

## Utjecaj rasvjete na stvaranje subjektivne percepcije boje pri izboru nijansa boja za izradu estetskih krunica i faseta

Z. KOSOVEL

Problem boje umjetnih zubi je gotovo jednako tako star kao i težnja čovjeka da iz estetskih razloga nadomještava izgubljene žvačne jedinice »vidljivog« sektora zubnog luka. Pa ipak ni danas taj problem nije sasvim riješen, jer paralelno s dostignućima svjetske dentalne industrije na tom području javljaju se novi problemi i novi zahtjevi.

Jedan od novonastalih problema posljednjih godina je pronalaženje i primjena novih vrsta rasvjete, koje dentalnoj industriji postavljaju zahtjev za pronalaženjem materijala, koji će još više imitirati ponašanje prirodnih zubi u uvjetima različitih suvremenih izvora svjetlosti.

No, to neće biti predmetom ovog referata, već nam je namjera da se u okviru teme kritički osvrnemo na uobičajene postupke izbora i miješanja boja-materijala za umjetne zube na temelju zapažanja u praksi i studija fizikalno-optičkih fenomena, koji su nam dosad poznati.

\*

Zadatak izbora boje postavlja se u stomatološkoj protetici principijelno u tri osnovna vida: pri izboru boje zuba za totalnu protezu, za parcijalnu protezu i za estetsku krunicu ili fasetu u mostu.

a) Pri izboru boje zubi za totalnu protezu problem je najmanji. Svodi se na iz-

bor boje gotovih garnitura i (prema pisanju američkog autora Krajiceka) na nastojanje da se izaberu boja i oblik umjetnih zubi koji će odgovarati dobi pacijenta, općoj boji lika (fizionomiji) i kompleksu očiju, kose i usnica. Dakle, tu postoji problem u izboru osnovne boje garniture već tvornički sastavljenih tonova, koja će najbolje odgovarati određenoj osobi individualno.

b) Pri izboru boje zubi za parcijalnu protezu zadatak je već teži. U tom slučaju postoje preostali pacijentovi zubi s kojima treba postići relativnu harmoniju zubi. Prirodni zubi posjeduju delikatnu mješavinu tonova i varijacija boja pa zbog toga optimalni efekt kopiranja boje preostalih zubi nije jednostavno postići. Olakšica ipak postoji, jer se u parcijalne proteze stavlja već tvornički gotove zube pa za uspoređivanje s prirodnima služe zubi, za čiju izradu nije vezana naša laboratorijska procedura.

c) Najveći je problem postizanje odgovarajuće nijanse boje estetskih krunica i faseta. Složenost tog zadatka potvrđuje praksa u kojoj se može zapažati, s obzirom na izbor boje, mnoštvo tek djelomično uspješnih imitacija prirodnih zubi u ustima pacijenta. Prilikom izrade estetskih krunica i mostova pacijent i liječnik su često puta samo djelomično zadovoljni postignutim

tonom boje, a nisu rijetki nesporazumi, uvjeravanja i ponavljanja izrade. Obično se u takvim slučajevima uzrok nepotpunog uspjeha pripisuje lošem materijalu, lošoj obradi ili nepažnji laboranta pri miješanju boja. Međutim, koliko god to može biti razlogom, treba uputiti na činjenicu da uzrok može postojati u cijelom kompleksu faktora, a posebno u utjecaju rasvjete na stvaranje subjektivnog dojma boje pri izboru i pri miješanju pojedinih nijansa.

Ako se izuzme faktor materijala (akrilata ili porculana) s njegovim fizikalnim i optičkim svojstvima, koje rješava dentalna industrija, i faktor standardne laboratorijske izrade, koji je određen okvirom standardnih propisa, preostaje kao naročito važan činilac u postizanju uspjeha varijabilni faktor selekcije i sastavljanja boje u uporedbi sa preostalim prirodnim zubima.

U prilog ovoj konstataciji treba znati da je odabiranje boje u usporedbi sa prirodnim zubima stvar subjektivnog kriterija selektora (aparata za objektivno registriranje razlika boja za naše svrhe ne postoji u praktičnoj upotrebi), a optički fenomeni u stvaranju dojma nijanse boje bitno su vezani osim na optička svojstva materijala, na receptore za boje u oku (čunjići)- psihički faktor i faktor rasvjete.

Selektori — ordinarijus i laborant — stvaraju subjektivnom procjenom sud i odluku o nijansi boje na osnovu usporedbe između ključa boja i prirodnog zuba, odnosno između ključa boja i materijala za izradu krunice ili fasete. Dakle, subjektivni faktor je presudan u uspoređivanju između dva objektivna. Svi ljudi ne doživljavaju nijanse boja jednako, nešto zbog nejednake osjetljivosti oka, a nešto i zbog različitih psihičkih faktora (različita raspoloženja, umor), no posebnu nesigurnost na realnije ocjenjivanje unosi promjenljivi faktor rasvjete (različiti direktni izvori svjetla i reflektirana svjetlost obojenih površina).

Za studij utjecaja rasvjete na boju predmeta poslužili smo se znanjima iz fizike (optike, kolorimetrike). U svom udžbeniku F. W. Sears navodi da »mi objekte vidimo pomoću svjetlosti koju oni reflektiraju, a da je boja (prema definiciji Kolorimetrijskog komiteta) svojstvo svjetlosti koja se s objekta reflektira«. Drugim riječima, boja predmeta, odnosno boja reflektirane svjetlosti, ne zavisi samo od svojstava objekta nego i od boje izvora svjetlosti.

Od izvora svjetlosti dolazi u obzir prirodna i umjetna rasvjeta. Prirodna rasvjeta već i sama može biti varijabilna (direktna, indirektna, difuzna, više ili manje intenzivna), a njen različiti utjecaj poznat je iz fotografije (naročito u kolor-fotografiji). Umjetni izvori koji praktički dolaze u obzir su: električne žarulje s Wolframovom niti, fluorescentne cijevi i živine svjetiljke. Svi navedeni izvori prirodni i umjetni emitiraju miješano, više ili manje bijelo svjetlo, koje predstavlja smjesu raznih spektralnih boja, odnosno raznih valnih dužina svjetla.

Da bismo mogli ocijeniti vrstu svjetla raznih svjetlosnih izvora, neće biti na odmet ako se podsjetimo na naučavanja optike.

Svjetlost čine elektromagnetski valovi koji se razlikuju po valnim dužinama. Naše oko registrira svjetlo različitih dužina vala kao osjet različitih boja. Vidljivo zračenje sunčevog spektra može se prema valnim dužinama rasčlaniti u šest osnovnih boja, kako je to prikazano u slijedećoj tablici:

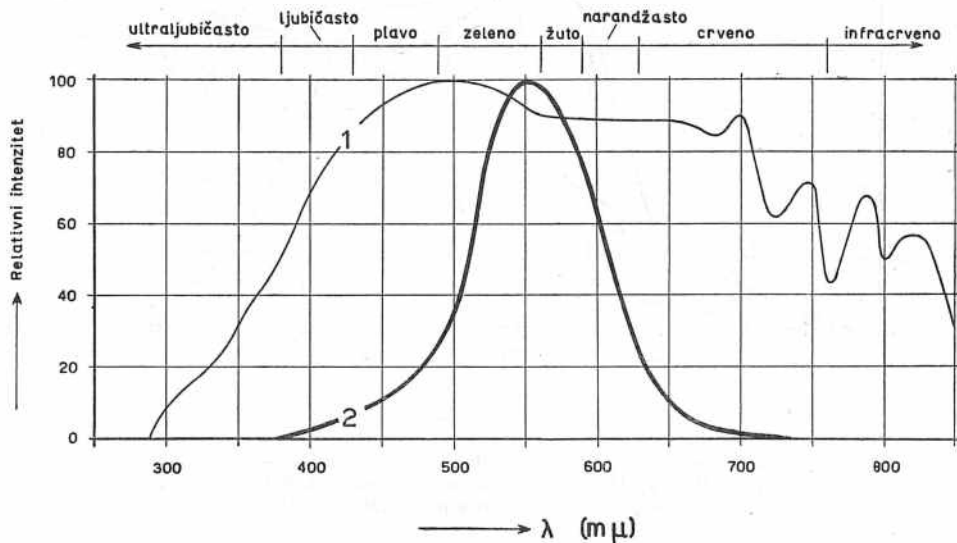
		Angströmovih jedinica
crveno	7.900 — 6.300	„
narančasto	6.300 — 5.900	„
žuto	5.900 — 5.600	„
zeleno	5.600 — 4.800	„
plavo	4.800 — 4.200	„
ljubičasto	4.200 — 3.900	,

Iznad 7.900 A. j. je infracrveno zračenje, a ispod 3.900 A. j. valne dužine je ultravioleto zračenje koje ne vidimo, ali u okviru miješanog zračenja daju svoj doprinos stvaranju dojma boje osvjetljenog objekta (naročito ultravioleto zračenje).

Pojedini nabrojeni izvori svjetla emitiraju miješanu svjetlost u tablici navedenih valnih dužina od ultraljubičastih do infracrvenih, ali ne u istim intenzitetima. Karakteristiku pojedinih izvora svjetla daju krivulje spektralne razdiobe intenziteta zračenja. To su krivulje koje za svaku valnu dužinu daju relativni intenzitet te

dijagram očitno pokazuje važne kvalitativne razlike različitih izvoda koje daju povoda za zaključak da će boja, ma kako dobro bila pogodena pri odabiranju u uvjetima miješanja i sastavljanja, u usporedbi s istim uzorkom iz ključa boja u uvjetima druge rasvjete (u laboratoriju), dati drugačiji dojam. A tek onda kad je faseta ili krunica izrađena i isprobana u ustima u trećim uvjetima, i uz najpedantniji i najbolji rad do tog momenta, može rezultirati loše.

Razlike u nijasama boje mogu se pojaviti uz rasvjetu različitih izvora svjetla



Slika 1 1 — zračenje sunca, 2 — spektralna osjetljivost oka

time pokazuju koja spektralna područja prevladavaju u zračenju pojedinih izvora.

Iako je osjetljivost oka na spektralne boje varijabilna, relativna osjetljivost normalnog oka na zračenje iz raznih dijelova svjetlosnog (sunčevog) spektra je najjača u žutozelenom dijelu, što sa svoje strane također utječe na stvaranje subjektivnog dojma boje (sl. 1).

Različiti relativni intenzitet pojedinih spektralnih boja nekoliko suvremenih izvora svjetla, u međusobnoj komparaciji, navodi se kao primjer u slici 2. Prikazani

unatoč sposobnosti akomodacije oka na boje izvora svjetla.

Kod istog zuba, razlike u nijansama boje pojavljuju se ne samo prilikom mijenjanja vrste izvora, nego i prigodom mijenjanja intenziteta istog izvora (igra svjetla i sjene) što se također može zapaziti i prostim okom.

Zbog razlike rasvjete kako prirodne tako i umjetne, estetska krunica neće izgledati u svakom momentu iste boje, a neće ni sami prirodni zubi. Osim toga, među prirodnim i umjetnim zubima postoji razlika

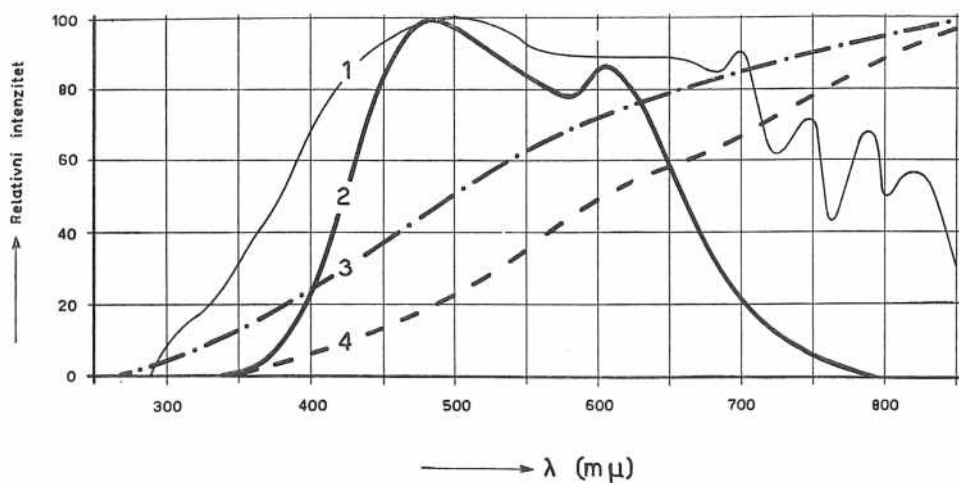
u ponašanju pri promjeni rasvjete, tj. postoji stanovita divergencija. Prirodni se zubi drugačije mijenjaju nego umjetni, što smo pokušali fotografski registrirati pod uvjetima različite rasvjete a biti će referirano drugom prilikom.

Fenomen divergencije ponašanja tonova boje je značajan i još neriješen faktor u našim nastojanjima, a vezan je dobrim dijelom na svojstvo fluorescencije prirodnog zuba, koje ni kod jedne vrste od do-

kao ultraljubičasto ili bilo koje drugo monokromatsko svjetlo praktički ne dolazi u obzir, ipak njihov utjecaj u stvaranju percepcije boje treba uzeti u obzir prilikom ocjene utjecaja pojedinih izvora miješanog svjetla.

### Zaključak:

1. Sve navedene činjenice potvrđuju utjecaj rasvjete na rezultat izbora i izrade boje za estetske krunice i fasete.



Slika 2 1 — zračenje sunca, 2 — fluorescentna cijev, 3 — preopterećena foto žarulja (3360°K), 4 — Volframova žarulja 500 W (2960°K).  
(Slike su izrađene na osnovu krivulja iz udžbedika BARROWS-a)

sad nama pristupačnih materijala i gotovih umjetnih zubi nismo mogli zapaziti u prirodnim razmjerima. Međutim, iako ova konstatacija nije predmet teme, na ovom je mjestu dobro došla kao dopuna dokazima o kompleksnosti optičkih zbivanja pri izboru i miješanju boja, te smo i o toj pojavi također morali voditi računa.

Eklatantan primjer za utjecaj rasvjete na boju umjetnog zuba, odnosno fasete, poznata je već prije nekoliko decenija (Tiede) činjenica da porculanski i akrilatni zubi u ultravioletnom svjetlu postaju potpuno nevidljivi. Iako ekstremna rasvjeta

2. Akrilatima za tu svrhu, ma koliko dobre optičke osobine imali, nedostaju svojstva koja bi ih još više približila prirodnim zubima i s njima ih izjednačila u ponašanju pri promijenjenoj rasvjeti. Tada izbor boje, a i laboratorijsko slaganje boja moglo bi biti obavljeno u bilo kojem svjetlu, jer bi iste optičke osobine uvjetovale identično ponašanje u različitim uvjetima prirodne i umjetne rasvjete.

3. Individualni subjektivni faktor osjeta i ocjene boje selektora nismo još u mogućnosti objektivizirati, odnosno isključiti, pa bi u danas postojećim uvjetima ra-

svjete, materijala i optičkih priručnih aparata bilo potrebno ograničiti upliv barem nekih utjecajnih faktora selekcije i laboratorijske izrade umjetnih zubi, na način

da taj posao obavlja jedna te ista osoba — zubni tehničar — uz kontrolu liječnika u jednoj određenoj (bilo kojoj) uvijek istoj rasvjeti.

## UTJECAJ RASVJETE NA STVARANJE SUBJEKTIVNE PERCEPCIJE BOJE PRI IZBORU NIJANSA BOJA ZA IZRADU ESTETSKIH KRUNICA I FASETA

### S a d r ž a j

U referatu se daje kritički osvrt na uzroke insuficijentnih rezultata izbora i laboratorijskog sastavljanja odgovarajućih nijansi boja kod izrade estetskih krunica i faseta iz akrilata.

Analizirajući uzroke neuspjeha imitiranja nijansi boja prirodnih zubi u pojedinim slučajevima, autor dokumentirano ukazuje na utjecaj različitih modernih izvora svjetla na stvaranje subjektivnog dojma (percepcije) boje i na ulogu subjektivnog faktora selekcije u okviru uobičajenih praktičnih postupaka.

U uvjetima postojećih insuficijentnih optičkih svojstava raspoloživih materijala za izradu umjetnih zubi i današnjih izvora svjetlosti preporuča se kao privremeno poboljšanje da izbor i sastavljanje nijansi boja za estetske krunice i fasete mostova vrši jedna te ista osoba u uvjetima jedne standardne umjetne rasvjete. Daljnja istraživanja su u toku.

## THE INFLUENCE OF LIGHTING UPON THE SUBJECTIVE PERCEPTION OF COLOUR IN THE CHOICE OF NUAÑCES OF COLOUR FOR AESTHETIC CROWN AND FACETS

### Summary

The paper surveys critically the causes of the unsatisfactory results in the choice and laboratory composition of suitable nuances of colours when making aesthetic crowns and facets of acryle resins.

Analysing the reasons for failure in imitating the nuances of colour of the natural teeth in individual cases, the author points to the effect of the different modern sources of lighting upon the subjective perception of colour and to the subjective factor of selection during the usual practical procedures. His claims are substantiated by documentation.

In view of the inadequate optical properties of the materials available for the making of artificial teeth and the existing sources of lighting, the author recommends as a temporary measure of improvement in the choosing and composing of the nuances of colours that aesthetic crowns and facets of the bridges be made by one and the same person working by one and the same standard artificial light. Further investigations are in progress.

## EINFLUSS DER BELEUCHTUNG AUF DIE GESTALTUNG DER SUBJEKTIVEN FARBENPERZEPTION BEI WAHL VON FARBEN-NUANCEN ZUR AUSFÜHRUNG ÄSTETISCHER KRONEN UND FACETTEN

### Zusammenfassung

Im Referat wird ein kritischer Rückblick auf die Ursachen der insuffizienten Resultate bei der Wahl und bei den laboratorischen Zusammenstellungen entsprechender Farben-Nuancen während der Anfertigung ästhetischer Kronen und Facetten aus Akrilat, gegeben.

Bei der Analyse der Ursachen bei Misserfolgen sowie bei Imitation von Farben-Nuancen natürlicher Zähne, verweist der Autor dokumentiert auf den Einfluss verschiedener moderner Lichtquellen bei Bildung subjektiver Farbenperception, sowie auf die Rolle des subjektiven Faktors der Selektion im Rahmen gewohnter praktischer Verfahren.

Bei bestehenden Bedingungen insuffizienter optischer Eigenschaften zur Verfügung stehender Materiale für die Herstellung künstlicher Zähne und heutiger Lichtquellen, wird als vorübergehende Besserung anempfohlen die Wahl und Zusammenstellung der Farben-Nuancen für ästhetische Kronen und Brückenfacetten, unter Bedingung einer modernen künstlichen Beleuchtung, von einer und derselben Person durchführen zu lassen. Weitere Untersuchungen sind im Gange.

#### L I T E R A T U R A :

1. **Barrows, W. E.:** »Light, Photometry, and Illuminating Engineering« Third Edition-Mc Graw-Hill Book Comp, Inc., New York, 1951.
2. **Krajcick, D. D.:** »Achieving Realizm with complete Dentures«, The Journal of Prosthetic Dentistry str. 232. 1963.
3. **Nuttall, E. B.:** »Factors influencing Success of Porcelain Jacket Restorations«, The Journal of Prosthetic Dentistry str. 746. 1961.
4. **Pringsheim, P., Vogel M.:** »Lumineszenz von Flüssigkeiten und festen Körpern«, 1951.
5. **Roydhouse, R. H.:** »Materials in Dentistry«, 86, 1962.
6. **Sears, V. H.:** »Some differing Concepts of Denture Service«, The Jour. of Prosthetic Dentistry, str. 765, 1954.
7. **Sears, F. W.:** »Optika« (prijevod), Naučna knjiga — Beograd, 1963.
8. **Skinner, Phillips:** »The Science of Dental Materials«, 1962.
9. **Supek, I.:** »Moderna fizika i struktura materijala«, Tehnička knjiga — Beograd, 1960.
10. **Young, H. A.:** »Selecting the anterior Tooth Mold«, The Jourlandof Prosthetic Dentistry, str. 748, 1954.

Napomena: Zahvaljujem i na ovom mjestu Dr. K. Kempniju, izvanrednom profesoru Farmaceutskog fakulteta na pruženoj pomoći, stručnim savjetima i razumijevanju.

**Dr Z. KOSOVEL**  
**Zagreb, N. Demonje 19/I**