

Här inleds den nordiska artikelserien med temat keramer. Sju artiklar ingår i serien, fördelade på årets tre första nummer.

Keramer i tandvården

I detta nordiska tema presenteras olika aspekter på egenskaper, indikationer och kliniskt utfall hos moderna dentala keramer. Dessa har utvecklats från att bestå av svaga material tillverkade av naturliga mineraler, till dagens syntetiska keramer med hög hållfasthet. Tillverkningsteknikerna har övergått från manuella processer till data-assisterad utformning och framställning med CAD/CAM. Utvecklingen har varit snabb under de senaste 20 åren och fortfarande pågår sökandet efter den perfekta balansen mellan estetik och hållfasthet samt bättre cementeringsmetoder.

Keramiska material och applikationer har blivit en väsentlig del av modern reparativ och protetisk tandvård. Det tandlika utseendet hos keramiska material har ända sedan 1700-talet gjort dem lämpade som ersättning för och restoration av tänder hårdvävnader. Under de senaste decennierna har utvecklingen varit snabb, både av material och tekniker (figur 1). De tre viktigaste målen för utvecklingen av dentala keramer har varit att förbättra den dimensionella precisionen i restaureringarna, öka böj- och hållfastheten och uppnå ett mera naturligt utseende.

Dagens dentala keramer är en heterogen grupp av material med signifikanta skillnader i mekaniska och optiska egenskaper, liksom i möjligheten att bonda till tänder med resinbaserade cement. En lyckad behandling är beroende av materialval,

Redaktionskommitté:

Nils Roar Gjerdet
samordnare, Bergen
Klaus Gotfredsen
Köpenhamn
Johanna Tanner
Åbo/Turku
Per Vult von Steyern
Malmö
Marit Øilo
Bergen

framställningsteknik, utformning och klinisk och laboriemässig hantering. Tandläkare behöver därför ha goda kunskaper om indikationer och begränsningar samt hur man använder materialen korrekt. De tandtekniska laboratoriernas förfogande av datoriserade design- och framställningstekniker (CAD/CAM) har också utökat användningsområdena för keramer [1].

Syftet med detta tema är att tillhandahålla evidensbaserad information avseende egenskaper, indikationer, kontraindikationer och det kliniska behandlingsresultatet när det gäller moderna dentala keramer. Dessutom ges exempel på kliniska applikationer hos unga individer och andra utmanande situationer.

KERAMERS MATERIALEGENSKAPER

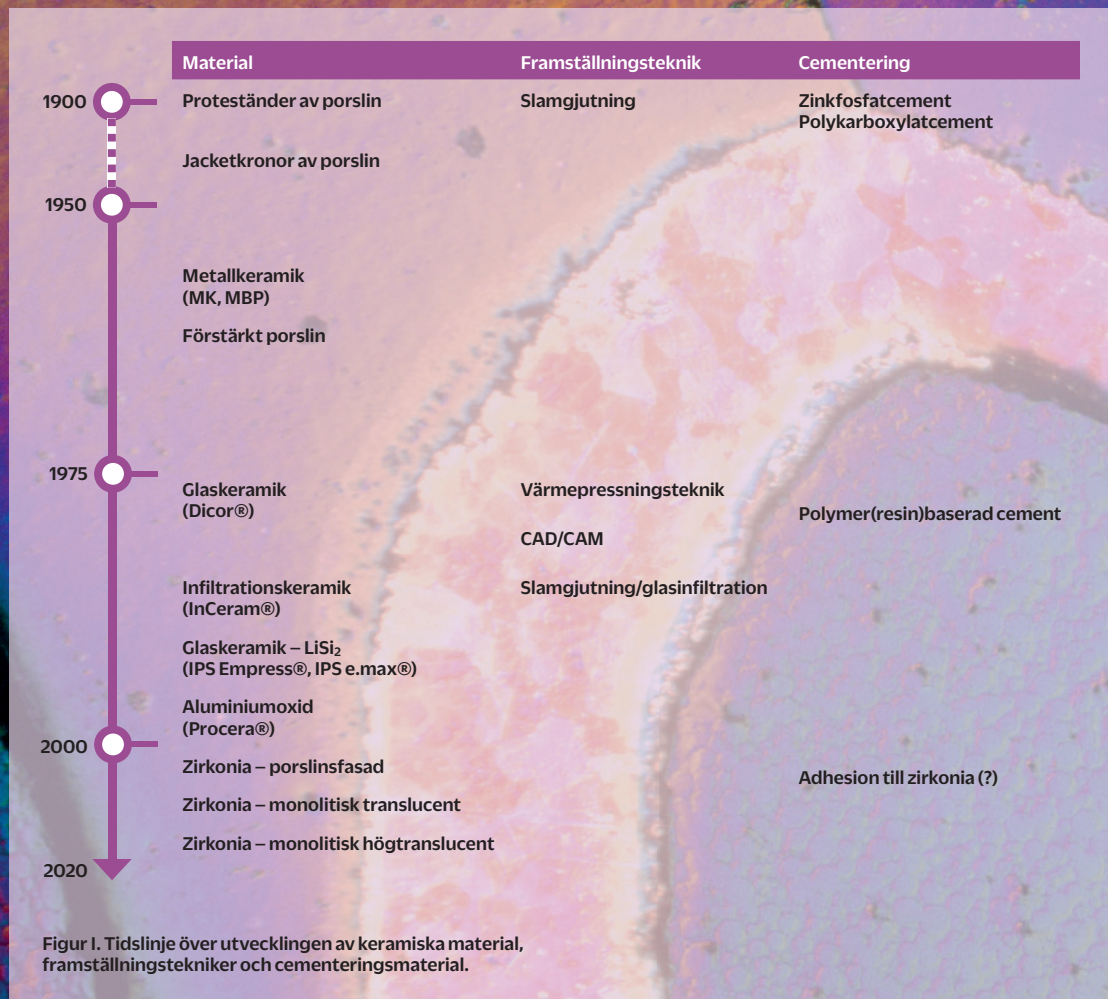
Keramiska material är oorganiska, icke-metalliska solider bestående av metallatomer, icke-metaller eller metalloider som bildar en keramisk struktur, till exempel i kombination med syre [2]. De keramiska materialen består av atomer med jon- eller kovalenta bindningar och kan vara kristallina, amorfa eller bestå av en kombination [3].

De keramiska materialen är vanligtvis kemiskt stabila, starka och hårda men spröda, i motsats till metaller och legeringar som uppvisar plastisk deformation när de överbelastas. Dessutom kan porer, sprickor och andra mikrodefekter orsaka spänningskoncentrationer som – om formen och storleken av dessa defekter är ogynnsamma – leda till materialbrott. Således är förmågan att stå emot spricktillväxt fundamental för att skapa en stark och seg keram.

En typisk klinisk komplikation hos dentala keramer med låg till moderat seghet, till exempel fält-

”Under de senaste decennierna har utvecklingen varit snabb, både av material och tekniker.”

● Ett längsgående snitt genom en sprucken tandkrona av metall (flerfärgad) och keramik (över metallen), avbildat med ett polarisationsmikroskop.



Tabell 1. Översikt över huvudgrupperna av dentala keramer. Angående detaljerna, se särskilda artiklar om porslin, glaskeramer och zirkonia. Generellt är hållfastheten omvänt korrelerad till de estetiska egenskaperna. Hållfastheten hos konstruktionerna beror på om de cementerats med adhesiv eller inte. Det finns en separat artikel om bonding till zirkonia.

Material	Variationer	Estetik	Hållfasthet, mekaniska egenskaper	Tillverkningsteknik	Klinisk användning
Porslin Fältspatskeram	Kronmaterial, fasadmaterial	+++	-	Slamgjutning (handupplagt), pressning, fräsning	Skalfasader, bondade monolitiska kronor
Glaskeram	Glaskeramer, litiumdisilikater (LiSi ₂), kombinationer med zirkonia	+ - +++	+ - ++	Pressning, gjutning, fräsning	Fasader, bondade monolitiska kronor, tvålayersrestaureringar, korta broar i fronten
Polykristallinkeram Oxidkeram	Aluminiumoxid (obsolet)	+	++	Huvudsakligen fräsning	Skelett för tvålayersrestaureringar, monolitiska restaureringar, broar, resinbondade broar med extensionsled
	Zirkonia, ultratranslucent (anterior)	++	++		
	Zirkonia, translucent (posterior)	+	+++		
	Zirkonia, i kärnor (skelett)	-	+++		

spatsporslin, är totalfraktur, medan material med hög seghet, såsom stabiliserad zirkoniumdioxid (zirkonia), uppvisar komplikationer som mera liknar dem som förekommer hos metaller.

Mekaniska egenskaper – vanliga begrepp

Mekaniska data används flitigt i presentationer och reklam för att beskriva olika keramers egenskaper. Det finns många olika tester som kan tillämpas. Nuvarande internationell standard [4] använder böjhållfasthet som viktigaste fysikaliska karaktäristikum för de olika klasserna av dentala keramer. Mer raffinerade tester kan emellertid komma att inkluderas i framtida standarder, till exempel utmattningsprovning.

- **Brottgräns** – är ett materials maximala förmåga att motstå mekanisk belastning innan brott. För keramer är böjtest det typiska sättet att mäta hållfasthet, det gör man genom att belasta en provkropp med antingen tre- eller fyrapunkts böjtest. Under testet uppstår kompressionsspänning på den konkava sidan och dragspänning på den konvexa sidan [3, 5, 6]. Keramen frakturerar sedan med en spricka som utgår från en defekt på den dragspänningsutsatta sidan.
- **Fraktursegghet** – definieras som ett materials förmåga att motstå spricktillväxt utgående från mikroskopiska defekter. En hög seghet indikerar i praktiken att materialet är mindre sprött och därför mer hållfast, ofta karakteriserat av den kritiska spänningsintensitetsfaktorn (K_{Ic}), som är ett mått på då spänningsintensiteten överstiger brottsseggheten [3, 7].
- **Elasticitetsmodul (e-modul)** – är en materialegenskap som beskriver den relativa deformationen

–tjningen – relaterat till den pålagda lasten, uttryckt som kvoten av spänning och töjning. Material med en hög e-modul är styva, såsom de flesta keramer, medan de med låg e-modul deformeras lättare, vilket är typiskt för till exempel polymerer [3, 6].

DENTALA KERAMER

– TERMINOLOGI OCH KLASSIFIKATION

Terminologin när det gäller dentala keramer kan vara förbryllande. Termen *monolitisk* används väsentligen för tandersättningar som består av ett material genom hela ersättningen. Det kan även kallas ”full contour” i vissa sammanhang. *Skiktade* tandersättningar är tillverkade med en kärna som helt eller delvis är täckt av en annan typ av keram, till exempel en zirkoniakärna med yt-skikt av fältspatsporslin.

Dagens dentala keramer kan klassificeras i tre undergrupper [8–10] (tabell 1):

- Huvudsakligen glasartade material, vanligtvis kallade fältspatsporslin eller bara porslin.
- Kristallina glas, även benämnda glaskeramer.
- Polykristallina keramer, som också benämns oxidkeramer.

Materialen i undergrupperna skiljer sig åt både avseende hållfasthet och möjlighet att binda till tandsubstans. Det tenderar att vara en större utmaning att binda starkare keramer till tandstrukturer.

Den nuvarande ISO-standard [4] innebär en klassifikation baserad på användningsområden. Klass 1-keramer är avsedda för fasader på metaller eller höghållfasthetskeramer. Bindning till tandsubstans är lätt att åstadkomma. Klass 5-keramer, i den andra ändan av skalan, består av material som är



”Syftet är att tillhandahålla evidensbaserad information avseende egenskaper, indikationer, kontraindikationer och det kliniska behandlingsresultatet ...”

konstruerade för att motstå belastningarna i broar med fyra eller fler led.

Fältspatskeramer, porsliner

Dessa material kallas traditionellt porslin, även om det inte är korrekt ur ett materialvetenskapligt perspektiv. Tandersättningar kan läggas upp för hand av porslinsmassor som appliceras i skikt. Dessa, framför allt glasartade, material är inte starka nog att motstå oklusala krafter utan understöd av en kärna i metall eller en höghållfast keram. De används framför allt som fasadmateriell men kan dessutom användas som monolitiskt porslin i skalfasader där själva tanden understödjer keramen. Det höga glasinnehållet i traditionella porsliner gör dem lämpliga att etsa och silanisera för att erhålla god bindning till resincement. Därför går det också att reparera till exempel porslinsfasader intraoralt.

Glaskeramer

Glaskeramer består av kristalliserat glas där kristallisationsprocessen genomförs genom en kontrollerad värmebehandling av materialet. Exempel på dentala glaskeramer är leucit- eller litiumdisilikatbaserade keramer, som erbjuder goda mekaniska egenskaper och förutsättningar för adhesiv bindning till tänder genom användning i kombination med resincement. Glaskeramer används vanligen till att göra monolitiska tandersättningar, men kan även kombineras med porslin genom så kallad cut back-teknik. Deras goda optiska egenskaper gör dem lämpliga för tandersättningar när de estetiska kraven är höga. De används framgångsrikt till indirekta adhesiva restaurationer och kronor i både anteriora och posteriora positioner.

Polykristallina keramer (oxidkeramer)

Polykristallina keramer, som zirkonia och aluminiumoxid, är de starkaste och hårdaste dentala keramerna. De goda mekaniska egenskaperna hos stabiliserad zirkonia möjliggör till och med användning i långa brospann i posteriora regioner [11]. Emellertid saknar polykristallina material en glasfas och kan därför inte enkelt etsas med traditionella metoder. Därför baseras adhesionen på mekanisk retention och kemisk bindning mellan zirkonia och till exempel adhesiver som innehåller 10-metakryloxydekyl-dihydrogenfosfat (MDP). Goda kliniska resultat kan även uppnås i fall där belastningarna väntas bli höga [12]. Detta är för närvarande ett forskningsområde som rönner stort intresse.

I kliniska studier av tandersättningar utförda i

porslinspåbränd zirkoniumdioxid verkar den vanligast förekommande komplikationen vara ytliga porslinsfrakturer, så kallade chip off-frakturer [13]. Därför har man övergått till att använda monolitiska (full contour) zirkoniakonstruktioner i stället för fasadfullkronor. Så kallade ultra- eller högtranslucenta zirkoniamaterial har nyligen introducerats för att förbättra de optiska egenskaperna hos monolitiska tandersättningar. Emellertid tycks förbättringarna av de optiska egenskaperna uppnås till priset av sämre mekaniska egenskaper. Kliniska långtidsuppföljningar behövs därför för att bekräfta att materialet uppfyller de högt ställda förväntningarna.

Redaktionskommittén hoppas att artiklarna i detta tema kommer att kasta ljus över den komplexa och snabba utvecklingen av dentala keramer och teknologier. ●

Referenser

1. Vult von Steyern P, Ekstrand K, Svanborg P, Örtorp A. Framställning av protetiska konstruktioner med hjälp av moderna digitala teknologier – en översikt. Tandläkartidningen 2014; 106 (2): 56–66.
2. Vult von Steyern P. Dental ceramics in clinical practice. In: Nilner K, Karlsson S, Dahl BL, editors. A textbook of fixed prosthodontics the scandinavian approach. 2nd ed: Förlags-huset Gothia AB; 2013. p. 205–22.
3. O'Brian. Dental materials and their selection. 4th ed: Quintessence Publishing Co, Inc.; 2008.
4. ISO. Dentistry – ceramic materials. ISO 6872. Geneva, Switzerland: ISO; 2015.
5. Ashby MF. Materials selection in mechanical design. 4th ed: Elsevier B.V.; 2011.
6. Darvel BW. Materials science for dentistry. 10th ed: Woodhead Publishing Series in Biomaterials; 2018.
7. Cesar PF, Della Bona A, Scherrer SS, Tholey M, van Noort R, Vichi A et al. ADM guidance-Ceramics: Fracture toughness testing and method selection. Dent Mater 2017; 33 (6): 575–84.
8. Giordano R, 2nd. A comparison of all-ceramic restorative systems: Part 2. Gen Dent 2000; 48 (1): 38–40, 43–5.
9. Kelly JR. Ceramics in restorative and prosthetic dentistry. Annu Rev Mater Sci 1997; 27: 443–68.
10. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. Aust Dent J 2011; 56 Suppl 1: 84–96.
11. Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. Dent Mater 2008; 24 (3): 299–307.
12. Kern M, Passia N, Sasse M, Yazigi C. Ten-year outcome of zirconia ceramic cantilever resin-bonded fixed dental prostheses and the influence of the reasons for missing incisors. J Dent 2017; 65: 51–5.
13. Pjetursson BE, Sailer I, Makarov NA, Zwahlen M, Thoma DS. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part II: Multiple-unit FDPs. Dent Mater 2015; 31 (6): 624–39.