

Porslin och glaskeramer

– våra mest estetiska material

Porslin och glaskeramer är de dentala keramer som erbjuder bäst möjligheter att efterlikna naturlig tandsubstans. Indikationsområdet är bland annat beroende av materialens egenskaper såsom böjhållfasthet, brottseghet och optiska egenskaper samt framställningsteknik, utformning och cementeringsteknik. Det är av stor betydelse att ha kunskap om dessa faktorer för ett optimalt behandlingsresultat.

Porslin och glaskeramer är de dentala keramer som erbjuder bäst möjligheter att efterlikna naturlig tandsubstans. Goda optiska egenskaper innebär emellertid oftast att de mekaniska egenskaperna är sämre eftersom ett materials translucens oftast kommer till priset av lägre hållfasthet och seghet.

Monolitiskt porslin (porslin som inte är skiktat med något annat material) kan framställas genom att man skiktat upp porslinsmassor på en brännfast stans. Denna teknik erbjuder störst möjligheter till individualisering och till att efterlikna naturlig tandsubstans, vilket tillsammans med de närmast oändliga möjligheterna till karaktärisering med olika effektmassor gör materialet till det mest estetiska vi har (figur I).

Glaskeramer kommer inte långt efter porslin vad gäller optiska egenskaper. Variationsmöjligheterna är däremot i allmänhet något begränsade då ersättningarna framställs ur prefabricerade råämnen. Dessa är ofta monokromatiska presspuckar eller fräsblock, vilket försvårar möjligheterna till individualisering något, även om translucens och ljusspridande egenskaper kan vara lika bra som de hos porslin.

Porslin och glaskeramer har många likheter, men också en del viktiga skillnader att ta hänsyn till vid val av material. Båda grupper-



Foto: Erik Malmberg

Författare:

Camilla Johansson (bild), tandtekniker MScDT/Futurumklinikens testkoordinator, föreläsare, Avd för materialvetenskap och teknologi, Odontologiska fakulteten, Malmö universitet.
E-post: camilla.johansson@mau.se

Per Vult von Steyern, prof, avdelningsföreståndare, Avd för materialvetenskap och teknologi, Odontologiska fakulteten, Malmö universitet.

na innehåller kristallina faser i en matris av glas, men skiljer sig avseende materialens övergripande mikrostruktur, kristallernas typ och storlek, vilket väsentligen påverkar materialegenskaperna (tabell 1).

Porslin

Indikationsområdet för monolitiskt porslin är begränsat till skalfasader cementerade med resincement till en preparation med obruten perifer emalj, ofta beskriven som "enamel ring of confidence" (figur II).

Uppfylls inte dessa krav på cement och emalj lämpar sig inte porslin, utan då bör annat material och annan terapiform väljas. Den klassiska jacketkronan, som också var framställd monolitiskt i porslin, an-

vänds inte längre eftersom tidigare framhållna fördelar för länge sedan kan uppnås med andra keramer som både är starkare och kräver mindre tandsubstansavverkan.

Porslin används även som fasadmaterial för underkonstruktioner av metallegeringar eller andra, mer hållfasta keramer. Porslinsupplägningen görs då antingen heltäckande över större delen av underkonstruktionen eller enbart buckalt med så kallad "cut back-teknik" där endast buckalytan förses med porslin.

Traditionellt har naturligt fältspatporslin använts, men i dag framställs porslin även på syntetisk väg. En del av de syntetiska porslinsmaterialen, såsom nanofluorapatit- eller oxyapatitbaserade material, används och hanteras som traditionellt porslin trots att de per definition är glaskeramer, sett till deras sammansättning och mikrostruktur.

Porslin innehåller en amorf glasfas baserad på SiO₂-nätverk och en eller flera kristallina faser som ökar materialets seghet genom att hämma spricktillväxt. De innehåller också glasmodifierare och metalloxider för att anpassa porslinets termiska expansionskoefficient (TEK) till olika kärnmaterial, färgpigment och vidare flussmedel för att styra glasfasens smältpunkt under sintringen [1, 2].

Den höga andelen glas i porslin medför, förutom hög translucens och god estetik, också att egenskaper som böjhållfasthet och brottseghet är begränsade, vilket även till stor del begränsar indikationsområdena. En annan begränsande faktor är att porslinsmassorna inte pressas under högt tryck, utan endast sintras under relativt undertryck, ofta felaktigt benämnt vakuum, vilket ger en mikrostruktur med en relativt stor andel restporositeter och andra defekter.

Dessa defekter begränsar böjhållfastheten hos porslin till 50–120 MPa [3], varför etsning med fluor-

Tabell I. Porslin och glaskeramer. Några viktiga materialegenskaper, indikationsområden och om de används monolitiskt eller skiktat.

Material	Produktexempel	Böjhållfasthet MPa	Brottseghet MPa m1/2	Indikationer	Monolitiskt (M) Skiktat (S)
Porslin: Fältspat Syntetiskt	Creation® GC initial IPS e.max® Ceram Lava™ Ceram	50-120	<1	Adhesivt cementerade skalfasader	M**
Glaskeramer: Leucitbaserade	IPS Empress® CAD IPS Empress® Esthetic Hass Rosetta® BM	120-180	1,5	Skalfasader, kronor	M + S
Litiumdisilikatbaserade	IPS e.max® CAD IPS e.max® Press Hass Rosetta® SP/ SM Upcera LiSi2	360-400 (500*)	2-3	Inlägg, onlays, kronor, skalfasader, anteriora broar ≤ 3 led. Distanser.	M + S
Zirkoniaförstärkt litiumsilikat (ZLS)	VITA Suprinity® Obsidian™ Celtra® Duo Celtra® Press	360-420	2	Inlägg, onlays, kronor, skalfasader (anteriora broar ≤ 3 led***)	M + S

Rödmarkerat anger att den kliniska dokumentationen för denna indikation är begränsad.

* Böjhållfastheten angiven i två värden beroende på mätmetod och hur det anges av fabrikanterna.

** Som helkeram används dessa material monolitiskt, men samma material används även som ytporslin på metall eller annan keram.

*** Endast enstaka fabrikat.



Figur I.



Figur II.

vätesyra och adhesiv cementering är helt nödvändigt för att uppnå tillräckligt god hållfasthet för oralt bruk.

Framställningsteknikerna som används för porslin är traditionell uppläggning av porslinsmassor på brännstans, pressteknologi enligt "lost wax-metoden" eller fräsning av prefabricerade materialblock med CAD/CAM-teknologi. Traditionell porslinsuppläggning är teknikkänslig, tidskrävande och ställer stora krav på tandteknikerns yrkesskicklighet, vilket sannolikt är den främsta orsaken till att glaskeramer oftare

används i fall där porslin skulle kunna ge ett bättre estetiskt resultat. Detta särskilt som den stora mängden tillgängliga porslinsmassor ger mycket goda möjligheter till individuell anpassning av porslin och därmed till att efterlikna den naturliga tandens optiska egenskaper. Samma, närmast oändliga, variationsmöjligheter går inte att åstadkomma med glaskeramer som framställs ur prefabricerade råämnen, men dessa vinner i stället på att de har väsentligt bättre hållfasthet.

Generellt för porslin gäller att det inte bör dimensioneras tjockare än

Figur I. Skalfasader 11, 21 framställda i porslin bränt på brännstans.

Figur II. Preparation för skalfasader 11, 21 med preparationsgränserna som helhet förlagda i emalj. Breddning av tand vid diastemata förutsätter att kontaktpunkterna skärs (mesialt) medan anatomin distalt behålls oförändrad och de distala kontaktpunkterna därmed kan behållas intakta.

2,0 mm, oavsett om det används monolitiskt eller som ytporcelain på metall- eller keramiska kärnor.

Optimal porcelinstjocklek ur hållfasthetssynpunkt är 1 mm, men redan från 1 mm till 2 mm minskar hållfastheten med upp till 40 procent [4]. Porcelain på en underkonstruktion med låg termisk konduktivitet (värmeledning), som till exempel zirkoniumdioxid, ökar risken för att det byggs upp spänningar i porcelinet vid sintringen [5–7]. Av den anledningen har brännprogram för porcelain på zirkoniumdioxid ofta en längre kylfas och/eller långsammare temperaturstegring än motsvarande för metallkeramiska (MK)-ersättningar [6, 8, 9].

Generellt för höghållfasta glaskeramer

Många glaskeramer finns tillgängliga både för pressning enligt ”lost wax-metoden” (puckar) och fräsning med CAD/CAM-teknik (block).

De skiljer sig då åt avseende mikrostruktur beroende på om materialet är avsett att pressas eller fräsas och innehåller en eller flera kristallfaser för ökad styrka och brottseghet. Materialet framställs genom att glas värmebehandlas för en kontrollerad kornbildning och efterföljande kristalltillväxt [10]. Kristallerna styr vilka egenskaper som slutligen erhålls i den färdiga tandersättningen. Vissa material finns tillgängliga för fräsning i ett förkristalliserat stadium med en lägre hårdhet och böjhållfasthet som gör det lättare att bearbeta vid fräsning. Ersättningen fräses i originalstorlek eftersom kristallfasomvandlingen inte är förknippad med någon dimensionsförändring. Vid en efterföljande värmebehandling i ugn sker den slutliga kristallomvandlingen som ger materialet dess slutliga hållfasthet, färg och translucens.

Några glaskeramer har anpassats för ”chairside-lösningar” på klinik där ersättningen efter fräsning, för att spara tid, endast poleras i stället för att genomgå målning och glansbränning. Detta sker dock på bekostnad av hållfastheten, som reduceras till nästan hälften jämfört med om keramen värmebehandlats.

Leucitbaserade glaskeramer

Den moderna formen av leucitbaserade glaskeramer har använts sedan 1990 och har ett något vidare indikationsområde jämfört med porcelain, även om materialegenskaperna är snarlika.

Med den extra hållfasthet och seghet som materialen ger jämfört med porcelain, lämpar de sig även för kronor och adhesivt cementerade onlays, med undantag för de mest högtranslucenta varianterna som inte rekommenderas för kronor och onlays. Tidigare användes leucitbaserade glaskeramer även till inlägg, men eftersom dessa är särskilt utsatta ur belastningssynpunkt och prognosen därför är sämre än för inlägg framställda i starkare glaskeramer, kan användningsområdet ifrågasättas i dag.

Leucitbaserade glaskeramer har mycket goda optiska egenskaper och erbjuder en kameleonteffekt som ger mycket goda estetiska möjligheter, men har också den för glaskeramer lägsta böjhållfastheten. Materialen innehåller ungefär 35–45 volymprocent leucitkristaller som är cirka 1–5 µm i diameter. Liksom porcelain ska leucitbaserade glaskeramer alltid etsas och cementeras adhesivt med resincement. De används monolitiskt, karakteriserade med målningsteknik eller med ”cut back” i kombination med ett ytporcelain för att ytterligare förbättra den estetiska potentialen. En reduktion av glaskeramens tjocklek för att skapa plats för påbränt ytporcelain påverkar dock hållfastheten negativt på grund av den höga andelen glas i skiktningmaterialet, vilket begränsar indikationsområdena.

På senare år har användningen av leucitbaserade glaskeramer minskat till fördel för de mer hållfasta litiumdisilikatbaserade glaskeramerna. Detta trots att litteraturen visat att singelkronor utförda i

leucit- och litiumdisilikatbaserade glaskeramer efter fem år har motsvarande överlevnadsfrekvens (96,6 procent) som metallkeramik, ofta refererat till som ”the gold standard” för kronor [11].

Litiumdisilikatbaserade glaskeramer

Indikationsområdet för litiumdisilikatbaserade glaskeramer är skalfasader,

inlägg, onlays, kronor och korta anteriora broar (max tre led) (figur III).

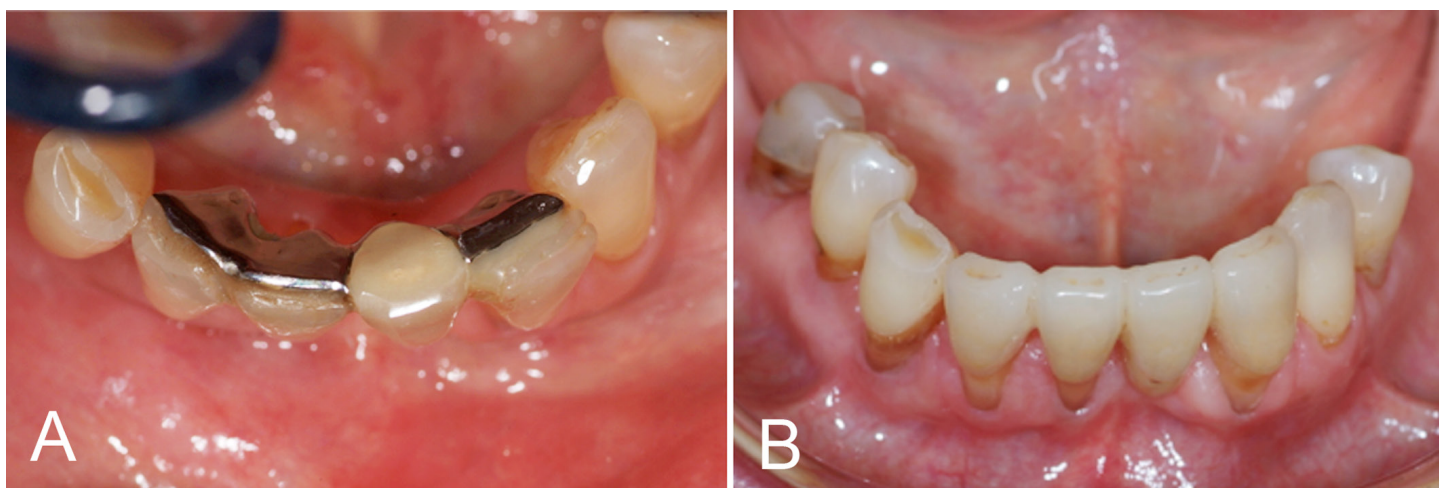
De kan även användas som fasadmaterial för exempelvis zirkoniumdioxidbroar med ”CAD on-teknik” och till implantatdistanser med titanbas.

Dessa höghållfasta glaskeramer har högre hållfasthet och bredare indikationsområden än de leucit-baserade och är med stor sannolikhet de mest använda glaskeramiska materialen i dag. Fram till hösten 2014 hade ett företag patent och därmed monopol på litiumdisilikatprodukter, men sedan patentet gått ut erbjuder nu flera tillverkare materialet. Beroende på fabrikat varierar materialets innehåll och mikrostruktur något, där till exempel kristallernas utseende kan variera från de traditionella större nålliknande, till något mindre kristaller. Som en följd av att materialen och därmed materialegenskaperna kan skilja sig åt sinsemellan lämpar sig vissa av fabrikaten inte till broar.

Motsvarande de leucitbaserade glaskeramerna kan indikationerna för olika litiumdisilikatbaserade material skilja sig åt beroende på deras grad av translucens och därmed indirekt deras mekaniska egenskaper.

Högtranslucent litiumdisilikat är till exempel inte lämpat för framställning av fullkronor, distanser och broar och bör inte heller skiktas med porcelain. För vissa fabrikat finns fräsblock framtagna för fräsning av hybriddistanser och hybriddistanskronor som sammanfogas med en adhesivt cementerad titanbas för entandsersättningar.

Kliniska resultat visar goda resultat för singeltandsersättningar i litiumdisilikat. I en systematisk översiktsartikel drogs slutsatsen att överlevnaden för anteriora och posteriora singelkronor i litiumdisilikat är utmärkt efter 1–5 år med en kumulativ överlevnadsfrekvens på 100 procent efter två år och 97,9 procent efter fem år [12]. Det kliniska underlaget för långtidsöverlevnad (5–10 år) är däremot än så länge begränsat och det behövs fler långtidsuppföljningar för att kunna dra några mer långtgående slutsatser. För broar, utan hänsyn tagen till placering i tandbågen, var resultatet inte lika positivt då överlevnadsfrekvensen endast var 78,1 procent efter fem år. Detta stämmer väl med vad



Figur III. Gammal Marylandbro (a) som ersatts med en bro utförd i en litiumdisilikatbaserad glaskeram som är cementerad med adhesiv teknik till emalj (b). Observera att fyra led, som i fallet på bilden, är ett led mer än vad som rekommenderas för detta material.

som skulle kunna förväntas om man jämför hållfasthet och seghet med de krafter som kan förmodas uppstå under kliniskt bruk.

Zirkoniaförstärkt litiumsilikat (ZLS)

Zirkoniaförstärkt litiumsilikat (ZLS) består till största delen av litiumsilikat (56–64 viktprocent kiseldioxid och 15–21 viktprocent litiumoxid) med en tillsats av ungefär 10 viktprocent zirkoniumdioxid för ökad hållfasthet samt andra oxider och pigment [13].

Avseende materialegenskaper ligger ZLS något lägre än litiumdisilikat beträffande brottseghet, men har motsvarande eller något högre böjhållfasthet. Materialet har en mer fin-kornig mikrostruktur beroende på att kristallerna är fler och mindre jämfört med litiumdisilikat. Detta framhålls av fabrikanterna som fördelaktigt både vid fräsning och pressning för bättre poleregenskaper och flytbarhet vid pressning [14].

Indikationsområdet är samma som för litium-disilikat med reservation för att en del fabrikat inte lämpar sig för framställning av broar. Dessutom gäller detsamma som för litiumdisilikat att användningsområdet för högtranslucent ZLS begränsas till skalfasader, inlägg och onlays i kombination med målningsteknik. Eftersom ZLS-materialen är relativt nya, är kunskapen om dem begränsad och kliniska studier saknas i princip helt.

Vid en PubMed-sökning i november 2017 erhöles 31 träffar, varav endast två publikationer avsåg kliniska stu-

dier; en klinisk rapport på ett patientfall och en klinisk korttidsuppföljning efter tolv månader [15, 16].

Lyckandefrekvensen i den senare angavs vara 96,7 procent, men två av 60 ersättningar hade totalfrakturerat efter tolv månader.

Kliniska förutsättningar

Både porslin och glaskeramers hållfasthet är strikt beroende av hur de cementeras och med vad.

Vad gäller glaskeramerna måste man bestämma redan vid preparationen vilken cementeringsteknik man avser använda. Resincement i kombination med perifer emalj och adhesiv cementering, ställer lägre krav på materialtjocklek jämfört med om man saknar perifer emalj eller väljer att cementera med ett självadhesivt cement eller glasjonomercement, till exempel. En fabrikant rekommenderar ocklusal avverkning motsvarande 1 mm vid adhesiv cementering mot 1,5–2 mm vid val av annat cement/annan cementeringsteknik. Avseende porslin och leucitbaserade glaskeramer måste alltid resincement användas. Preparationen för en skalfasad av exempelvis porslin bör utformas med en chamfer och för glaskeramer är en grund eller djup chamfer lämpliga preparationstyper.

Glaskeramers höga translucens kan under vissa omständigheter vara en utmaning, eftersom det innebär att även den underliggande tandsubstansens färg spelar en stor roll för ersättningens estetik.

Att välja en glaskeram i ett fall med en kraftigt missfärgad preparation

är således inte det mest optimala, eftersom det translucenta materialet i de flesta fall inte maskerar missfärgningen i tillräckligt stor utsträckning. Även om tandteknikern, i mildare fall, kan välja en mindre translucent glaskeram och/eller arbeta med till exempel fluorescerande porslinsmassor för att försöka maskera missfärgningen, är det bara möjligt till en viss grad. Väljer man en opak glaskeram tappar man alla de estetiska fördelar glaskeramerna har utan att tillgodoräkna sig den högre hållfasthet som andra keramer erbjuder. Glaskeramer är därför mindre lämpliga för fall med kraftigt missfärgade tänder.

Likaså är det mindre lämpligt att använda glaskeramer på en preparation med en metallpelare, dels för att metallen är svår att maskera, dels för att möjligheterna för att uppnå en adhesiv bindning är begränsade.

Eftersom både estetik, hållfasthet, utformning och framställningsteknik skiljer sig åt mellan och inom porslins- och glaskeramgrupperna är det av stor vikt att ha kunskap om de olika materialen, deras indikationsområden och hur de respektive materialen ska hanteras för ett optimalt behandlingsresultat. Ett lyckat kliniskt resultat är inte bara beroende av materialkunskap och -hantering, utan underlättas också av en öppen kommunikation och ett gott interprofessionellt samarbete mellan kliniker och tandtekniker för att kunna nyttja materialens fulla kapacitet och anpassa ersättningen utifrån det individuella fallet.

Sammanfattning

Porsliner är de dentala material som har störst potential att ur ett estetiskt perspektiv efterlikna naturlig tandsubstans. Genom att tandersättningar av porslin framställs med skiktningsteknik finns det möjlighet att styra de optiska egenskaperna såsom translucens, opalescens och fluorescens. Den goda estetiken kommer däremot till priset av att materialets höga glashalt leder till relativt låg hållfasthet och därmed begränsade indikationsområden.

Glaskeramer har högre hållfasthet och brottseghet – två viktiga egenskaper – men liknande optiska egenskaper som porslin och kan därmed användas antingen monolitiskt (med ett och samma material genom hela konstruktionen) med målningsteknik eller i kombination med ett ytporcelain för att ytterligare förbättra estetiken (så kallad ”cut back-teknik”). De i dag vanligast förekommande glaskeramerna är de leucit- respektive litium-disilikat-baserade samt de relativt nya zirkoniaförstärkta litium-silikat-materialen (ZLS).

Indikationsområdet för porslin och glaskeramer är bland annat beroende av materialens egenskaper såsom böj- och hållfasthet, brottseghet och optiska egenskaper. Framställningsteknik, om ersättningen är monolitiskt utformad eller skiktad med ytporcelain samt hanteringen av materialet påverkar den slutliga ersättningens hållfasthet, vilken även är avhängig av val av cement, cementeringsteknik och tillgång till perifer emalj.

English summary

Porcelain and glass ceramics – our most aesthetic materials

Camilla Johansson and Per Vult von Steyern Tandläkartidningen 2019; 111 (1): 54–8

Porcelains are the dental materials with the most potential to aesthetically replicate the natural tooth substance. Using layering technique, the optical properties, such as translucency, opalescence and fluorescence of a restoration can be controlled.

However, high translucency implies a reduced strength due to the high proportion of glass, which limits the indications of use. Glass ceramics have a higher strength and fracture toughness, which are two important material properties, but the optical properties remain similar to porcelain.

As a result glass ceramics can be used either monolithically (the same material throughout the entire restoration) characterized by staining technique or in combination with porcelain to further enhance the aesthetic appearance of the restoration (so called cut back technique).

The indications for porcelain and/or glass ceramics are dependent on the material properties, such as flexural strength, fracture toughness and optical properties.

However, the strength of the final restoration is also dependent on the manufacturing technique, whether the restoration is monolithically designed or veneered with porcelain, handling of the material, and choice of cement, cementation technique and access to peripheral enamel.

Fotnot:

Artikeln är tidigare publicerad i Tandläkartidningen nr 1 2019.

Referenser

1. Zhang Y, Kelly JR. Dental Ceramics for Restoration and Metal Veneering. *Dent Clin North Am* 2017; 61: 797–819.
2. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont* 2015; 28: 227–35.
3. Vult von Steyern P. Dental ceramics in clinical practice. In: Nilner K, Karlsson S, Dahl B L, editors. *A text-book of fixed prosthodontics: The Scandinavian approach*. Stockholm: Gothia, 2013; p 205–22.
4. Bakitian F, Seweryniak P, Papia E, Larsson C, Vult von Steyern P. Fracture strength of veneered translucent zirconium dioxide crowns with different porcelain thicknesses. *Acta Biomater Odontol Scand* 2017; 3: 74–83.
5. Lohbauer U, Scherrer SS, Della Bona A, Tholey M, van Noort R, Vichi A, Kelly JR, Cesar PF. ADM guidance-Ceramics: all-ceramic multilayer interfaces in dentistry. *Dent Mater* 2017; 33: 585–98.
6. Swain MV. Unstable cracking (chipping) of veneering porcelain on all-ceramic dental crowns and fixed partial dentures. *Acta Biomater* 2009; 5: 1668–77.
7. Guazzato M, Walton TR, Franklin W, Davis G, Bohl C, Klineberg I. Influence of thickness and cooling rate on development of spontaneous cracks in porcelain/zirconia structures. *Aust Dent J* 2010; 55: 306–10.
8. Rues S, Kröger E, Müller D, Schmitter M. Effect of firing protocols on cohesive failure of all-ceramic crowns. *J Dent* 2010; 38: 987–94.
9. Tholey MJ, Swain MV, Thiel N. Thermal gradients and residual stresses in veneered Y-TZP frameworks. *Dent Mater* 2011; 27: 1102–10.
10. Höland W, Schweiger M, Watzke R, Peschke A, Kappert H. Ceramics as biomaterials for dental restoration. *Expert Rev Med Devices* 2008; 5: 729–45.
11. Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs). *Dent Mater* 2015; 31: 603–23.
12. Pieger S, Salman A, Bidra AS. Clinical outcomes of lithium disilicate single crowns and partial fixed dental prostheses: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2014; 112: 22–30.
13. Elsaka SE, Elnaghy AM. Mechanical properties of zirconia reinforced lithium silicate glass-ceramic. *Dent Mater* 2016; 32: 908–14.
14. Silva LHD, Lima E, Miranda RBP, Favero SS, Lohbauer U, Cesar PF. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Braz Oral Res* 2017; 31(suppl 1): e58.
15. Saavedra GSFA, Rodrigues FP, Bottino MA. Zirconia-Reinforced Lithium Silicate Ceramic - A 2-Year Follow-up of a Clinical Experience with Anterior Crowns. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2017; 25: 57–63.
16. Zimmermann M, Koller C, Mehl A, Hickel R. Indirect zirconia-reinforced lithium silicate ceramic CAD/CAM restorations: Preliminary clinical results after 12 months. *Quintessence Int* 2017; 48: 19–25.