
Helkeramiska broar

STIG KARLSSON

Historia

Helkeramiska oralprotetiska ersättningar har en lång historia som går 100 år tillbaka i tiden, men den begränsade hållfastheten har under lång tid begränsat användningen till enstaka kronor i framtandsområdet¹. Senare har de helkeramiska konstruktionerna framställts med en förstärkt kärna av tätsintrad aluminiumoxid, vilket möjliggjort behandling med kronor även i sidopartierna. I takt med utvecklingen har nu indikationsområdet utvidgats till att även innefatta helkeramiska broar. Under senare år har de keramiska materialens mekaniska egenskaper ytterligare förbättrats och nya material har introducerats. Zirkoniumdioxid är ett sådant material med goda yt- och hållfasthetsegenskaper. Denna utveckling, jämsides med ny produktionsteknik har medfört, att behandling med helkeramiska broar nu är möjlig till rimliga kostnader. Patienternas ökade krav på estetik och önskemål om icke-metalliska ersättningar har också bidragit till denna utveckling.

Bakgrund

Varför helkeramiska broar? När det gäller metalliska, gjutna broskelett finns en sedan många år samlad empirisk erfarenhet, men också kunskap, baserad på basvetenskaplig och klinisk forskning. Situationen är inte lika gynnsam när det gäller helkeramiska broar. Orsaken till detta är huvudsakligen, att terapiformen är relativt ny, varför systematiska långtidsuppföljningar och dokumentation som omfattar ett större kliniskt material

saknas. De rapporter som hitintills presenterats i olika sammanhang är huvudsakligen fallpresentationer och icke publicerade presentationer vid kongresser. Den begränsade dokumentation som finns tillgänglig antyder dock, att frekvensen av misslyckanden vid rehabilitering med helkeramiska broar är större än vid konventionell behandling.

En intensiv utveckling av nya keramer anpassade för broprotetisk behandling pågår och marknaden tillföres kontinuerligt nya och förbättrade produkter. Den ökande användningen av helkeramiska broar gör därför en fördjupad och utökad vetenskaplig dokumentation nödvändig. En dokumentation som är nödvändig för att göra det möjligt, att definiera indikationer för en viss behandling och en framgångsrik användning av nya material och metoder.

I stället för ett understödjande metallskelett formas vid helkeramik, ofta med CAD/CAM-teknik, en kärna (skelett) bestående av någon tätsintrad keram, vanligen Al_2O_3 eller ZrO_2 . En anatomisk uppbyggnad och färdigställande av konstruktionen sker därefter manuellt med konventionellt porslin.

Helkeramiska broar är ännu inget ekonomiskt realistiskt alternativ i jämförelse med konventionella broar i metallbundet porslin. Visserligen bortfaller kostnaden för ädla metaller, men framställningsproceduren är tekniskt komplicerad och tidskrävande samt kräver, även vid användning av CAD/CAM-teknik, en omfattande manuell arbetsinsats.

Nyligen genomförda laborietester visar goda resultat för hållfastheten av de moderna förstärkta keramer som användes vid skelettframställningen^{2,3}. Ett fåtal kliniska uppföljningsstudier finns publicerade, men det är ännu alltför tidigt att uttala sig om optimal utsträckning, hållbarhet och funktion över längre tid.

Indikationer-kontraindikationer

De keramiska materialen är biokompatibla utan i dag kända bi-

verkningar och de specifika indikationerna och kontraindikationerna, jämfört med konventionell broterapi, är få. För patienter som kräver metallfria ersättningar, eller har höga estetiska krav kan därför behandling med helkeramiska broar vara ett alternativ.

Under förutsättning, att skelettet framställes från ett industriellt presintrat eller sintrat block och i ett stycke, så finns inte några på vetenskaplig grund baserade absoluta kontraindikationer.

Situationen blir en annan vid användning av teknik, där separat framställda enheter sammanfogas till en brokonstruktion. Procera® anger i anvisningarna för sitt system några kontraindikationer såsom bruxism, parodontalt skadade bett, avstånd mellan stötdänder större än 11 mm och tippade molarer.

Mot bakgrund av den begränsade kunskap vi har i dag, och avsaknaden av långtidsstudier, bör utsträckningen begränsas till treledsbroar. Av samma skäl bör också sammanfogningsytorna överdimensioneras jämfört med ett metallskelett. Denna åtgärd kan dock medföra en inskränkning vid valet av terapi på grund av platsbrist i vertikal riktning men kan även påverka estetiken negativt.

Några studier anger, att behandlingen av belastningsskäl bör begränsas till mindre broar i framtandsområdet^{4,5}.

Materialutveckling

Den första helkeramiska kronan, jacketkronan, debuterade i början på 1900-talet och kan sägas vara ursprunget till dagens ersättningar. De keramiska materialen blev etablerade på marknaden och under åren har en rask utveckling skett mot dentala keramer med betydligt högre hållfasthetsvärden jämfört med tidigare (Tabell 1). Forskningen inom ämnesområdet har sedan länge arbetat med att utveckla en förstärkt inre porslinsärna med hög halt av aluminiumoxid eller zirkoniumoxid. Jämfört med fältspatsporslin kräver de oxidiska keramerna en mycket

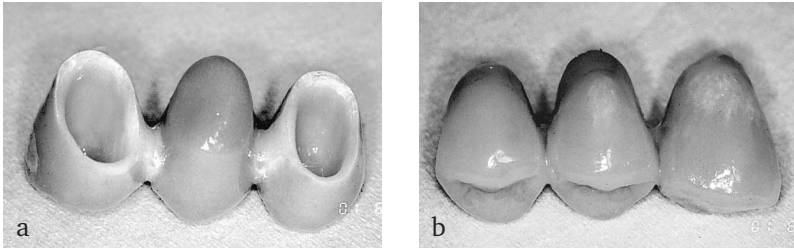
Tabell 1. Böjhållfasthet (Mpa) för några keramiska material och titan.

Sintrat porslin	50-90
<i>Kärnmaterial</i>	
In-Ceram (Vita)	250-400
Al ₂ O ₃ (Procera)	600-700
ZrO ₂ (Decim)	1000
Titan	≈ 800

hög sintringstemperatur, 1500-2000°C, och uppvisar hög sintringskontraktion, 15-20%. Tillsammans med en mycket hög hårdhet ställer detta stora krav på produktionsmetoden. I dag finns innerkärnor (Inceram[®]) som innehåller hög halt (70%) och andra som till nära 100% består av aluminiumoxid (Allceram[®]). Andra potenta kärnmaterial är de som baseras på zirkoniumoxid. Detta material uppvisar egenskaper, som kan vara intressanta vid framställning av helkeramiska broar. Materialet har en inneslutande fraktursegghet och tillåter viss elastisk deformation (sic). Zirkoniumoxid består av två faser, en tetragonal och en monoklin fas. Vid sprickbildning i materialet omvandlas den tetragonala fasen till monoklin, vilket medför en volymökning om cirka 3% och spricktillväxt förhindras. Detta är också en del i åldringsprocessen vars effekter på lång sikt är okända. Jämfört med aluminiumoxid har zirkoniumoxid högre kantstyrka och kan vid preparationsgränsen ges samma distinkta och tunna avslutning som metaller (Fig. 1a).

De beskrivna framställningsteknikerna medför en avsevärd förstärkning av de annars spröda keramerna. Nackdelen med detta förfarande är, att innerkärnan är opaque och därför, av estetiska skäl, måste täckas med ett konventionellt porslin (Fig. 1b). En acceptabel estetik vid användning av inre hätta kan därför i enstaka fall vara svår att uppnå vid begränsat utrymme för det täckande porslinet.

I ett tidigt skede av utvecklingen uppstod problem med bind-



Figur 1. a) Zirkoniumoxidbro (Decim) med b) täckande fältspatsporlin.

ningen av det täckande fältspatsporlinet till det tätsintrade kärnmaterialet av aluminium- eller zirkoniumoxid. Tillgängliga data antyder, att dessa problem nu är övervunna.

En annan metod att förstärka keramer är att ett ökat antal leucitkristaller fördelas jämt i porslinsmassan. Empress® är ett exempel på detta. Industriell framställning av grundmassan och pressgjutning av konstruktionen höjer hållfastheten ytterligare genom att antalet interna defekter minskar.

Genom denna materialutveckling har nu helkeramiska broar blivit ett realistiskt behandlingsalternativ också för premolarer och molarer.

Att jämföra olika dentala keramers och produktionsteknikers kliniska förutsättningar och prestanda låter sig inte göras i dag. Det vetenskapliga underlaget i form av kliniska studier är ännu alltför begränsat.

Klinisk behandlingsgång

Några väsentliga avvikelser från konventionell broprotetisk behandling finns ej. Några fabrikanter och enstaka studier rekommenderar dock, att temporär cementering bör undvikas. Det finns inga kontrollerade studier som stöder denna uppfattning utan hänvisning sker till materialets spröda karaktär.

Preparationsutformning

För de system som finns på marknaden i dag rekommenderas, att stötdänderna prepareras med en djup chamfer (0,8-1 mm), eller en i den inre vinkeln avrundad skulderpreparation, och ocklusal avverkning 1,5-2 mm. En lämplig konvergensvinkel är 10-15°. Alla skarpa vinklar och hörn bör avrundas av två skäl; för att undvika stresskoncentration och för att underlätta avläsningen när CAD/CAM-teknik användes för framställning av skelettet. Preparationstekniken överensstämmer således i stort med den som användes för metallkeramik.

Med korrekt preparations- och avtrycksteknik uppnås samma passform som vid metallkeramiska broar⁶.

Brodesign

Några studier som påvisar, att en viss utformning av skelettet skulle vara överlägsen en annan saknas. Generellt kan sägas, att det keramiska skelettets utformning skall överensstämma med motsvarande metallskelett för metallkeramiska ersättningar. Detta innebär mjuka, arkadformade övergångar mellan ingående broled och en dimension som tillåter ett uniformt lager av det täckande porslinet.

Modellering av djupa fissurer i det ocklusala porslinet, liknande dem som förekommer på en naturlig tand, leder till stresskoncentrationer i materialet och skall undvikas. Detta tillsammans med en god ocklusions- och artikulationsanpassning ger goda förutsättningar för ett lyckat behandlingsresultat.

Framställningsmetoder

På den Skandinaviska marknaden finns ett antal metoder för framställning av helkeramiska broar representerade. Sett till produktionsmetod kan de inordnas i fyra principiellt likartade

undergrupper nämligen; sintrade, pressgjutna, kopiefrästa och CAD/CAM framställda broar. Vid de två senare teknikerna är utgångsmaterialet prefabricerade industriellt framställda block.

Sintring

Med konventionella brännings- och sintringsmetoder kan en halt av upp till 70% Al_2O_3 uppnås (In-Ceram). Liknande metoder användes vid framställning av Hi-Ceram och Vitadur.

Den högsta halten av Al_2O_3 i kärnhättan, i det närmaste 100%, erhålles med den teknik som Procera[®] utvecklat. Förutsättningen för denna teknik är en med hjälp av CAD/CAM teknik uppnådd förstoring av den preparerade tandens arbetsmodell, vilket kompenserar för krympningen vid bränning.

Pressgjutning

Tekniken påminner om konventionell gjutteknik. En plastisk porslinsmassa pressas under högt tryck in i en kyvett med den slutgiltiga formade konstruktionen varefter bränning sker. Ett exempel på denna teknik är IPS Empress[®], vars förstärkning uppnås genom kristaller av kalium-aluminium-silikat eller litiumdisilikat och ortofosfat som i IPS Empress 2[®]. En motsvarande teknik användes av Finesse[®], Vitapress[®] och OPC[®]. Den slutliga individuella estetiska utformningen uppnås genom ett yttre påmålade porslinsskikt.

Kopiefräsning

Framställning av broskelett med kopiefräsning utgår från en på modell manuellt framställd master, ofta i något plastbaserat material, som sedan maskinellt reproduceras. Tekniken är densamma som vid kopiering av nycklar. De i Skandinavien vanligaste metoderna är Celay[®] och Ceramatic[®]. De material som användes för skelettet är fältspatporslin med olika sammansättning samt

block av aluminium- och zirkoniumoxid. Efter fräsning förses skelettet med ett täckande porslin.

Metoden innebär en hög grad av manuell bearbetning.

CAD/CAM teknik

En mängd kommersiellt tillgängliga CAD/CAM tekniker för framställning av broskelett finns i dag på den internationella marknaden. De bland oss nordbor mera kända systemen är Cerec[®], Procera[®] (blandform), Decim[®] och DCS Precident[®]. Dessa metoder har med framgång använts för framställning av enstaka kronor. Under senare år har de utvecklats för att också kunna producera broskelett.

Principen för samtliga system är, att arbetsmodellen av de preparerade tänderna avläses, ofta med laserteknik, varefter den digitala informationen överföres till ett dataprogram. Utifrån dessa data skapas, mer eller mindre manuellt, en virtuell bild av broskelettet, som sedan med maskinell fräsning återskapas i det keramiska materialet. Fördelen med denna metod, liksom kopiefräsning, är att skelettet kan framställas från ett prefabricerat block, vilket i hög grad minskar risken för defekter i materialet. Nackdelen är samtidigt, att de fräsverktyg som användes kan ge upphov till mikrofrakturer och spänningar i materialet. Den kliniska relevansen av detta är emellertid ej känd. Maskintiden vid denna teknik, liksom vid kopiefräsning, är ca 2 timmar per broled. Den slutgiltiga anatomiska utformningen sker med fältspatsporslin.

Cementering

Adhesiv och/eller mekanisk retention? Helkeramiska broar förutsätter ett skelett av ett tätsintrat keramiskt material, vanligen aluminiumoxid eller zirkoniumoxid. Detta medför en viss begränsning vid valet av cement av två skäl, ljushärdande kompo-

sitcement kan ej användas och hättans inre yta är svår att påverka med etsning. Aluminiumförstärkta kärnor av fältspatsporlin kan däremot till del etsas och cementeras med kemiskt härdande adhesiva cement, varvid brotthållfastheten ökar. Vid korrekt utformade preparationer torde adhesiv retention inte vara nödvändig. I dag finns inte heller belägg för att detta skulle medföra några fördelar jämfört med bruk av fosfat- eller glasjonocement.

Cementeringsförfarandet överensstämmer således med konventionell teknik vid cementering av metallunderstödda rekonstruktioner.

Kliniska studier

Vad är ett lyckat och vad är ett misslyckat resultat vid protetisk behandling? Här måste patientens subjektiva uppfattning, tillsammans med rent kliniskt funktionella och biologiska variabler, vara avgörande för om en behandling skall anses vara lyckad eller misslyckad.

När det gäller helkeramiska broar så är tillgången på publicerade studier mycket begränsad. Detta återspeglar ett av problemen vid kliniska uppföljningar nämligen, att studien måste pågå under en längre tid för att relevanta data, användbara i klinisk praxis, skall kunna erhållas. Ett annat problem är, att studier utförda av skilda grupper vid olika tidpunkter kan vara motsägelsefulla och svåra att jämföra på grund av skiftande bedömningskriterier.

När det gäller helkeramiska konstruktioner så sker sannolikt en del tidiga frakturer på grund av felaktig preparation och/eller dimensionering, brister i materialhantering och/eller förbisedda oklusions- och artikulationskontakter. En annan faktor som är av betydelse är cementeringsförfarandet. Fosfat- och glasjonocement tycks vara vanligast vid fastsättning av helkeramiska broar, där preparationerna utförts på konventionellt sätt med

djup chamfer. Betydelsen av detta för hållfasthet och livslängd, jämfört med cementering med resincement, kan i dag inte bedömas.

Vid fraktur av helkeramiska broar rapporteras detta ske mest frekvent i sammanbindningen mellan de ingående brodelarna. Initieringen av sprickor anses vanligen uppkomma i skiktet mellan kärna och täckande porslin. En studie framför hypotesen, att förklaringen finns i de båda materialens varierande elasticitetsmodul⁷.

Ett fåtal kontrollerade kliniska studier finns publicerade och majoriteten avhandlar In-Ceram tekniken och treledsbroar (Tabell 2). Sörensen et al. (1998) har genomfört den mest omfattande studien där 61 treledsbroar ingick⁵. Under en treårsperiod frakturerade 7 (11%) broar. Samtliga i sammanfogningsstället till en pontic. Vid en fördelning av frakturerna med hänsyn till det hängande ledets lokalisation blev resultatet; anteriora 0%, premolarer 11% och molarer 24%.

En annan studie, omfattande 20 posteriora In-Ceram broar, redovisar liknande frekvens av misslyckanden, 10% efter fem år⁸. Sett i relation till konventionell broprotetik så är dessa frekvenser av misslyckanden högre.

Sammantaget synes frakturer av det keramiska skelettet vara den dominerande faktorn vid ett misslyckat resultat. Fraktur av porslinet är också den allvarligaste komplikationen, som i de flesta fall framtvingar en omgörning. En närmare analys av data

Tabell 2. Utvärdering av helkeramiska treledsbroar.

Författare	Antal broar	Ålder (mån)	Fraktur %
Pröbster 1993	15 (IC)	16.5	13
Sörensen 1998	61 (IC)	36	11
Von Steyern 2001	20 (IC)	60	10
Molin/Karlsson 2002	20 (D)	18	0

In-Ceram (IC) och Decim (D).

visar, att något linjärt samband mellan registrerade komplikationer och funktionstid inte existerar, åtminstone inte under de första åren.

I en ännu icke publicerad studie över 20 broar med skelett framställt med CAD/CAM-teknik och i zirkoniumoxid har ännu inga frakturer inträffat efter 1,5 år i funktion⁹.

Målsättningen för behandling med helkeramiska broar måste vara, att frekvensen av misslyckanden är densamma eller lägre jämfört med konventionell teknik. Detta innebär att 5% misslyckanden efter fem års funktionstid kan anses vara kliniskt acceptabelt, vilket ännu inte uppnåtts och redovisats när det gäller helkeramiska broar.

Framtida utveckling

De närmaste åren kommer sannolikt många nyutvecklade keramiska material att nå marknaden. Material som i högre utsträckning än i dag är lämpade för mera omfattande protetiska konstruktioner, men också mera lättarbetade. Ett omfattande utvecklingsarbete pågår för att konstruera fiberförstärkta keramer, som kan bli ett framtida alternativ till användningen av metallskelett.

Utvecklingen av CAD/CAM-tekniken för produktion av oralprotetiska ersättningar är en av de större landvinningarna inom ämnesområdet under senare år. Utvecklingen har emellertid inte gått lika raskt som förutsades för några år sedan och orsakerna till detta är flera. En av de tidigare svårigheterna vid användning av denna teknik var, att uppnå den precision och reproducerbarhet som är nödvändig i kliniska sammanhang. Genomförda studier har dock visat, att den passform som kan uppnås med denna teknik för närvarande är väl i nivå med konventionellt framställda broar med metallskelett⁶. I dag framställes med CAD/CAM-teknik rutinmässigt ämnen till enstaka kronor och inlägg i keramiska material. Även mindre broar kan produceras med denna

teknik, men produktionstiden för varje enhet är i dag ännu alltför lång för att tekniken skall vara ekonomiskt lönsam. I en nära framtid blir det sannolikt möjligt att automatisera och förfina framställningsprocessen, förkorta maskintiden och därmed öka lönsamheten. En ytterligare fördel är, att standardiserade och kvalitetskontrollerade fabriksframställda keramiska bulkmaterial kan användas i större utsträckning, något som minimerar antalet defekter i materialet och därmed ökar styrkan.

Jag förutser, att användningen av CAD/CAM-teknik och maskinell bearbetning kommer att bli vanligare i framtiden och därmed ersätta många manuella moment i produktionskedjan. Med detta kan material- och kliniska prestanda samt konstruktionens kvalitet förbättras. Oavsett framsteg och ny teknik, så kommer dock den individuella och manuella karaktäriseringen att vara nödvändig även i framtiden för att uppnå ett kliniskt fullgott slutresultat.

LITTERATUR

- 1 Dérand T, Toreskog S. Keramiska kronor och broar. Scand Soc Prosthodont Dent (SSPD). Rapport från undervisningskommittén 2000.
- 2 Filser F, Kocher P, Weibel F, Luthy H, Sharer P, Gauckler LJ. Reliability and strength of all-ceramic dental restorations fabricated by direct ceramic machining (DCM). *Int J Comput Dent* 2001;4:89-106.
- 3 Tinschert J, Natt G, Mautsch W, Augthun M, Spiekermann H, Fracture resistance of lithium disilicate-, alumina-, and zirconia-based three-unit fixed partial dentures: a laboratory study. *Int J Prosthodont* 2001;14:231-8.
- 4 Probst L. Survival rate of In-Ceram restorations. *Int J Prosthodont* 1993;6:259-63.
- 5 Sörensen JA, Kang SK, Torres TJ, Knode H. In-Ceram fixed partial dentures: three-year clinical trials results. *J Calif Dent Assoc* 1998;26:207-14.

- 6 Pera P, Gilodi S, Bassi F, Carossa S. In vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1994;72: 585-90.
- 7 Kelly JR, Tesk JA, Sørensen JA. Failure of all-ceramic fixed partial dentures in vitro and in vivo: analysis and modelling. *J Dent Res* 1995;74(6):1253-8.
- 8 Vult von Steyern P, Jonsson O, Nilner K. Five-year evaluation of posterior all-ceramic three-unit (In-Ceram) FPDs. *Int J Prosthodont* 2001;14:379-84.
- 9 Molin M, Karlsson S. A prospective evaluation of zirconia-based all-ceramic FPDs. Preliminary data after one year. Abstract 2002.

