procjena ponovljivosti i preciznosti uređaja za određivanje boje zuba VITA Easyshade® Advance 4.0. *Acta stomatol Croat.* 2015;49(2):112-118.



34. Meireles SS, Heckmann SS, Santos IS, Della Bona A, Demarco FF. A double blind randomized clinical trial of at-home tooth bleaching using two carbamide peroxide concentrations: 6-month follow-up. *J Dent.* 2008;36(11):878-84.
35. Karpinia KA, Magnusson I, Sagel PA, Zhou X, Gerlach RW. Vital bleaching with two at-home professional systems. *Am J Dent.* 2002;15:13A-18A.
36. Gerlach RW, Zhou X. Comparative clinical efficacy of two professional bleaching systems. *Compend Contin Educ Dent.* 2002;23(1A):35-41.
37. Bengel WM. Digital photography and the assessment of therapeutic results after bleaching procedures. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* 2003;15(1):S21-S32.
38. Carvalho E, Robazza C, Lage-Marques JL. Spectrophotometric analysis of internal dental bleaching utilizing laser and heat as a catalyst source. *Pesqui Odontol Bras.* 2002;16:337-42.
39. Trakyal G, Özdemir FI, Arun T. Enamel colour changes at debonding and after finishing procedures using five different adhesives. *Eur J Orthod.* 2009;31:397-401.
40. Moghadam FV, Majidinia S, Chasteen J, Ghavamnasiri M. The degree of color change, rebound effect and sensitivity of bleached teeth associated with at-home and power bleaching techniques: A randomized clinical trial. *Eur J Dent.* 2013;7(4):405-11.
41. Wiegand A, Vollmer D, Foitzik M, Attin R, Attin T. Efficacy of different whitening modalities on bovine enamel and dentin. *Clin Oral Investig.* 2005;9:91-7.
42. da Costa JB, McPharlin R, Paravina RD, Ferracane JL. Comparison of at-home and in-office tooth whitening using a novel shade guide. *Oper Dent.* 2010;35(4):381-8.
43. Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer J M. Comparison of the color stability of ten new generation composites: an in-vitro study. *Dent Mater.* 1994;10:353-62.
44. Kihn PW, Barnes DM, Romberg E, Peterson K. A clinical evaluation of 10 percent vs. 15 percent carbamide peroxide tooth-whitening agents. *JADA.* 2000;131(10):1478-1484.
45. Matis BA, Wang Y, Jiang T, Eckert GJ. Extended at-home bleaching of tetracycline-stained teeth with different concentrations of carbamide peroxide. *Quintessence Int.* 2002;33(9):645-655.

46. Krause F, Jepsen S, Braun A. Subjective intensities of pain and contentment with treatment outcomes during tray bleaching of vital teeth employing different carbamide peroxide concentrations. *Quintessence Int.* 2008;39(3):203-209.
47. Benetti AR, Valera MC, Mancini MN, Miranda CB, Balducci. In vitro penetration of bleaching agents into the pulp chamber. *Int Endod J.* 2004;37(2):120-4.
48. Cavalli V, Rodrigues LK, Paes-Leme AF, Brancalion ML, Arruda MA, Berger SB, et al. Effects of bleaching agents containing fluoride and calcium on human enamel. *Quintessence Int.* 2010;41(8):157-65.
49. Soares MUC, Araújo NC, Borges BC, Sales WS, Sobral AP. Impact of remineralizing agents on enamel microhardness recovery after in-office tooth bleaching therapies. *Acta Odontol Scand.* 2013;71(2):343-8.
50. Goldberg M, Grootveld M, Lynch E. Undesirable and adverse effects of tooth-whitening products: a review. *Clin Oral Investig.* 2010;14(1):1-10.
51. Loguercio AD, Tay LY, Herrera DR, Bauer J, Reis A. Effectiveness of nano-calcium phosphate paste on sensitivity during and after bleaching: a randomized clinical trial. *Braz oral res.* 2015;29(1):1-7.
52. Reis A, Tay LY, Herrera DR, Kossatz S, Loguercio AD. Clinical effects of prolonged application time of an in-office bleaching gel. *Oper Dent.* 2011;36(6):590-6.
53. Basting R, Amaral F, Franca F, Florio F. Clinical comparative study of the effectiveness of and tooth sensitivity to 10% and 20% carbamide peroxide home-use and 35% and 38% hydrogen peroxide in-office bleaching materials containing desensitizing agents. *Oper Dent.* 2012;37(5):464-73.
54. Ajcharanukul O, Kraivaphan P, Wanachantararak S, Vongsavan N, Matthews B. Effects of potassium ions on dentine sensitivity in man. *Arch Oral Biol.* 2007;52(7):632-639.
55. Paes Leme AF, dos Santos JC, Giannini M, Wada RS. Occlusion of dentin tubules by desensitizing agents. *Am J Dent.* 2004;17(5):368-372.
56. Addy M, Mostafa P. Dentine hypersensitivity. I. Effects produced by the uptake in vitro of metal ions, fluoride and formaldehyde onto dentine. *J Oral Rehabil.* 1988;15(6):575-585.

## 9. Sažetak

### **Prosudba učinka sredstava za izbjeljivanje na promjenu boje zubi i nastanak postoperativne preosjetljivosti**

Zrinka Budimir, Matea Cerovac, Mario Štambuk

**Svrha rada:** Svrha istraživanja bila je odrediti razliku u promjeni boje zubi s obzirom na način izbjeljivanja te njezinu dugotrajnost i održivost kroz periode od mjesec dana i 6 mjeseci nakon izbjeljivanja. Također je uspoređena pojavnost i intenzitet preosjetljivosti, kao nuspojave izbjeljivanja, u odnosu na vrijeme proteklo nakon tretmana izbjeljivanja.

**Ispitanici i metode:** U istraživanju je sudjelovalo 30 ispitanika (21 žena i 9 muškaraca) koji su nasumično raspoređeni u tri skupine (n=10). Postupak izbjeljivanja provodio se s tri proizvoda, od kojih su dva namijenjena izbjeljivanju u ordinaciji: *Dash* (Philips, SAD) i *Opalescence Boost* (Ultradent, SAD) i sadrže visoke koncentracije vodikovog peroksida (30% i 40%), dok je jedan namjenjen uporabi kod kuće korištenjem prefabricirane udlage *Cavex Bite & White Ready 2 Use* (Cavex, Nizozemska) niže koncentracije vodikovog peroksida (6%). Boja zubi određena je pomoću spektrofotometra *Vita Easyshade Advance 4.0* (Vita Zahnfabrik, Njemačka) i to neposredno prije, neposredno nakon izbjeljivanja, te mjesec dana i šest mjeseci nakon izbjeljivanja. Izmjerene vrijednosti izražene su korištenjem CIELab sustava boja. Za mjerenje boli i preosjetljivosti korištena je Wong-Bakerova skala lica u vremenskim razmacima od 6, 12 te 24 sata nakon izbjeljivanja.

**Rezultati:** Odmah nakon izbjeljivanja došlo je do značajne promjene u boji zuba ( $\Delta E > 3$ ;  $p < 0,001$ ) prilikom korištenja svih sredstava za izbjeljivanje (Boost, Dash i udlaga). Mjesec dana ( $p < 0,001$ ) odnosno šest mjeseci nakon izbjeljivanja ( $p < 0,001$ ) boja zuba i dalje je značajno odstupala od početne odnosno one izmjerene prije izbjeljivanja. Prilikom korištenja udlage prosječna promjena u boji izmjerena odmah nakon izbjeljivanja, mjesec dana te šest mjeseci nakon izbjeljivanja u odnosu na početnu boju nije se značajno promijenila ( $p > 0,05$ ). Ista mjerenja za Boost i Dash preparate u prosjeku su ukazala na značajno veću promjenu u boji zuba mjesec dana ( $p < 0,001$ ) i šest mjeseci ( $p < 0,001$ ) nakon izbjeljivanja u odnosu na promjenu u boji zuba izmjerenu odmah nakon tretmana izbjeljivanja. Značajna razlika u percepciji boli i preosjetljivosti zabilježena je između različitih načina izbjeljivanja 6 sati ( $p < 0,001$ ), 12 sati ( $p < 0,001$ ) te 24 sata ( $p = 0,015$ ) nakon izbjeljivanja, dok odmah nakon

izbjeljivanja nije zabilježena značajna razlika u percepciji boli ( $p=0,368$ ). Percepcija boli 6 sati nakon izbjeljivanja bila je općenito veća za izbjeljivanje Boost preparatom u odnosu na Dash ( $p=0,028$ ) i udlagu ( $p=0,002$ ), dok je za Dash bila veća jedino u odnosu na mjerenja prilikom korištenja udlage ( $p=0,060$ ). 12 sati nakon izbjeljivanja preosjetljivost je općenito bila veća za izbjeljivanje Boost preparatom u odnosu na Dash ( $p=0,012$ ) i udlagu ( $p=0,009$ ). Između Dash i udlage nije zabilježena statistički značajna razlika u percepciji boli 12 sati nakon izbjeljivanja. Percepcija boli 24 sata nakon izbjeljivanja bila je još uvijek općenito veća prilikom korištenja Boost preparata u odnosu na Dash ( $p=0,048$ ) i udlagu ( $p=0,060$ ), dok između Dash preparata i udlage nije zabilježena razlika.

**Zaključak:** Sva tri sredstva za izbjeljivanje pokazala su učinkovitost u postizanju promjene boje zubi te dugotrajnosti postignutih rezultata. Materijali za profesionalno izbjeljivanje u ordinaciji doveli su do veće promjene boje zubi u odnosu na one korištene kod kuće. Kao nuspojava izbjeljivanja, dentalna preosjetljivost javila se neovisno o načinu izbjeljivanja s time da je kod preparata s najvišom koncentracijom vodikovog peroksida ujedno zabilježen i najveći stupanj preosjetljivosti koja je s vremenom bila sve manja.

**Ključne riječi:** izbjeljivanje zubi, boja zubi, postoperativna preosjetljivost

## **10. Summary**

### **Assessment of efficiency of whitening products in achieving teeth color change and their impact on the occurrence of postoperative hypersensitivity**

Zrinka Budimir, Matea Cerovac, Mario Štambuk

**Purpose:** The aim of this study was to determine the difference in teeth color change considering the method of bleaching and its endurance and sustainability one month and 6 months after bleaching. At the same time the appearance and change in the intensity of hypersensitivity as a side effect of bleaching was observed over the course of a period after the bleaching treatment.

**Methods:** A total of 30 participants (21 women and 9 men) who volunteered for this research were randomly set up in 3 groups (n=10). The process of bleaching was performed by using three products of which two were meant for bleaching in-office: *Dash* (Philips, USA) and *Opalescence Boost* (Ultradent, USA), which contain a high concentration of hydrogen peroxide (30% and 40%), and one is intended for home treatment using prefabricated splints *Bite&White Ready 2 Use* (Cavex, the Netherlands) with a lower concentration of hydrogen peroxide (6%). The degree of color change was evaluated with the spectrophotometer *Vita Easyshade Advance 4.0* (Vita Zahnfabrik, Germany) before and immediately after bleaching, and one and six months thereafter. The device teeth color measurements were based on the CIE L\*a\*b\* color space system. All the participants were instructed to record their perception of tooth sensitivity on a *Wong-Baker faces Pain Rating Scale* during bleaching and 6, 12 and 24 hours after the whitening treatment.

**Results:** Immediately after the bleaching treatment the results showed that there was a significant change in color ( $\Delta E > 3$ ;  $p < 0,001$ ) with the usage of all agents for bleaching (Boost, Dash and splint). One month ( $p < 0,001$ ) and six months after bleaching ( $p < 0,001$ ) the color of teeth continued to differ from the one recorded before bleaching. While using the splint average change of color that was measured right after the bleaching, one month and six months after the bleaching did not change significantly in comparison to the starting color of the teeth ( $p > 0,05$ ). Records for Boost and Dash agents in average have shown a significantly greater change of teeth color one month ( $p < 0,001$ ) and six months ( $p < 0,001$ ) after bleaching in comparison with the change of teeth color recorded immediately after the treatment. The

results have shown considerable differences in the perception of the pain and hypersensitivity between the different bleaching methods 6 hours ( $p < 0,001$ ), 12 h ( $p < 0,001$ ) and 24 hours ( $p = 0,015$ ) after bleaching, while there was no significant difference in the perception of the pain ( $p = 0,368$ ) immediately after the bleaching. The perception of the pain from respondents 6 hours after bleaching was generally greater while bleaching with Boost products in comparison with Dash ( $p = 0,028$ ) and splint ( $p = 0,060$ ). The perception of pain 12 hours after bleaching was generally greater by using the Boost product in comparison to Dash ( $p = 0,012$ ) and splint ( $p = 0,009$ ). No statistically significant difference in perception of pain 12 hours after bleaching was recorded between Dash and splint. The perception of pain 24 hours after bleaching was still generally greater during the usage of the Boost products in comparison to Dash ( $p = 0,048$ ) and splint ( $p = 0,060$ ) while there was no difference between Dash and splint.

**Conclusion:** All three products for bleaching were effective in teeth color change and in sustainability reflecting on the obtained results. The materials for professional in-office bleaching caused greater change of color in comparison with splint. Dentin hypersensitivity as a side effect appears independently of the bleaching method, taking in consideration that the greatest degree of hypersensitivity, which decreased with time, was recorded with products with the highest concentration.

**Key words:** teeth whitening, tooth color, postoperative hypersensitivity