

# Određivanje boje zubi u okviru fiksno protetske terapije

Sladana Milardović Ortolan, dr. med. dent.<sup>1</sup>, Lana Bergman, dr. med. dent.<sup>1</sup>  
Joško Viskiđ, dr. med. dent.<sup>1</sup>, prof. dr. sc. Ketij Mehulić<sup>1</sup>  
Ivan Salarić<sup>2</sup>

[1] Zavod za fiksnu protetiku, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
[2] student 6. godine

Usklađenost boje protetskog rada sa susjednim prirodnim zubima čini važnu odrednicu uspjeha terapije i ponajviše utječe na pacijentovo zadovoljstvo. Osobito u današnje vrijeme prenaplašenih estetskih zahtjeva taj aspekt se nikako ne smije zanemariti. Stoga određivanje boje čini važnu fazu prilikom izrade nadomjeska. Odrediti točnu boju zuba, prenijeti dobivene informacije u zubotehnički laboratorij te boju reproducirati u konačnom nadomjesku veliki je izazov. Klinička istraživanja su pokazala da je čak 44 do 63 % cementiranih krunica neodgovarajuće boje (1-3).

Glavni problem pri određivanju boje zubi predstavljaju njihova polikromatska priroda, subjektivnost promatrača te ograničenja ključeva boja koji nepotpuno zastupaju raspon boja prirodnih zubi (4,5). Razvojem materijala i tehnika kao i povećanjem pacijentovih očekivanja određivanje boje postalo još složenije. Sposobnosti osobe koja bira boju i uvjeti u kojima to radi utječu na pouzdanost i preciznost

postupka. Neki kliničari određivanje boje prepuštaju zubnim tehničarima, obzirom na činjenicu da je oni trebaju reproducirati u nadomjesku. Neodgovarajuća boja nadomjeska u pravilu znači ponovnu izradu te gubitak vremena i novca što može dovesti do frustracija kod svih sudionika.

Postoje različite metode određivanja i mjerenja boje u stomatološkoj protetici, ali se sve one mogu svrstati u dvije osnovne grupe: vizualne i instrumentalne.

## Parametri boje

Određivanje boje, bilo vizualno ili instrumentalno, zahtijeva razumijevanje parametara kojima se ona opisuje i izražava. Percepcija boje uključuje vidljivu svjetlost koja upada u oko i stimulira fotoreceptore mrežnice, a oni dalje odašilju signal putem optičkog živca prema mozgu (6,7). Budući da oko posjeduje receptore za tri primarne boje (crvena, zelena i plava), sve se boje vide kao smjesa tih triju primarnih boja. Boja se radi lakše ilustracije i vizualizacije opisuje trodimenzionalnim koordinatnim sustavom pomoću  $L^*a^*b^*$  ili  $L^*C^*h$  prostora boja (8,9).

### a) $L^*a^*b^*$ prostor boja

$L^*a^*b^*$  je trenutno jedan od najpopularnijih prostora boja, a uveo ga je Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) 1970-ih. U tom prostoru  $L^*$  označava svjetlinu i počinje od 0 (crno) do 100 (bijelo), a smješten je na y-osi koordinatnog sustava. Vrijednosti  $a^*$  (x-osi) i  $b^*$  (z-osi) su koordinate kromatičnosti:  $+a^*$  je smjer crvene,  $-a^*$  je smjer zelene,  $+b^*$  je smjer žute, a  $-b^*$  je smjer plave (slika 1). Centar je bezbojan: kada se  $a^*$  i  $b^*$  vrijednosti povećaju i točka se kreće iz centra, kromatičnost boje se povećava.  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  vrijednosti

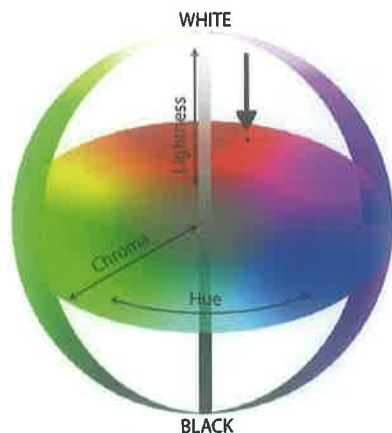
kvantitativne su mjere i zato se mogu izračunati brojčane razlike između dviju točaka boje. Ekvilibrijska udaljenost između njih procjenjuje se kao Delta E i može se izračunati formulom:  $\Delta E_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ . Smatra se da ljudsko oko može raspoznati razliku u boji  $\Delta E \geq 10$ .

### 2) $L^*C^*h$ prostor boja

$L^*C^*h$  prostor boja koristi isti dijagram kao  $L^*a^*b^*$  sustav, ali koristi cilindrične koordinate umjesto pravokutnih. U ovom prostoru boja,  $L^*$  (luminance, value) označava svjetlinu od bijelog ( $L = 100$ ) do crnog ( $L = 0$ ) i isti je kao  $L^*$  u  $L^*a^*b^*$  prostoru boja.  $C^*$  (chroma) je zasićenost ili intenzitet, a predstavlja razliku između boje i sivog tona iste svjetline, mjereno kao odstupanje od neutralne osi. Vrijednost  $h$  (hue) je nijansa ili ton (kut) tj. ono što obično nazivamo bojom (crvena, žuta, zelena, plava). Vrijednost boje  $C^*$  je 0 u sredini i povećava se prema udaljenosti od centra. Kut tona je definiran početno na  $+90^\circ$  (crveno),  $90^\circ$  stupnjeva bi bila  $+b^*$  (žuta),  $180^\circ$  bi bila  $-a^*$  (zelena),  $270^\circ$  stupnjeva bi bila  $b^*$  (plava).

## Vizualno određivanje boje zuba

Vizualna usporedba boje temelji se na uspoređivanju s nekim poznatim fizičkim standardom koji je prihvaćen kao referentan. U dentalnoj medicini se u tu svrhu koriste ključevi boja. Percepcija boje predstavlja zbroj fiziološkog i psihološkog odgovora na podražaj te je stoga nepredvidljiva. Unatoč činjenici da vizualna metoda određivanja boje ima nedostatke u smislu nepouzdanosti, i subjektivnosti (11,12), a popratno i ograničenja samog ključa boja, ipak se najčešće koristi u svakodnevnoj prak-



Slika 1.  $L^*a^*b^*$  prostor boja.



Slika 2. Vita Classical ključ boja (Vita Zahfabrik, Bad Säckingen, Njemačka).



Slika 3. Vizualno određivanje boje pomoću ključa boja Chromascope (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).



Slika 4. Odabire se najbližnja boja iz ključa.

si (13). Na odabir boje utječu brojni čimbenici poput dobi, spola, iskustva, sposobnosti razlikovanja boje (14), oblika i površinske teksture zuba, osvjetljenju (15) kao i samom ključu boja (4,5).

Neki od najčešće korištenih ključeva boja su Vita Classical (Vita Zahfabrik, Bad Säckingen, Njemačka) (slika 2) i Chromascope (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) (slika 3.). Ovdje će biti prikazan koncept najpoznatijeg ključa Vita Classical, dok ostali predstavljaju varijacije. Ovaj ključ 16 boja razvrstava prema nijansi (hue), svjetlini (value) i zasićenosti (chroma), dakle  $L^*a^*b^*$  vrijednosti. Nijansa ili osnovna boja označena je slovima A, B, C i D. Boje A, primjerice, sve imaju sličnu nijansu. Svjetlina je označena brojevima 1, 2, 3 i 4. Zadnji parametar je zasićenost ili intenzitet nijanse. Zasićenost i svjetlina su u obrnuto proporcionalnom odnosu. Boje su kodirane oznakama A1, A2, A3, A3,5, B1 itd. Općenito, veći brojevi na ključu

boja označavaju veću zasićenost, a manje vrijednosti veću svjetlinu.

#### Postupak:

Boju je najbolje određivati pri dnevnom svjetlu između 12 i 15 sati u smjeru sjevera<sup>16</sup>. Budući da je taj zahtjev teško poštivati u svakom trenutku, u ordinaciji ili laboratoriju se može koristiti korigirano osvjetljenje na način da su fluorescentne cijevi kalibrirane na 6500 °K. Ova temperatura najpribližnija je temperaturi dnevne svjetlosti i pomaže nam da isključimo svjetlost kao faktor umanjenja kvaliteta poklapanja boja<sup>17</sup>. Ako boju određujemo klinički, najbolje ju je određivati na samom početku posjeta, prije ikakvih intervencija, jer se njima mogu isušiti zubi što može utjecati na boju. Istovremeno dolazi do zamora oka kliničara. Kad se radi o pacijentima, potrebno je prije određivanja boje skinuti ruž sa usana zbog uklanjanja ometajućih čimbenika. Ključ boja se drži paralelno sa zubima te se pronalazi boja

koja najbolje odgovara zubu. Zub ne bi trebalo promatrati dulje od pet sekundi. Preporučljivo je zatim jednu minutu gledati u plavu površinu kako bi se izoštrila percepcija žutih tonova. Šifra odabrane boje se pamti ili bilježi i prenosi zubnom tehničaru (slika 4). Preporučljivo je provjeriti je i pod drugim osvjetljenjima kako bi se potvrdio izbor.

### Instrumentalno određivanje boje zuba

Instrumentalnim određivanjem boje zuba eliminira se subjektivnost te se smatra pouzdanijom i ponovljivijom metodom. Postoje različite vrste uređaja, a u dentalnoj medicini se najčešće koriste kolorimetri i spektrofotometri.

Kolorimetar je uređaj koji mjeri tristimulusne vrijednosti boja (na način sličan ljudskom doživljaju boja), u pravilu podešenom prema krivulji standardnog promatrača. Mjerenje boja kolorimetrom temelji se na uspoređivanju ispitivane boje s bojom nastalom u kolorimetru miješanjem osnovnih boja aditivne sinteze, prema Grassmanovim zakonima. Većina kolorimetara prikazuje vrijednosti u jednom od prostora boja. Jedna od najvažnijih prednosti kolorimetra je da omogućava izračunavanje  $\Delta E$  razlike boja, na temelju razlika u svjetlini, nijanse



Slika 5. Spektrofotometar za oralnu primjenu SpectroShade Micro (MHT, Verona, Italija).

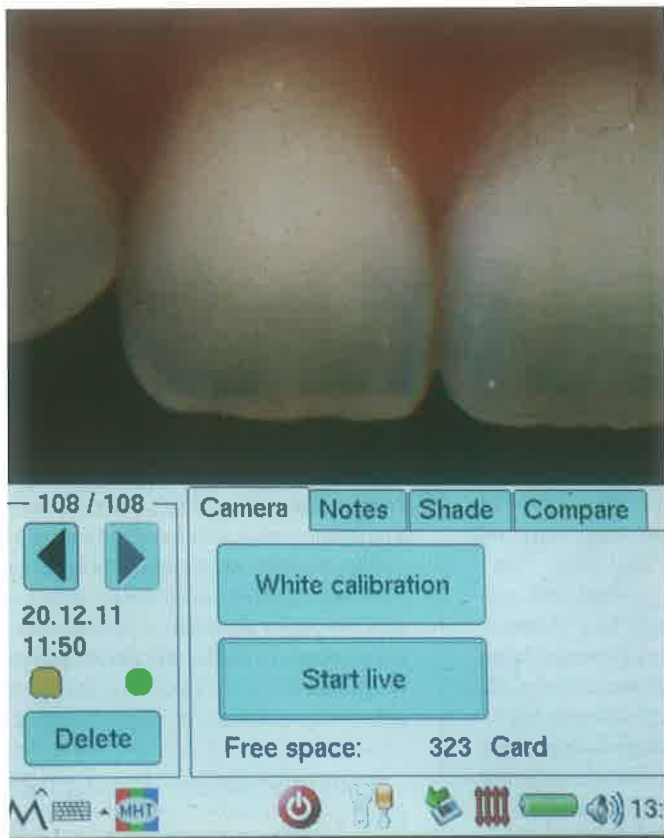


Slika 6. Postolje za kalibraciju uređaja.

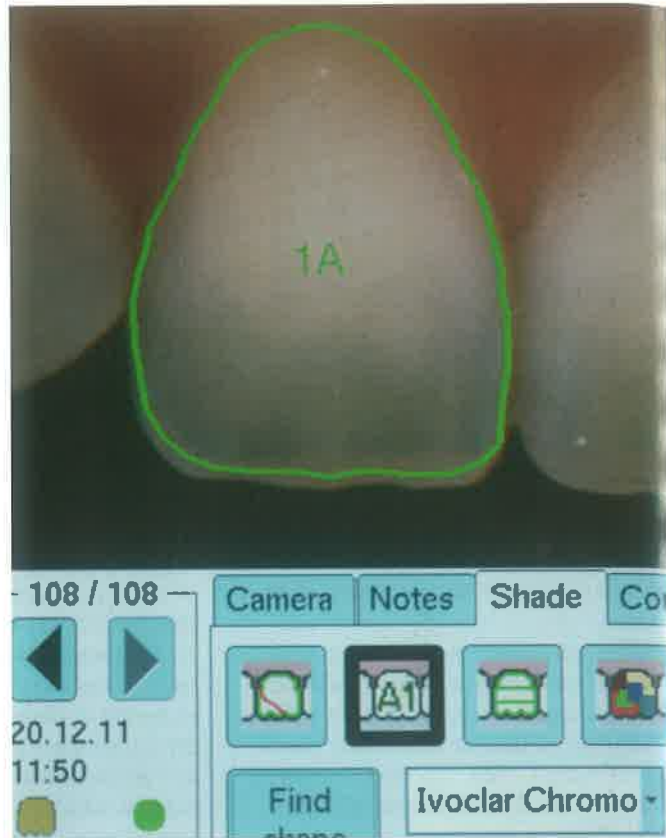


Slika 7. Instrumentalno određivanje boje pomoću uređaja SpectroShade Micro (MHT, Verona, Italija).





Slika 8. Dobivena slika zuba na zaslonu uređaja



Slika 9. Ukupna boja zuba

i zasićenosti. Glavni nedostatak je što su ograničeni na standardnog promatrača i na samo jedan standardni izvor svjetla pa ne mogu provjeriti da li se dva različita uzorka boja vizualno poklapaju pod različitim izvorima svjetla. Predstavnik ove skupine u dentalnoj medicini je ShadeVision (X-Rite, Grand Rapids, SAD).

Spektrofotometar je uređaj koji mjeri promjene u refleksiji, transmisiji ili zračenju, u intervalima, duž valnih dužina vidljivog dijela spektra. Kao rezultat mjerenja faktora refleksije ili transmisije u pojedinim valnim područjima (intervalima) dobiva se spektrofotometrijska krivulja. Suvremeni spektrofotometri sadrže informacije o CIE standardnom promatraču, krivuljama spektralne emisije za mnoge standardne izvore svjetla i mikroročunalo za izračunavanje CIE tristimulusnih vrijednosti. Predstavnici u dentalnoj medicini su Easysshade (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Njemačka) i SpectroShade Micro (MHT, Verona, Italija).

Ovdje će biti prikazan rad sa spektrofotometrom Spectroshade Micro (slika 5).

#### Postupak:

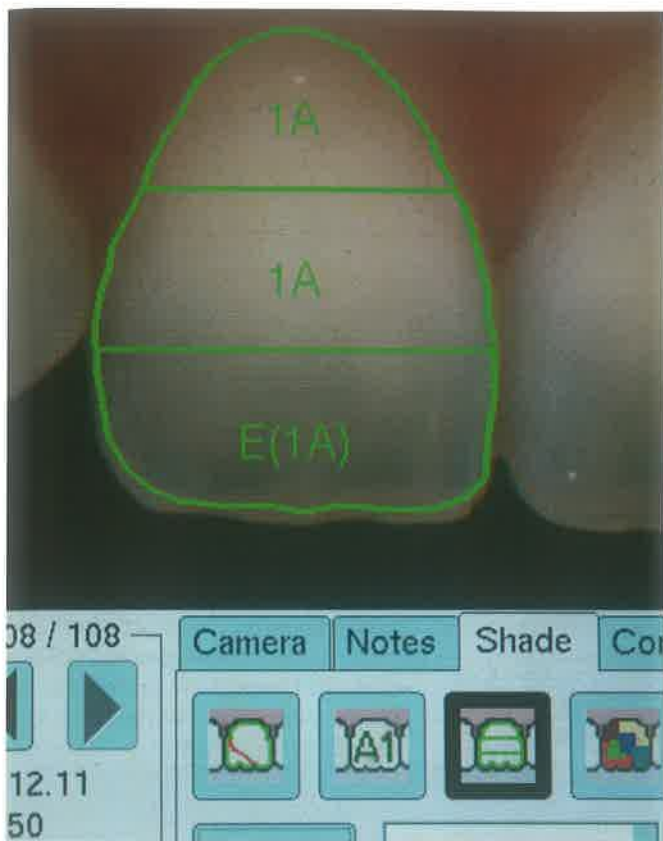
Doba dana ili svjetlo u ordinaciji kod ove metode ne igraju ulogu. Prije uporabe uređaj je potrebno kalibrirati prislanjanjem nastavka na bijelu i zelenu pločicu na postolju (slika 6). Uređaj potom javlja da je spreman za mjerenje te se oralni nastavak naslanja na zub koji se mjeri (slika 7). Rezultati se unutar nekoliko sekundi prikazuju na zaslonu uređaja (slika 8) te odgovaraju odabranom ključu boja koji se prethodno instalira. Mjerenja se provode u prostorima boja  $L^*a^*b$  i  $L^*C^*h$  pa se te vrijednosti mogu prema potrebi prizvati. Pomoću ovog instrumenta može se identificirati boja cijele površine zuba (slika 9) ili prema trećinama (cervikalna, srednja i incizalna) (slika 10). Također se površina može analizirati po segmentima (slika 11). Slike i krajnji rezultati mogu biti pohranjeni na sam uređaj ili preneseni na računalo putem USB-a, a mogu se također slati putem elektroničke pošte u laboratorij.

#### Zaključak

Usporedba vizualnog i instrumentalnog određivanja boje je uvijek zanimljiva tema. Vizualna metoda je subjektivna i pod utjecajem brojnih čimbenika. Ipak nije manje vrijedna i ne smije se pod-

cjenjivati. Zapravo je većina „objektivnih“ uređaja za mjerenje razvijeno na temelju vizualnog odgovora „standardnog promatrača“. Osim toga, najmanja vrijednost  $\Delta E$  ne znači nužno najbolju usklađenost zbog različite osjetljivosti perceptora na svjetlinu, nijansu i zasićenost. Stoga je odgovor na pitanje da li koristiti vizualnu ili instrumentalnu metodu određivanja boje: Gdje god je moguće, koristite obje jer jedna drugu nadopunjavaju i pomažu pri postizanju predvidljivog estetskog rezultata. Ne zaboravimo – najveći uspjeh estetskog stomatologa očituje se u njegovoj vještini izrade nadomjeska koji se besprijekorno uklapa u postojeću denticiju.

Ovaj rad je izrađen u sklopu projekta MZOŠ broj 065-0650446-0426.



Slika 10. Boja zuba prema trećinama



Slika 11. Boja zuba u pojedinim područjima

## LITERATURA

1. Milleding P, Haag P, Neroth B, Renz I. Two years of clinical experience with Procera titanium crowns. *Int J Prosthodont* 1998;11:224-32.
2. Bergman B, Nilson H, Andersson M. A longitudinal clinical study of Procera ceramic-veneered titanium copings. *Int J Prosthodont* 1999;12:135-9.
3. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Hillis SL. Clinical assessment of high strength all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2000;83:396-401.
4. Paravina RD, Power JM, Fay RM. Color comparison of two shade guides. *Int J Prosthodont* 2002;15:73-8.
5. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am* 2004;48:341-58.
6. Hecht E. Optics, 4th ed.. Reading, MA: Addison-Wesley; 2002.
7. Williamson SJ, Cummins HZ. Light and color in nature and art. New York: Wiley; 1983.
8. Smith T, Guild J. The C.I.E. colorimetric standards and their use. *Transactions of the Optical Society* 1932;33:73-130. (with

9. Kuehni RG. The early development of the Munsell system. *Color Research and Application* 2002;27:20-7.
10. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res* 1989;68:1760-4.
11. Hammad IA. Intrarater repeatability of shade selections with two shade guides. *J Prosthet Dent* 2003;89:50-3.
12. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent* 1998;80:642-8.
13. van der Burgt TP, ten Bosch JJ, Borsboom PC, Kortsmit WJ. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent* 1990;63:155-62.
14. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am* 2004;48:341-58.
15. Paravina RD. Evaluation of a newly developed visual shade-matching apparatus. *Int J Prosthodont* 2002;15:528-34.
16. Dagg H, O'Connell B, Claffey N,

- et al: The influence of some different factors on the accuracy of shade selection. *J Oral Rehabil* 2004;31:900-4.
17. Romney AK, Indow T. A model for the simultaneous analysis of reflectance spectra and basis factors of Munsell color samples under D65 illumination in three-dimensional Euclidean space. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2002;99:11543-6.