

**Ivan Galić, dr. stom.**

## LEGURE ZA METALKERAMIČKE RADOVE (I. DIO)

Svakim danom na tržištu se nude nove legure, kojima industrija nastoji poboljšati potrebna svojstva i ukloniti ili smanjiti loše osobine. Ne postoji još uvijek jasna predodžba kada nekoj leguri dati prednost pri metalkeramičkom radu. Klinički uspjeh svakako ovisi o ispravnom izboru odgovarajuće legure i keramike. Pristup mora biti individualan za svaki rad.

Nazivlje i podjela u proizvodnji i primjeni dentalnih legura obično izaziva nedoumice i pogrešne zaključke, kako kod laika tako i u struci. Ono što je skuplje, obično nije i bolje.

Otpornost na koroziju je osobina koja metale odvaja na plemenite i neplemenite. Dakle, nazive plemeniti i neplemeniti metali koristimo da istaknemo elektrokemijska svojstva.

Zlatne i paladij-plemenite legure su otporne na koroziju zbog ne svezivanja s atmosferskim kisikom na sobnoj temperaturi. Naprotiv, legure u kojima su nikel i kobalt dominantno zastupljeni brzo oksidiraju, dobivajući stabilni oksidni omotač koji onemogućuje dubinsku difuziju kisika, a time i dubinsku koroziju.

Nazivi plemeniti i neplemeniti metali se često neispravno koriste pri opisu dentalnih legura, upućujući na koštanje legure. Pod nazivom plemeniti i poluplemeniti su se ubrajale legure koje obično sadrže srebro, paladij te zlato. No srebro, koje korodira u uvjetima usne šupljine, jedino u kombinaciji s paladijem pokazuje plemenita svojstva.

Plemeniti metali za dentalne legure su zlato, platina i paladij. Iridium i rutenium se dodaju za poboljšanje svojstava (do 1% masenog udjela), zlatnim i paladij legurama.

Desetljećima je zlato dominantno korišteno ne samo zbog svojih dobrih fizikalnih i bioloških svojstava, već i kao, kod nekih, potpuno prihvaćen estetski nadomjestak. Sedamdesetih je došlo do višestrukog povećanja koštanja zlata, što se odrazilo i na razvijanje legura sa manjim udjelom zlata sa prosječno 85% na oko 50% masenog udjela. Osamdesetih je izrazito porasla primjena legura paladija kao alternativa zlatu. Zadnjih godina cijena paladija na svjetskom tržištu je stalno rasla, tako da je od 1995 do 2001 godine porasla osam puta. To svakako stvara mnoge poteškoće a i izazove industriji materijala i stomatološkoj praksi.

American Dental Assotiation (ADA) je 1984. objavila opću podjelu legura za metalne i metal-keramičke radove, na osnovi udjela plemenitih metala, ne specificirajući, sastavne metale legure, klinička svojstva, biokompatibilnost.

Prema ADA:

### **udio plemenitih metala: minimalni težinski udio Au, Pt, Pd**

visoko-plemenite legure	60% i više (minimum 40% zlata)
plemenite legure	25% i više (sadrži ili ne sadrži zlato)
neplemenite legure	ispod 25% (sadrži ili ne sadrži zlato)

Visoko plemenite legure. U njih je težinski udio preko 60% plemenitog metala a minimalno sadrže od toga 40% zlata. Tri se legure primjenjuju i to:

zlato-platina- paladij (Au-Pt-Pd),  
zlato-paladij- srebro (Au-Pd-Ag),  
zlato-paladij (Au-Pd).

**Zlato-platina-paladij legura** je povijesno prva legura za napečenje keramike. Bakar koji se dodavao zlatnim legurama za povećanje čvrstoće kod potpuno-metalnih mostova, je bio neprikladan zbog neželjenog obojenja keramike. Nadomješten je odgovarajućom Fe-Pt primjesom. Svezivanje za keramiku je postignuto dodavanjem primjese iridija. Ovi dodani elementi za vrijeme pečenja difundiraju na površinu i stvaraju s atmosferskim kisikom svoje okside, koji su preduvjet kemijske sveze s keramikom.

**Zlato-paladij-srebrna legura** sedamdesetih se koristila kao odgovor dentalne industrije na rapidno povećanje cijene zlata na svjetskoj burzi. Zlato je reducirano ispod polovine masenog udjela a platina potpuno izbačena i nadomještena povećanjem udjela paladija i uvođenjem srebra. Potrebna čvrstoća je postignuta dodatkom selena i iridija, čiji oksidi na površini pridonose metal keramičkoj vezi. Kod nekih metalkeramičkih sistema je uočeno zeleno obojenje kao posljedica difuzije srebra iz legure u keramiku i vezivanja za atome natrija. Zeleno obojenje je naknadno izbjegnuto zamjenom natrija kalijem, koji svojom veličinom priječi difuziju iona srebra u keramiku.

**Zlato-paladij legure**, kod njih je izbačeno srebro. Razvijene su koncem sedamdesetih. Imaju izvrsna mehanička svojstva, zadovoljavajući koeficijent toplotnog istezanja i svezivanja za keramiku.

## Plemenite legure

Udio plemenitih metala u težinskom udjelu legure je barem četvrtinu, s tim da to ne mora biti zlato. Postoje tri sistema legura koje ubrajamo u plemenite:

paladij-srebro (Pd-Ag),  
paladij-bakar-galij (Pd-Cu-Ga),  
paladij-galij (Pd-Ga).

**Paladij-srebrne legure**, uspješno su nastavile težnje proizvođača da smanje udio zlata, ispod 2% masenog udjela. Razmjerno je povećan udio paladija i srebra. U kombinaciji s paladijem srebro poprima plemenita svojstva, otporno je na koroziju. Kao što smo istakli termin poluplemeniti koji se prije rabio za ovakve legure, ne odgovara i ne bi se trebao rabiti. Poredeći ove legure s visoko plemenitim, imaju približne vrijednosti modula elastičnosti i čvrstoće, te mnogo manju specifičnu težinu. Visoki udio srebra može izazvati kod neodgovarajuće odabrane keramike očekivano zeleno obojenje keramike.

**Paladij-bakar-galij legure**. Kod njih je udio paladija preko 70% i predstavljene su ranih 80tih. Dodavanje galija, koji ima nisku točku tališta (30 °C), paladiju (1555 °C) omogućilo je primjenu iste tehnike odljeva koja se rabila za pretežno zlatne legure. Za paladij legure se rabi uložni materijal bez ugljika zbog povećanja krtosti legure (Lauš, Magisterij str. 16). Ugljik u ovim legurama smanjuje jačinu svezivanja sa keramikom.

**Paladij-galij legure** imaju približna mehanička svojstva paladij-srebrnim legurama. Iako su na tržištu od sredine osamdesetih, nisu postigle široku kliničku primjenu. Površinski tamni oksid kod Pd-Ga-Co legure predstavlja veliku poteškoću prilikom maskiranja opakerom.

## Neplemenite legure

Legure koje svrstavamo u ovu grupu imaju mali udio plemenitih metala, ispod 25%, s tim da zlato ne mora biti uključeno. Tu ubrajamo Nikal-krom (Ni-Cr), kobalt-krom (Co-Cr) legure i titan (Ti).

**Nikal-krom legure**, odlikuju se mogućnošću dobivanja različitih mehaničkih svojstava mijenjajući udio pojedinih dodatnih elemenata tako da otpornost na tlak varira od 260 do 807 MPa, a tvrdoća po Vickersu je od 175 do 335. Modul elastičnosti Ni-Cr legura je mnogo veći nego kod plemenitih legura. Indikacije za ovu leguru su razmjerno veliki rasponi između nosača, gdje trebamo krutost, što će onemogućiti pucanje napečene keramike i njeno odlamanje. Većina ovih legura sadrži do 2% masenog udjela berilija, koji spušta temperaturu lijevanja, snižava viskoznost legure, čime se poboljšava kakvoća odljeva. Berilij poboljšava čvrstoću i djeluje na debljinu oksidirajućeg površinskog sloja.

ADA je preporučila da se kod osoba osjetljivih na nikal ne koriste legure koje sadrže nikal, za protetsko zbrinjavanje. Naime, jedna opsežna studija je pokazala da 9% ženske i 0.9% muške populacije ima potvrđene reakcije na nikal. Druga studija koja je obuhvatila osobe za koje je utvrđeno da su osjetljive na nikal, i koji su bili intraoralno izloženi Ni-Cr leguri, je utvrdila da je njih 30% pozitivno reagiralo u prvih 48 sati.

**Kobalt-krom legure**, uvedene su kao alternativa čim su uočeni potencijalni zdravstveni problemi koje su izazivale legure s većinskim udjelom nikla. Od svih legura koje se rabe za metalkeramičke radove Co-Cr legure imaju najveći specifični modul elastičnosti (170-220GPa). Visoka tvrdoća koja je po Vickersu 300-350 otežava završnu obradu.

**Titan.** Titan je neplemeniti metal. Sve se više nameće kao optimalno rješenje pri izboru metalne osnove za metalkeramički rad. Mala specifična težina (4.5g/cm<sup>3</sup>) usporedimo li je sa zlatom(19.3g/cm<sup>3</sup>) ili paladijem(12.0g/cm<sup>3</sup>) ukazuje na težinski značajno lakši rad koji će pacijent nositi godinama. Mnoga ispitivanja dokazuju izvrsna biokompatibilna svojstva, te korozivnu inertnost. Ispitane su mnoge legure uključujući čisti čisti titan, Ti-6Al-4V te mnoge probne legure. Poteškoće kod primjene za napečenje stvara površinski inertni oksidirani sloj TiO<sub>2</sub>, te visoka temperatura lijevanja (1668°C). Lagani titan zahtijeva i posebne strojeve za obradu i lijevanje koje omogućuju uvjete vakuma i argonsku obradu. Teškoće u odljevanju titana industrija je pokušala riješiti složenim kopiranjem i frezanjem nosača iz blokova titana, npr. Procera sistemom.

## **LITERATURA:**

1. McCabe JF, Walls AWG: Metals and Alloys. U Applied Dental Materials, Blackwell Science, Oxford, 1998, str. 47-68.
2. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J: Metal selection. U Contemporary Fixed Prosthodontics, Mosby, St.Louis, 2001, str. 497-508.
3. American Dental Association Report: Classification system for cast alloys, / Am Dent Assoc 109:838,1984.
4. Fuys A et al: Precipitation hardening in gold-platinum alloys containing small quantities of iron, / Biomed Mater Res 7:471,1973.
5. Civjan S et al: Further studies on gold alloys used in fabrication of porcelain-fused-to-metal restorations, / Am Dent Assoc 90:659,1975.
6. Vermilyea SG et al: Observations on gold-palladium-silver and gold-palladium alloys, / Prosthet Dent 44:294,1980.
7. Anusavice KJ et al: Interactive effect of stress and temperature on creep of PFM alloys, / Dent Res 64:1094, 1985.
8. Papazoglou E et al: Porcelain adherence to high-palladium alloys, / Prosthet Dent 70:386,1993.
9. Goodacre CJ: Palladium-silver alloys: a review of the literature, / Prosthet Dent 62:34, 1989.
10. Wu Q et al: Heat-treatment behavior of high-palladium dental alloys, Cells Mater 7:161/1997.
11. American Dental Association, Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment: Biological effects of nickel-containing dental alloys, / Am Dent Assoc 104:501,1982.
12. Moffa JP et al: An evaluation of nonprecious alloys for use with porcelain veneers. II. Industrial safety and biocompatibility, / Prosthet Dent 30:432,1973.
13. Bumgardner JD, Lucas LC: Corrosion and cell culture evaluations of nickel-chromium dental casting alloys, / Appl Biomater 5:203,1994.
14. Taira M et al: Studies of Ti alloys for dental castings, Dent Mater 5:45,1989.
15. Hamanaka H: Titanium casting - A review of casting machines, Trans Acad Dent Mater 6:89,1993.