

Här presenteras den nionde artikeln om dentala material. Tidigare artiklar i serien har publicerats i Tandläkartidningen nummer 4, 5, 7, 10, 11 och 12/2017.



Översikt. Del av artikelserien Dentala material.
Godkänd för publicering den 1 juni 2016.
Artikeln är översatt från danska av Öresunds Översättningsbyrå, Lund.

Oädla legeringar för fast protetik



Författare

Nils Roar Gjerdet,
prof, dr odont, Inst för
klinisk odontologi, Det
medisinsk-odontologiske
fakultet, Universitetet i
Bergen; NIOM – Nordisk
Institutt for Odontolo-
giske Materialer, Oslo,
Norge.
E-post: gjerdet@uib.no
och nils.gjerdet@niom.no

Kobolt-kromlegeringar används ofta vid tillverkning av kronor och broar. Materialen har goda mekaniska egenskaper; det gäller i synnerhet den höga elasticitetsmodulen (styvhet). Titan eller titanlegeringar kan vara ett annat oädelt alternativ, som dock har lägre elasticitetsmodul. De nyare databaserade framställningsteknikerna, i synnerhet selektiv lasersmältning, verkar kunna påverka flera egenskaper, men om detta har vi ännu bara begränsad systematisk information.

Metaller och legeringar har en lång historia som odontologiska restaurationer i form av inlägg, onlays, kronor och broar. Ädelmetallegeringar har varit till nytta för odontologin i över hundra år, men nu utmanas de av oädla legeringar och högstyrkeramer [1].

Odontologiska metaller och legeringar kommer, efter allt att döma, att vara aktuella i lång tid framöver inom många användningsområden. Många av materialtyperna är genomtestade, och metalliska material har ett inbyggt skydd mot brottskador och kan även i viss grad justeras och repareras (figur I).

KLASSIFICERING AV LEGERINGAR

Legeringarna kan delas in efter användningsområde, såsom beskrivet i den gällande ISO-standarden för metaller och legeringar (ISO 22674:2016) [2]. Standarden delar in legeringarna i sex typer, betecknade 0 till 5, oberoende av materialtyp. I praktiken är det aktuellt med typ 3–5 i inlägg, kronor och broar. Typ 5 har det högsta kravet på styrka (flytgräns på 500

– mekaniska och biologiska egenskaper

megapascal, ”proof strength”) och kräver även en elasticitetsmodul (E-modul, styvhet) på minst 150 gigapascal (GPa). I praktiken kommer typ 5 endast att inkludera vissa oädla legeringar, som kobolt-kromlegeringar, men inte titan, som har en elasticitetsmodul som är lägre än 150 GPa (figur II). För de övriga legeringstyperna, (0–4), anger standarden inga krav på elasticitetsmodul.

En annan – men inte standardiserad – indelning, kan göras med utgångspunkt från sammansättning. Grovt sett kan legeringarna delas in i oädla (”base metals”) och sådana som innehåller ädla metaller som guld, palladium och platina. Det är värt att påpeka att silver inte är en ädel metall i detta sammanhang. Ofta används uttryck som ”precious”, ”semi-precious” och ”non-precious”. Dessa beteckningar är inte harmoniserade och ger ingen exakt information om sammansättning eller egenskaper, men ofta räknar man med att ”non-precious” är det samma som oädla legeringar, gärna kobolt-krom.

Kobolt-kromlegeringar består normalt av cirka 60 procent kobolt och 25 procent krom samt grundämnen som molybden och wolfram. De är välkända

från avtagbara partiella proteser, men nu finns även en rad olika versioner för fasta proteser och kronor. Dessa innehåller legeringselement som gör att de kan användas till metallkeramikteknik (tabell 1).

Titan är också en oädel metall. Den kan användas till kronor och broar i form av nästan ren titan ("commercially pure" – CP-titan, grad 1-4) eller i titanlegeringar med vanligtvis 6 procent aluminium och 4 procent vanadium (Ti6Al4V). De sistnämnda kallas grad 5-titan, och används ofta i ortopediska implantat [3]. Elasticitetsmodulen för titan och aktuella titanlegeringar är inte väsentligt högre än för ädla legeringar, i området 80–120 GPa (figur II).

De flesta oädla legeringar klarar kerampåbränning. Detta kräver att legeringarna och de keramiska materialen har matchande egenskaper, så att man uppnår god bindning utan skadliga spänningar som kan leda till brott i keramen. Det har påvisats att den keramiska bindningens styrka är beroende av legeringens sammansättning [4], och även i någon grad av tillverkningstekniken bakom metallskelettet [5].

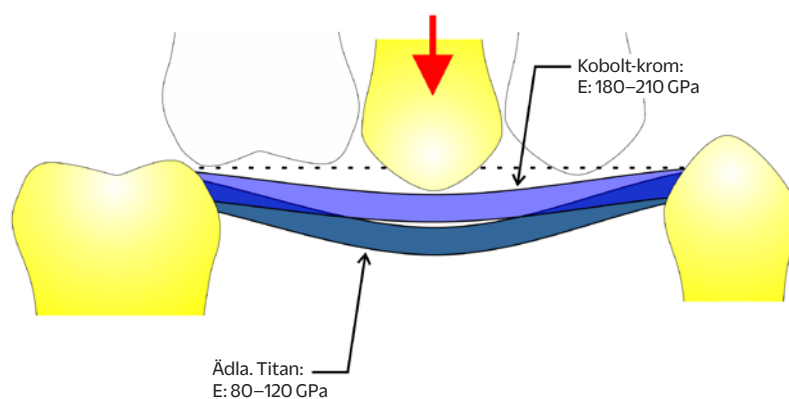
Titankonstruktioner klarar kerampåbränning med en "low-fusing"-keram (bränntemperatur cirka 800 °C) [6]; men det verkar finnas en tendens till keramfrakturer, vilket kan bero på metallskelettets utformning, den lägre elasticitetsmodulen och även kvaliteten och tjockleken på oxidskiktet mellan metall och keram, som är känsligt för processvariabler [6, 7].

KEMISKA OCH TEKNISKA EGENSKAPER

De oädla legeringarna kan användas som odontologiska restaureringsmaterial eftersom de är elektrokemiskt passiverade av legeringselement som bildar ett skyddande oxidskikt, vilket i sin tur hämmar korrosion [8]. Titan har en egen förmåga till stark passivering genom att det bildas titanoxid i ytan. För kobolt-kromlegeringar är det i synnerhet krom (Cr) som tillsammans med molybden (Mo) gör dessa legeringar motståndskraftiga mot korrosion.



Figur I. Exempel på ett broskelett tillverkat genom selektiv lasersmältning (SLM) av kobolt-kromlegering.



Figur II. Schematisk illustration av nedböjning av en bro med kobolt-kromlegering jämfört med en bro med ädelmetallegering eller titan.

Tabell 1. Sammansättning av olika kobolt-kromlegeringar

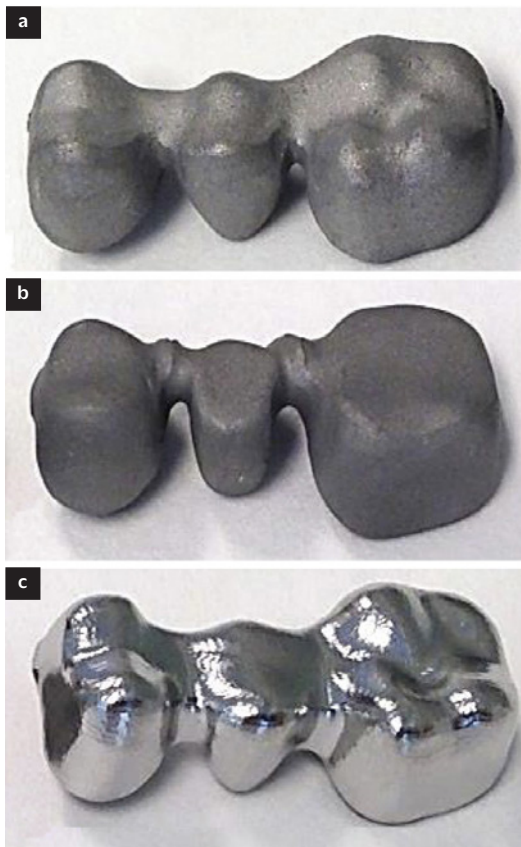
	Co	Cr	Mo	W	Övriga
Legering 1	60,5	28,0	<1	9,0	Si: 1,5
Legering 2	63	23	7,3	4,3	Si: 1,5
Legering 3 (till lasersmältning)	63,9	24,7	5,0	5,4	
Legering 4	63,3	24,8	5,1	5,3	
Legering 5	59,0	25,5	5,5	5,0	Ca: 3,2
Legering 6 (till glaskeramiska fasader)	60,2	30,1	<1	<1	Ca: 3,9 Nb: 3,2

Tabell 1. Exempel på grundämnessammansättning (i viktprocent) av kobolt-kromlegeringar till kronor eller broar från olika producenter. Det framgår att sammansättningen varierar från producent till producent (information från producenternas informationsmaterial). Specifika produktnamn bör därför anges i patientjournalerna.

"Kobolt-kromlegeringar ... är välkända från avtagbara partiella proteser, men nu finns även en rad olika versioner för fasta proteser och kronor."

Figur III. Exempel på broar på samma patientfall, tillverkade med (a) selektiv lasersmältning, (b) traditionell modellering och gjutning samt (c) frästechnik. Observera i synnerhet de olika utformningarna av förbindelserna mellan kronor och pontic.

Källa: NIOM Newsletter, december 2015, <http://bit.ly/2hC95yE>



De mekaniska egenskaperna hos legeringarna är viktiga, i synnerhet för broar. Generellt har metaller och legeringar en viss seghet (duktilitet) som skyddar mot plötsliga sprödbrott. Styvheten i en konstruktion, i synnerhet hos broar, är viktig, och dikteras av utformningen (brospann och förbindelsernas dimensioner) och materialegenskaper. Elasticitetsmodulen hos kobolt-kromlegeringar är högre än standardens lägstakrav för typ 5-legeringar på 150 gigapascal, medan titan och de flesta ädelmetallhaltiga legeringar har lägre elasticitetsmodul [2] (figur II).

Kombinationer av suprastrukturer av kobolt-krom och dentala implantat i titan kan potentiellt skapa en galvanisk koppling. Data tyder på att effekten av detta inte är alarmerande [9], även om en lätt förhöjd frisättning av metaller från kopplade konstruktioner kan påvisas [10].

EFFEKTER AV TILLVERKNINGSTEKNIK

Den traditionella metoden för tillverkning av metall- och legeringsbaserade restaureringar är gjutning – ”lost wax technique”. I dag har datorstödda konstruktions- och tillverkningstekniker (CAD/CAM) emellertid blivit allt vanligare [11].

Bearbetningen till färdigt kron- eller broskelett kan ske genom subtraktiv teknik, vilket innebär att restaureringen fräses ut ur ett legeringsämne (”milling”), eller genom additiv teknik (tredimensionell ”utskrift”), som innebär att restaureringen byggs upp skiktvis i ett metallpulver som selektivt smälts ner, till exempel med en laserstråle (selektiv lasersmältning, SLM) eller en elektronstråle [12, 13]. Utformningen, i synnerhet av förbindelserna mellan olika brodelar, kan variera allt efter vilka möjligheter och begränsningar de olika teknikerna erbjuder (figur III).

De tre tillverkningsteknikerna – gjutning, subtraktiv eller additiv teknik – förefaller ha en påverkan på slutproduktens materialegenskaper. Detta gäller speciellt additiv SLM-teknik, som innebär att egenskaper hos metallpulvret och laser- eller elektronstråle-parametrar påverkar bland annat mikrostrukturen, som i sin tur kan ha betydelse för korrosionsförhållandena [14]. Data tyder på att lasersmälta konstruktioner har högre styrka än sina gjutna motsvarigheter [15, 16]. Fortfarande saknas dock kunskap och data som kan ha klinisk betydelse.

Undersökningar av passformen mellan konstruktion och tandmodeller ger inga entydiga svar. I en studie var det lasersmältning som hade den bästa inre passformen [17], medan det i en annan studie var frästa konstruktioner som uppvisade den bästa marginalanpassningen och lasersmältning den sämsta – detta sannolikt på grund av fastsittande metallpartiklar på kronornas insida [18]. Detta visar att de olika CAD/CAM-teknikerna har sina begränsningar [11], och att det finns behov av mer forskning om effekten av olika processparametrar och – inte minst – tandteknikernas skicklighet och erfarenhet.

BIOLOGISKA EGENSKAPER

Den gällande ISO-standarderna för legeringar innehåller krav på att det inte får finnas nickel, kadmi-um, beryllium eller bly i legeringarna [2]. Tester *in vitro* tyder på att de biologiska reaktionerna på substanser som avges från kobolt-krom är måttliga [19]. Det verkar som att faktorer som ytgrovhet och ytspänning har betydelse för cellernas adherens till materialen, såväl kobolt-krom och rent titan som titanlegeringar, vilket även bedömts i *in vitro*-modeller [20].

Olika tillverkningsmodeller för kobolt-krom kan påverka graden av frisättning av olika ämnen, i synnerhet kobolt [14]. Det finns för närvarande endast begränsad information om möjliga biologiskt aktiva element från oädla legeringar, men det finns ingenting som ger anledning att förvänta exponering av toxiska nivåer.

Än så länge finns endast en begränsad mängd systematiska data om eventuella kliniska patientbiverkningar, till exempel allergi. I kliniska undersökningar av större konstruktioner med kobolt-

”... det finns behov av mer forskning om effekten av olika processparametrar och – inte minst – tandteknikernas skicklighet och erfarenhet.”



kromlegeringar har inga fall av materialrelaterade reaktioner rapporterats [21]. Även ädla metaller kan vara involverade i allergiska reaktioner. I synnerhet palladium, som förekommer i många ädelmetallegeringar, kan ge reaktioner hos nickelallergiker [8, 22]. Allergiska reaktioner mot dentalt guld har också rapporterats på fallnivå [23]. Incidens och prevalens vad gäller biverkningar i förbindelse med protetiska metaller är än så länge okända. Allergi, irritation och lichenoida slemhinnereaktioner är de mest omtalade [24]. Generellt sett är allergi mot metaller ett komplicerat område med flera okända orsaks- och verkningsmekanismer [25].

Vid val av legeringar – oavsett om det handlar om ädla eller oädla typer – till en viss patient, är det viktigt att göra en noggrann anamnes med avseende på eventuell allergi. Patienter med kraftig allergi har ofta gått igenom medicinska utredningar för detta och även ett epikutantest ("lapptest" på hud). Detta test kräver ingående bedömning av klinisk relevans [26].

FORMELLA FÖRHÅLLANDEN OCH "IMPORTARBETEN"

Tandtekniska laboratorier är i lagens mening producenter av medicinsk måttanpassad utrustning (individanpassad medicinsk utrustning). Bland annat ska företaget ha ett kvalitetssystem som möjliggör transparens i fråga om materialval och tillverkningsprocesser.

Tandtekniska laboratorier kan använda underleverantörer utanför EU-området för hela eller delar av tillverkningen av tandtekniska arbeten. Undersökningar i Norge av kvaliteten på inhemsk och utländsk tandteknik har inte visat på några alarmerande skillnader, men det kan vara så att relativt sett mindre mängder metall använts i vissa av de arbeten som tillverkats i utlandet, och i vissa fall finns en diskrepans mellan vad som faktiskt ingår i legeringarnas sammansättning och vad som framgår av informationen [27].

I Danmark har Lægemiddelstyrelsen gett ut en vägledning för individanpassad dental medicinsk utrustning ("måttanpassad utrustning") [28]. Häri understryks bland annat kraven på dokumentering av säkerhet och transparens i produktionsprocessen, både för tandtekniker och tandläkare med exempelvis "chair-side"-produktion av indirekta konstruktioner.

SLUTSATSER

- Det finns många olika produkter av oädla legeringar på marknaden. Baserat på nuvarande information förefaller kobolt-krom eller titan att vara välfungerande material till fasta proteser [29].
- Tillverkningsteknikerna är under utveckling, i synnerhet på området additiv teknik, till exempel selektiv lasersmältning. Tillverkningsmetoderna påverkar materialegenskaperna, vilket gör det svårt för kliniker att få full kontroll över konstruktionernas egenskaper.
- Vi behöver resultat från långtidsuppföljningar av klinisk användning för att kunna bedöma funktionen hos protetiska ersättningar som tillverkats med de många olika material och tekniker som är aktuella i dag.

ENGLISH SUMMARY

Base metal alloys for fixed prosthodontics

Nils Roar Gjerdet

Tandläkartidningen 2017; 109 (13): 114–8

Cobalt-chromium alloys are now commonly used for fixed dentures and single crowns. The alloys are attractive because they are light and provide high stiffness due to their high elastic modulus (Young's modulus) compared with noble metal alloys, pure titanium or titanium alloys. Recent processing techniques, such as selective laser melting (SLM), affect the properties. The biological responses in biological laboratory tests appear to be mild. Contact allergy could be a concern in susceptible patient. ●

"Vid val av legeringar ... är det viktigt att göra en noggrann anamnes med avseende på eventuell allergi."

Referenser

1. Ascher A, Kronström M, Örtorp A et al. Resultat av en enkät hos protetikspecialister: Klassisk metallkeramik ger vika för nya material. Tandläkartidningen 2013; 105: 76–80.
2. International organization for standardization. ISO 22674: 2016. Dentistry – Metallic materials for fixed and removable restorations and appliances. ISO, 2016.
3. Disegi JA. Titanium alloys for fracture fixation implants. Injury 2000; 31 (Supp 4): 14–7.
4. Joias RM, Tango RN, Junho de Araujo JE et al. Shear bond strength of a ceramic to Co-Cr alloys. J Prosthet Dent 2008; 99: 54–9.
5. Serra-Prat J, Cano-Batalla J, Cabratosa-Termes J et al. Adhesion of dental porcelain to cast, milled, and laser-sintered cobalt-chromium alloys: shear bond strength and sensitivity to thermocycling. J Prosthet Dent 2014; 112: 600–5.
6. Souza JC, Henriques B, Ariza E et al. Mechanical and chemical analyses across dental porcelain fused to CP titanium or Ti6Al4V. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl 2014; 37: 76–83.
7. Hey J, Beuer F, Bense T et al. Single crowns with CAD/CAM-fabricated copings from titanium: 6-year clinical results. J Prosthet Dent 2014; 112: 150–4.
8. Geurtsen W. Biocompatibility of dental casting alloys. Crit Rev Oral Biol Med 2002; 13: 71–84.
9. Oh KT, Kim KN. Electrochemical properties of suprastructures galvanically coupled to a titanium implant. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2004; 70: 318–31.
10. Hjalmarsson L, Smedberg JI, Wennerberg A. Material degradation in implant-retained cobalt-chrome and titanium frameworks. J Oral Rehabil 2011; 38: 61–71.
11. von Steyern PV, Ekstrand K, Svanborg P et al. Moderna digitala teknologier för framställning av protetiska konstruktioner. Tandlägebladet 2014; 118: 104–14.
12. Murr LE, Gaytan SM, Ramirez DA et al. Metal Fabrication by Additive Manufacturing Using Laser and Electron Beam Melting Technologies. J Mater Sci Technol 2012; 28: 1–14.
13. von Steyern PV, Ekstrand K, Svanborg P et al. Moderna digitala teknologier för framställning av protetiska konstruktioner. Tandlägebladet 2014; 118: 104–14.





→ Referenser

- nologier för framställning av protetiska konstruktioner. Tandlägebladet 2014; 118: 104–14.
14. Hedberg YS, Qian B, Shen Z et al. In vitro biocompatibility of CoCrMo dental alloys fabricated by selective laser melting. Dent Mater 2014; 30: 525–34.
15. Wu L, Zhu H, Gai X et al. Evaluation of the mechanical properties and porcelain bond strength of cobalt-chromium dental alloy fabricated by selective laser melting. J Prosthet Dent 2014; 111: 51–5.
16. Qian B, Saeidi K, Kvetkova L et al. Defects-tolerant Co-Cr-Mo dental alloys prepared by selective laser melting. Dent Mater 2015; 31: 1435–44.
17. Örtorp A, Jonsson D, Mouhsen A et al. The fit of cobalt-chromium three-unit fixed dental prostheses fabricated with four different techniques: a comparative in vitro study. Dent Mater 2011; 27: 356–63.
18. Nesse H, Ulstein DM, Vaage MM et al. Internal and marginal fit of cobalt-chromium fixed dental prostheses fabricated with 3 different techniques. J Prosthet Dent 2015; 114: 686–92.
19. Holm C, Morisbak E, Kalfoss T et al. In vitro element release and biological aspects of base-metal alloys for metal-ceramic applications. Acta Biomater Odontol Scand 2015; 1: 70–5.
20. Kim YS, Shin SY, Moon SK et al. Surface properties correlated with the human gingival fibroblasts attachment on various materials for implant abutments: a multiple regression analysis. Acta Odontol Scand 2015; 73: 38–47.
21. Eliasson A, Arnelund CF, Johansson A. A clinical evaluation of cobalt-chromium metal-ceramic fixed partial dentures and crowns: A three- to seven-year retrospective study. J Prosthet Dent 2007; 98: 6–16.
22. Levi L, Barak S, Katz J. Allergic reactions associated with metal alloys in porcelain-fused-to-metal fixed prosthodontic devices – A systematic review. Quintessence Int 2012; 43: 871–7.
23. Vamnes JS, Morken T, Helland S et al. Dental gold alloys and contact hypersensitivity. Contact Dermatitis 2000; 42: 128–33.
24. Socialstyrelsen. Biverkningar relaterade till protetiska material (inlägg, kronor, broar, proteser och implantat). Nationella riktlinjer för vuxentandvård 2011. Socialstyrelsen, 2011.
25. Thyssen JP, Menne T. Metal Allergy-A Review on Exposures, Penetration, Genetics, Prevalence, and Clinical Implications. Chem Res Toxicol 2010; 23: 309–18.
26. Morken T, Helland S, Austad J et al. Epikutantesting ved mistanke om bivirkninger av dentale materialer. Tidsskr Nor Lægeforen 2000; 120: 1554–6.
27. Syverud M, Austrheim EK. Importerte og norskproduserte tanntekniske arbeider – får vi det vi bestiller? Nor Tannlegeforen Tid 2014; 124: 804–8.
28. Lægemedelstyrelsen. Dentalt medicinsk udstyr efter mål. Vejledning til tandteknikere, kliniske tandteknikere, importører og tandlæger. Danmark: Lægemedelstyrelsen, 2015.
29. Hjalmarsson L. Koboltkrom eller titan? En översikt av materialens för- och nackdelar. Tandläkartidningen 2013; 105: 64–7.

Hylla årets Sverkerpristagare!

Till minnet av Sverker Toreskog har ADSS, American Dental Society of Sweden, och GTS, Göteborgs Tandläkare-Sällskap, tillsammans skapat ett pris som ska tilldelas en person inom odontologin som verkar i Sverkers anda.



Foto: Marie Ullherr

I samband med årets Riksstämman delas Sverkerpriset ut. Detta tillkännages vid föreläsningen "Digital Protetik" fredag 17/11 kl 15.15 i sal A8. Föreläsare är spec tdl Robert Nedelcu och tandtekniker Patric Freudenthal.



Välkommen fredag 17 november

Prisutdelning sker 19.00 17/11 på gamla Käfftis, Holländargatan 17 i Stockholm. Det kommer att bjudas på en smaklig buffé med tillhörande dryck samt underhållning med en engelsk trio under ledning av Cliff Nash som kommer att framföra klassiska hits ad modum Sverker.

Anmäl er till kvällsaktiviteten

till gunnar.hawi@sdic.se senast **måndag 13/11**. Ange namn, antal personer, telefonnummer samt "Sverkerpriset" i mailet. OBS! Begränsat antal platser. Först till kvarn...

Kostnad för middag (buffé, dryck och underhållning): 1.400.-.

Välkommen!

Glöm inte! Sverkerdagen arrangeras 2 mars 2018 på Göteborgs Tandläkare-Sällskap (mer info kommer). Vi tackar våra sponsorer: **Dentsply** (guldsporsor), DAB, Dentman, Dentalringen, Neoss, Nobel Biocare samt Plandent.

Cliff Nash slog igenom som professionell sångare redan vid sju-tio års ålder i Hollywood. Han har sjungit med storband och världsartister och turnerat jorden runt. Nu får vi möjlighet att lyssna till hans fantastiska röst!