

Keramiske indlæg

Ulla Pallesen og Marianne Thordrup

Keramiske indlæg kan være et alternativ til større amalgamfyldninger, som tilgodeser patienternes voksende behov for æstetiske restaureringer. Nye keramiske materialer med bedre mekaniske egenskaber er blevet markedsført til både direkte og indirekte fremstilling af indlæg. Sammen med adhæsiv cementering har disse materialer åbnet nye muligheder for at udføre tandbevarende præparationer og derved undgå kronebehandlinger med subgingivale præparationsgrænser. Kliniske undersøgelser af 8-10 års varighed har vist god holdbarhed af keramiske indlæg. Alligevel er der fortsat ulemper, hvor specielt manglende frakturesistens synes at være et problem. Den komplicerede kliniske procedure i forbindelse med fremstilling af keramikindlæg synes også at have indflydelse på holdbarheden. Denne artikel vil derfor fokusere på hvilke kliniske faktorer der bør lægges vægt på, når der behandles med keramiske indlæg.

Keramik er et æstetisk materiale, som er blevet anvendt til restaurering af tænder i mere end 150 år. Historisk har anvendelsen af keramik i tænder dog været begrænset, fordi keramiske materialer er sprøde og uelastiske og dermed mindre modstandsdygtige mod fraktur. Udviklingen af nye produktionsteknikker og adhæsive cementer har imidlertid åbnet muligheder for udvidet anvendelse, og restaurering med keramiske indlæg er inden for de senere år blevet en hyppigt anvendt behandling. Før introduktionen af de adhæsive cementer var styrken af keramiske indlæg alene afhængig af selve materialet. Ved anvendelse af adhæsive cementer kan en stærk adhæsion mellem keramik/plastcement og tand/plastcement styrke og understøtte restaureringen, samtidig med at sund tandsubstans kan spares i forbindelse med præparation (Fig. 1).

Keramiske indlæg blev sammen med plastindlæg introduceret for at undgå de uheldige følger af polymerisationskontraktionen, fordi spalter som følge heraf i forbindelse med plastfyldninger kan medføre postoperative symptomer, kantmisfarvning og caries. Ved indlægsteknik bliver kantfejl forårsaget af skrumpning af materialet korrigeret med cementeringsplast, samtidig med at kontraktionen i det tynde lag plastcement er begrænset. Anvendelsen af keramiske indlæg har også gjort det muligt at opfylde patienternes voksende behov for tandfarvede restaureringer.

I denne artikel vil kliniske aspekter omkring keramiske indlæg blive gennemgået, og muligheder og begrænsninger vil blive diskuteret. Der vil blive fokuseret på hvilke tiltag i den kliniske procedure ved fremstillingen af et keramik indlæg der kan medvirke til at øge holdbarheden. Indlæg med og uden overdækning af cuspides eller involvering af 1-2 cuspides vil i artiklen alle blive omtalt som indlæg.

Keramiske materialer

Keramikindlæg er kostbare restaureringer, som bør holde minimum 10-20 år. Kun få systemer til fremstilling af keramikindlæg har imidlertid været så længe på markedet, og valg af materialer må derfor baseres på data fra kliniske undersøgelser med væsentlig kortere observationstider. Der er i dag mulighed for at vælge mellem flere forskellige porcelænstyper, som kan fremstilles enten med direkte teknik på klinikken eller indirekte hos tandteknikeren. De enkelte systemer vil kort blive gennemgået og resultater fra kliniske undersøgelser refereret, mens der vedr. materialemæssige aspekter henvises til *Peutzfeldts* artikel i *Tandlægebladet* 2002; 106(11) (1).

Håndoplagt/sintret

Når keramikindlæg fremstilles i feldspatporcelæn af en tand-

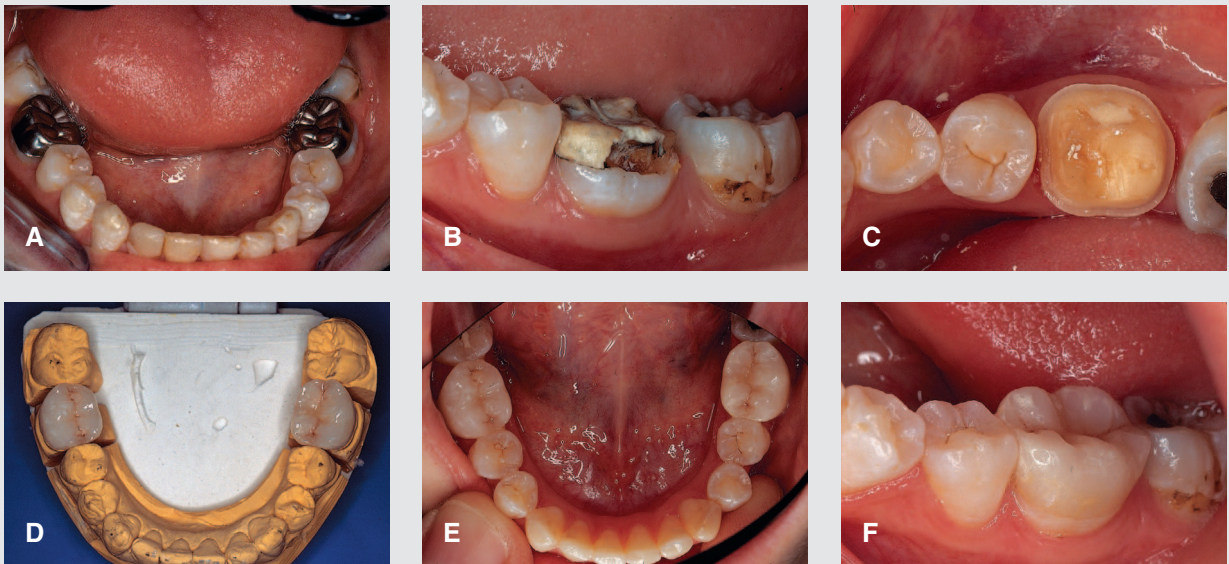


Fig. 1. Restaurering af hypoplastiske molarer med keramiske onlays på en 18-årig kvinde. A: Tænderne ± 6 og $6\pm$ har i otte år været forsynet med stålkrøner. Af æstetiske grunde ønskede patienten at de permanente restaureringer skulle være tandfarvede. B: Den ene molar (± 6) udviste caries under stålkrønen efter udvaskning af cement. C: Præparation til onlay i keramik fjerner kun meget lidt sund tandsubstans og præparationsgrænsen kan holdes supragingivalt i emalje. D: Keramiske indlæg (Empress®) på model. E: Umiddelbart efter cementering. F: Næroptagelse af ± 6 efter to års funktion.

Fig. 1. Ceramic onlays are made to restore molars with enamel hypoplasia in an 18-year-old woman. A: For eight years 6-6 were restored with temporary crowns. For esthetic reasons the patient desired tooth-coloured restorations. B: One molar (± 6) showed secondary caries due to deficient seal of the luting cement. C: The preparation technique for ceramic onlays is designed as a gentle technique in order to save healthy tooth substance, and the margins of the preparation are placed supra-gingivally in enamel. D: Ceramic inlays (Empress®) on a plaster model. E: Immediately after cementation. F: Close-up of the onlay after two years in function.

tekniker med gammeldags pulver-væske-teknik er der mulighed for lagvis opbygning med brug af forskellige translucenser og farver. Den naturlige tands opbygning kan herved imiteres, og håndoplagede indlæg er derfor de mest æstetiske. Den endelige kvalitet af restaureringen afhænger i høj grad af tandteknikeren. Derfor er holdbarheden af disse indlæg mere uforudsigelig end ved andre systemer. Dette giver sig udtryk i de publicerede kliniske korttidsundersøgelser, hvor fejlprocenterne efter 2-3 år varierer fra 0-39% (1, 2), mens en seksårsopfølgning viser 12% omlagte (3). De sintrede keramiske materialer synes i dag at være blevet overhalet af mere holdbare materialer.

Støbt/presset

Det har længe været muligt at anvende støbetechnik til fremstilling af keramiske indlæg, hvor præcisionen er god. Oftest anvendes et glasmateriale, som efter støbning keramiseres i en langvarig brændingsproces, hvorved glasset kommer til at indeholde en krystallinsk fase (fx Dicom®). Styrken af denne

type restaureringer synes ikke at være tilstrækkelig til stressbærende restaureringer, idet der er rapporteret om 10% omlavninger efter 4-83 mdr. (4) og 13% omlavninger efter fire år (5).

En anden form for støbning af keramiske indlæg er den såkaldte pressteknik (fx Empress®). Her kan der anvendes porcelæn i stedet for glas, hvilket resulterer i stærkere restaureringer, som kan anvendes i stressbærende områder. Presset keramik har vist god holdbarhed i mange korttidsstudier (1,2) og kun ca. 7% omlagte indlæg efter seks år (6,7). Selv ved anvendelse til større adhæsivt forankrede restaureringer (indlæg, onlays og partielle krøner) er der observeret god holdbarhed med kun 7% omlagte efter fem år (8). Den æstetiske kvalitet af støbte/preskede restaureringer er ikke helt så høj som ved sintret keramik, fordi indlægget presses i én farve, som efterfølgende bemaales på overfladen.

Fræset

Keramiske materialer kan være meget stærke, men urenhede



Fig. 2. Fem år gammelt CAD-CAM-indlæg (på 6÷) med tydelig farveforskel mellem tand og indlæg. Når indlæg fræses ud af en monokromatisk keramikblok uden efterfølgende farvekorrektion af overfladen, vil de ofte fremtræde ensfarvede og mere opake end tanden. Dette er sjældent noget problem for patienten.

Fig. 2. A five-year-old CAD-/CAM ceramic inlay (placed in 6-) can be clearly distinguished from the surrounding tooth structure. Inlays milled from a monochromatic ceramic bloc with no colour correction of the inlay surface will often be more uniformly coloured and opaque than the tooth. This, however, does not seem to be a problem to the patient.

der og porøsiteter i keramikken svækker ofte materialet. Derfor er keramikblokke fabrikeret under kontrollerede forhold stærkere end keramik fremstillet af en tandtekniker. Fræsning af keramiske indlæg ud fra præfabrikerede keramikblokke ved hjælp af et CAD-CAM- (fx Cerec®) eller kopi-fræsningssystem (fx Celay®) er derfor en anden måde at fremstille restaureringer med høj styrke på. Cerec indlæg har vist god holdbarhed med under 3-6% omlagte efter 5-6 år (9-11) og 9-10% omlagte efter 8-10 år (12,13). Også her er det æstetiske resultat dårligere end ved håndoplagt porcelæn, fordi der fræses ud fra en monokromatisk blok (Fig. 2). Hvis CAD-CAM- og kopifræsningssystemerne anvendes til indirekte teknik, er der mulighed for – som ved støbt keramik – at brænde karakteriseringsfarve på overfladen, hvilket forbedrer det æstetiske resultat.

Kliniske komplikationer og konsekvenser

Ud over selve materialets styrke har kvaliteten af det kliniske arbejde i forbindelse med fremstilling af et keramisk indlæg stor betydning for holdbarheden. Adhæsivteknik – specielt ved cementering af keramik – er en krævende opgave og derfor følsom for behandlingsvariation (Fig. 3). Kliniske undersøgelser har vist hvor problemerne ligger, og resultater her-

fra vil efterfølgende blive lagt til grund for hvad der kan gøres på klinikken for at afhjælpe svagheder i materialer og teknikker mhp. at forøge holdbarheden af keramiske indlæg.

Fraktur

Den hyppigste årsag til omlavning af keramiske indlæg er fraktur af keramik, men også mange keramiske indlæg i funktion har mindre frakturer eller infraktioner, som patienten ikke er opmærksom på (13,14) (Fig. 4). Frakturerne er oftest skålformede og beliggende på rand-crista, men forekommer også ved isthmus eller centralt (Fig. 5).

Indikation – Vores viden om keramikens begrænsede frakturestabilitet bør derfor inddrages, allerede når behandlingsvalget foretages. Keramiske indlæg i tænder med meget stort substansstab, med speciel morfologi, eller hvor der er foretaget endodontisk behandling vil være mere udsatte for fraktur (8,12). Det samme er tilfældet med tænder i hyperfunktion, fx bruksister (15). En patient som vist i Fig. 6 med fraktur af et keramisk indlæg skulle aldrig have været behandlet med fuldkeramik i denne tand. Bemærk hvor smal den mesiodistale dimension af tanden er ved collum i forhold til okklusalt. Keramik skal understøttes af tand eller andet stærkt materiale for at være modstandsdygtig mod fraktur. Forebyggelse af fraktur vil derfor også kunne ske ved at udforme tandens okklusalflade, så rand-crista trækkes godt ind, og okklusion på uunderstøttet keramik undgås. Dette er muligt hvis det approximale kontaktpunkt lægges et stykke væk fra okklusalfladens niveau – som på naturlige ikke slidte tænder.

Præparation – Frakturer starter oftest fra ujævnheder på indlæggets inderside, men kan også skyldes at indlægget er underdimensioneret. Kavitetets væggen skal derfor være glatte og interne overgange afrundede, hvortil udfyldning med flowplast kan være en hjælp, så ekstension af kaviteten undgås. En anden mulighed er at lade teknikeren blokere små underskæringer og ujævnheder på modellen, som udfyldes i forbindelse med cementeringen. Herudover skal præparationsgrænsen være jævn og afrundet, og der præpareres aldrig bevel, fordi det vil give svage og upræcise keramikkanter. Selv om det ikke er dokumenteret i litteraturen, er der noget som tyder på at en materialetykkelse på 1-1,5 mm i ubelastede områder og 1,5-2 mm i belastede områder er nødvendig (16). Dette kontrolleres bedst ved at lade patienten artikulere på voks i kaviteten.

Teknik – Brud i keramik forekommer efter både kort og lang tids klinisk funktion (8,13). De starter ud fra porer og revner i materialet, som opstår i forbindelse med tandteknikerens

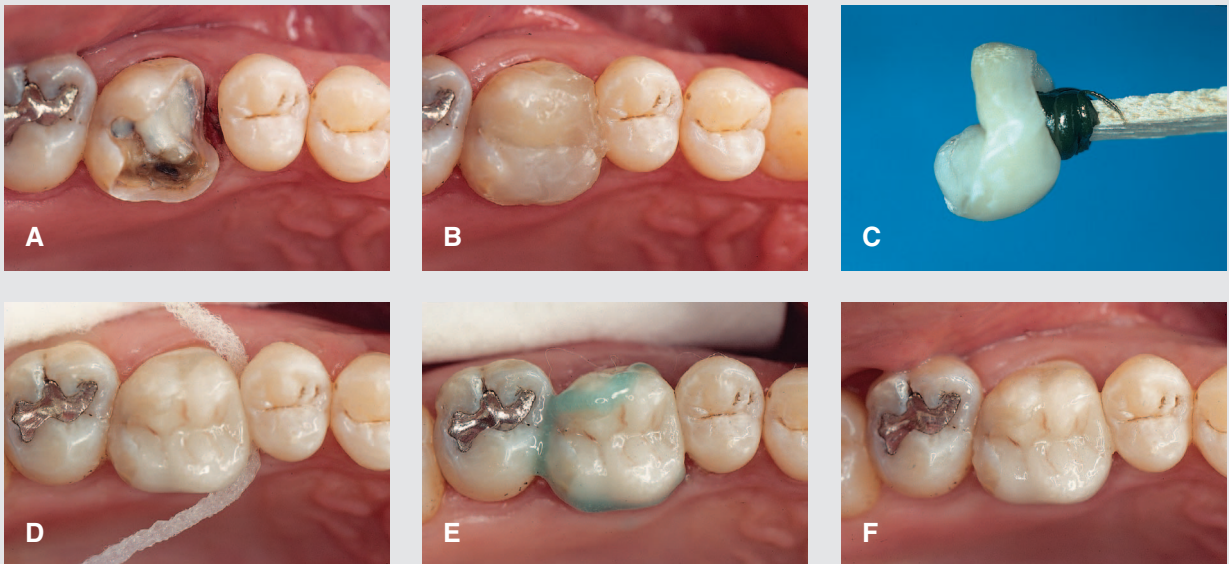


Fig. 3. Behandling af molar (6+) med keramisk indlæg. Præparation til metalkeramikkrone ville have fjernet det meste af den resterende tandsubstans og ville have ført til subgingival præparation. Samtidig ville tilstrækkelig retention for en krone have været vanskelig at opnå. A: Præparation til keramisk indlæg. I forbindelse med meget tæt relation til pulpa valgtes en lokal dentinsårforbinding med calciumhydroxid, som blev forsejlet med flowplast. B: Provisorium. Der er anvendt en elastisk plast, som formes, indpasses i okklusion/artikulation og polymeriseres direkte i kaviteten. C: Indlægget bør fikseres, så berøring af materialer undgås. Hertil kan anvendes en tandstikker med grøn Kerr, en pind med klæbevoks, en diamantbelagt pincet etc. D: Overskud af cement fjernes før polymerisering med vatrulle, sonde og skumbelagt tandtråd. E: Under hærdning af plastcementen dækkes præparationsgrænsen med glyceringel for at undgå iltinhibering – og dermed dårligere mekaniske egenskaber – af det yderste lag cement. F: Umiddelbart efter cementering. Overskydende cement og adhæsiv er fjernet med et depurationsinstrument eller finkornede diamanter. Der er tilpasset i okklusion/artikulation med finkornede diamanter, og polering af de justerede områder er foretaget med fine sandpapirskiver og diamantpolérpasta.

Fig. 3. Molar (6+) restored with ceramic inlay. Preparation for a conventional metal ceramic crown was renounced in order to save healthy tooth structure and to maintain the gingival margins of the preparation at a supra-gingival level. Also, retention of the crown might have been compromised if a full crown was made. A: Preparation for the ceramic inlay. A calciumhydroxide cement was chosen for protection of the dental pulp and sealed with flowable composite. B: A temporary elastic composite filling material is directly placed and adapted into the cavity followed by light-curing. C: During the cementation procedure, the inlay should be handled with an inlay pin (a toothpick fixed to the inlay surface with Kerr or a pin fixed with sticky wax) or a diamond-covered tweezers. D: Excess luting cement is removed using probe, cotton rolls or dental floss before curing. E: During light curing the luting cement of the inlay margins are covered with a jelly glycerin solution to prevent oxygen inhibition of the superficial layer of the composite cement. F: Immediately after cementation excess cement is removed using fine grained diamonds or by curettage. Occlusal contacts are adjusted when necessary and polished with fine sandpaper discs and diamond paste.

fremstilling af indlægget, men også under tilpasning, beslibning og polering hos tandlægen kan revner i keramikken induceres. Når frakturer skal forebygges, bør der således vælges en keramik med stor styrke og med så få urenheder og porositeter som muligt. Indprøvning af indlæg skal foretages med forsigtighed. Ved hård approssimal kontakt kan separation af nabotænder med kiler være en hjælp. Opvarmning i forbindelse med beslibning og polering kan føre til mikrofrakturer, og korrektioner bør derfor foretages under kraftig vandkøling – også for at beskytte pulpa.

Adhæsiv teknik – Undersøgelser har vist at adhæsiv cementering af keramiske indlæg forøger fraktreresistensen, samt at cementering med plastcement er bedre end glasionomercement (1,2,17). Senest har en enkelt undersøgelse dog vist at Empress indlæg cementeret med plastmodificeret glasionomercement (Fuji Plus) og kemisk polymeriseret plastcement (Panavia 21) havde samme holdbarhed efter fem år (14). Ud over at vælge en stærk cement for at forebygge fraktur i keramik må tilpasning i okklusion og artikulation først foretages efter at indlægget er cementeret.



Fig. 4. Revne centralt i 11 år gammelt keramisk indlæg (6+). De sidste fem år er revnen blevet observeret, men har endnu ikke ført til at omlavning.

Fig. 4. Hair-line crack in a ceramic inlay (6+) after 11 years in function. Until now the crack has been observed for five years without inlay replacement.



Fig. 5. Skålformet fraktur af keramik på rand-crista af fire år gammelt keramikindlæg (+4), hvor omlavning var nødvendig.

Fig. 5. Saucer-shaped fracture of the marginal ridge in four-year-old ceramic inlay (+4). Replacement of the inlay was considered necessary.

De adhæsive procedurer i forbindelse med binding til emalje og dentin er gennemgået andetsteds i dette temanummer. I Fig. 7 vises et klinisk eksempel på hvordan en adhæsiv cementering kan gå galt.

Hvad angår binding til glasbaseret keramik (feldspatporce-

læn og glaskeramik) så kan ætsning med flussyregel (4-10%) give et mikromekanisk overfladerelief som svarer til fosforsyreætsning af emalje. Laboratorieundersøgelser har vist at en efterfølgende silanisering forbedrer bindingen, fordi den efterlader den ætsede overflade hydrofob med god mulig-

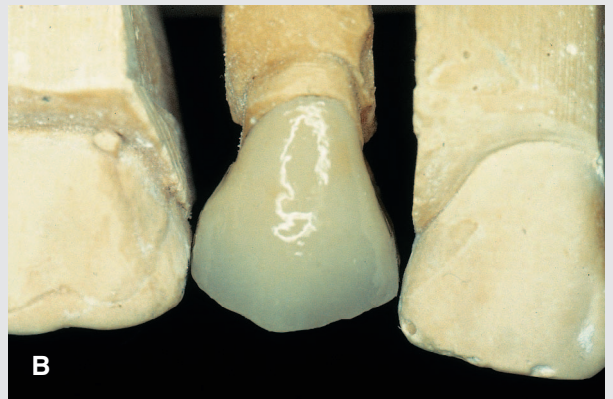


Fig. 6. Behandling med keramisk indlæg uden for indikationsområdet. A: Approksimal fraktur af tre år gammelt keramikindlæg på 4+, som førte til omlavning. B: Metalkeramikkrone blev den efterfølgende behandling. I modsætning til restaureringer i fuldkeramik bliver keramikken ved en metalkeramikkrone brændt til en indre metalkappe. Dette fører til en langt bedre frakturresistens i rand-crista-området, hvilket er specielt vigtigt ved en tand som denne, med stor forskel i okklusal og gingival dimension af kronen.

Fig. 6. Treatment with a ceramic inlay outside the area of indications. A: After three years of function the inlay in 4+ required replacement due to proximal inlay fracture. B: A metal ceramic crown was chosen as the subsequent treatment. In contrast to full ceramic restorations, the outer ceramic layer of the metal ceramic is fused to the inner metal surface. This leads to a far better fracture resistance of the marginal ridge, which is of particular importance in the present case with big difference in the occlusal and gingival dimension of the crown.

hed for befugtning med plastcement (1). Et flussyrebehandlet indlæg vil kontamineres ved kontakt med gips fra modellen og proteiner fra spytet. En efterfølgende rensning med fosforsyre vil i nogen grad kunne fjerne proteinlaget, hvorimod gipsen ikke fjernes tilstrækkeligt (18). Da kontrol af indlæg på model og indprøvning på tand skønnes nødvendig i alle tilfælde, kan det derfor anbefales at tandlægen selv udfører både flussyrebehandling og silanisering umiddelbart før cementering. Der bør imidlertid udvises meget stor forsigtighed ved anvendelse af flussyre for at undgå hudkontakt eller indånding af dampe. Der benyttes derfor altid handsker og briller, og ved uheld skylles meget længe og grundigt med vand, mens handskekontakt kræver skift af handske.

Keramiske materialer indeholdende aluminiumoxid (fx InCeram® og Procera®) og zirkoniumoxid er ikke medtaget i nærværende artikel fordi de sjældent anvendes til indlægsteknik. Disse materialer kan ikke ætzes med flussyre, da de ikke indeholder en glasfase.

Sekundær caries

Caries i relation til keramiske indlæg i kliniske studier forekommer kun sjældent. I 4-6-års-rapporteringer fandtes ingen sekundær caries i seks undersøgelser, mens man i tre fandt lave frekvenser (0,4-5,1%) (19). I en seksårsundersøgelse, hvor 46% af patienterne var cariesrisikopatienter, fandtes kun caries i forbindelse med 2,6% af indlæggene (19). Heller ikke otteårsresultater med CAD-CAM-indlæg viste sekundær caries (13). Men selv om sekundær caries kun observeres sjældent, så er det alligevel den næsthyppigste årsag til omlavning af keramiske indlæg. Det er også velkendt at sekundær caries ses oftere ved restaureringer fremstillet i almen praksis end i velkontrollerede kliniske undersøgelser (20).

Når caries forekommer, er det approksimant gingivalt i kaviteter med præparationsgrænse i dentin, på steder hvor patienten har svært ved at holde rent, hvor der måske fra starten har været en spalte, eller hvor dentinbindingen ikke har været stabil. Forebyggelse af sekundær caries sker ved at optimere adhæsivteknikken så spalter undgås, samt ved at skabe mulighed for renhold i alle kantområder af indlægget. Derfor kan det være nødvendigt på forhånd at vælge kaviteter fra hvor dette ikke er muligt. Her tænkes fortrinsvis på subgingivalt beliggende kaviteter, hvor tørlægning og kontrol af cement ikke er mulig. Her vil en støbt restaurering altid være at foretrække.

Postoperative symptomer

Hypersensitivitet fra tænder med nycementerede keramiske indlæg kan ytre sig som følsomhed ved tygning eller ved påvirkning med kulde og varme (21). Frekvensen varierer fra få procent til 25-30%, bl.a. afhængig af hvordan og hvornår



Fig. 7. Fejlcenteret keramisk indlæg på en molar (±6). De indre overflader af indlægget har ikke været helt dækket med cement før cementering, hvilket førte til underskud af cement. Reparation vil ikke sikre at alle områder mellem indlæg og tandsubstans fyldes ud.

Fig. 7. Inappropriate cementation procedure of the molar inlay (-6). The inner surfaces of the inlay have not been entirely covered with luting cement before placement, leading to joint starvation. Repair will not ensure obturation of all spaces between inlay and tooth substance.

patienterne er blevet spurgt (21-23). Oftest forsvinder symptomerne efter 1-2 uger, men kan også persistere i flere måneder. I sjældne tilfælde, hvor symptomerne er kraftige og vedholdende, kan det være nødvendigt at fjerne indlægget, hvorefter symptomerne oftest forsvinder efter et par dage med provisorium.

Der har været angivet en række mulige årsager til de postoperative symptomer, og betragter man disse, kan de samtidig give et fingerpeg om forebyggelse.

Mikrolækage – Under cementering af et keramisk indlæg er der risiko for mikroskopiske spaltedannelser mellem keramik og tand på steder hvor adhærens svigter, eller hvor plastcementen ikke fylder ud. Spalterne, som kan forekomme både langs kavitetsvæggene og under indlægget, giver mulighed for indtrængning af bakterier og for ud- og indsvingning af væske, hvilket har været nævnt som en årsag til symptomer (24). En optimal adhæsivteknik vil forebygge mikrolækage, hvor korrekt udførelse af både ætsning, tørlægning, priming, bonding samt applicering og hærkning af cement er vigtige elementer. Symptomer som skyldes lækage, vil i nogle tilfælde kunne elimineres ved en genætsning og forsegling af kavitetskanterne med resin.

Toksicitet – Plastcementer og dentinadhæsivers toksiske egen-

sker har også været nævnt som en ætiologisk faktor i forbindelse med postoperative symptomer. Disse egenskaber har formentlig størst betydning i tilfælde med ufuldstændig afbinding af plastet i forbindelse med dybe kaviteter (16, 25). Isolering af lokale pulpanære områder med et tyndt lag calciumhydroksidholdig cement vil kunne beskytte pulpa mod sådanne irritanter. Disse cementer har imidlertid lav styrke og kan vaskes ud af kaviteten, og bør derfor nok kun anvendes hvor kaviteten har tæt relation til pulpa, og her forsejles med flowplast (Fig. 3A). Herudover er det nødvendigt at anvende dualhærdende eller kemisk hærdende plastcement for at sikre optimal polymerisering hvis indlæggets tykkelse overstiger 2 mm (26).

Præparationstraumer – Ved præparation til keramiske indlæg er der, som ved al anden præparation i vital tandsubstans, risiko for pulpatraumer ved udtørring og varmpåvirkning af dentin, med efterfølgende postoperativ sensitivitet (27). Det gælder derfor om at præparere så skånsomt som muligt og under kraftig vandkøling. Desuden bør udtørring af dentinen under ekskavering, præparation og adhæsivbehandling undgås.

Suprakontakter – For hård belastning af indlægstanden vil i mange tilfælde medføre at der opstår symptomer, en komplikation som er let at afhjælpe. Keramiske materialer kan være vanskelige at tilpasse i okklusion, fordi de føles hårde at bide på for patienten. Selv den mindste interferens vil mærkes og slides ikke væk pga. materialets høje abrasionsresistens (28).

Selv om vi ikke har den fulde viden om de ætiologiske årsagssammenhænge omkring postoperativ sensitivitet, så synes de nyere og mere velfungerende bindingsformidlere heldigvis at have reduceret problemet. Men fortsat vil hypersensitivitet kunne være et problem for den enkelte patient og dermed for den tandlæge som har cementeret indlægget.

Løsning af restaurering

Løsning af adhæsivt cementerede keramiske indlæg af moderat størrelse er yderst sjældent forekommende. Løsning af større keramikrestaureringer i belastede områder hvor størsteparten af retentionen har hvilet på adhæsion, forekommer hyppigere (8). Et adhæsivt forankret indlæg i funktion kræver både makromekanisk forankring (som guldindlæg) og adhæsiv forankring (sv.t. komposit plast). Præparationen skal derfor if. *Milleding* (16) være forsynet med både okklusale og approssimale retentionselementer, som dog kan være arealmæssigt væsentlig mindre end ved præparation til støbt guld pga. den supplerende adhæsive forankring.



Fig. 8. Ti år gammelt CAD-CAM-keramikindlæg med slid af cement facialt og okklusalt. Sliddet er ikke forbundet med kantmisfarvning, spalte eller caries, og patienten var ikke opmærksom på kantfejlen.

Fig. 8. A CAD-CAM ceramic inlay showing abrasion of the luting cement at the facial and occlusal margins after ten years in function. No marginal discolouration, marginal gaps or caries were observed. The patient was not aware of the marginal defect.

Fraktur af tandsubstans

Fraktur af tandsubstans er en sjælden omlavningsgrund i forbindelse med keramiske indlæg. Cuspides overdækkes derfor i væsentligt mindre omfang end ved metalliske restaureringer. Muligheden for bevarelse af sund tandsubstans ved skånsom præparationsteknik synes således at være én af fordelene ved behandling med keramiske indlæg.

Kantforhold

Plastcementen har ofte været nævnt som det svage led i forbindelse med keramiske indlæg, fordi cementen er udsat for slid eller *ditching*. Det okklusale slid, som er observeret allerede efter få år (22,23), vokser langsomt med årene, indtil det når en begrænset dybde og er beskrevet i næsten alle undersøgelser af keramiske indlæg. I en undersøgelse med otte års observationstid forekom det i forbindelse med næsten alle indlæg, mens det approssimale slid af cement i samme undersøgelse kun var meget begrænset (13).

Det marginale slid af cement har været mistænkt for at kunne føre til kantfraktur, kantmisfarvning og sekundær caries, hvilket imidlertid i både kort- og langtidsstudier har vist sig ikke at være tilfældet (13,29). Slid af cement synes

ikke at være forbundet med nogle signifikante kliniske problemer, eller et forøget antal omlagte indlæg (Fig. 8). Kun få patienter bemærker selv sliddet i form af en kant, eller fordi overgang mellem tand og indlæg bliver synlig.

Faktorer som kan begrænse slid af plastcement, gennemgås i en anden artikel i nærværende temanummer.

Overskud af cement

Et klinisk problem med keramiske indlæg er overskud af cement, som er vanskeligt at undgå og efter polymerisering vanskeligt at diagnosticere og fjerne (30). Approssimalt overskud af cement er blevet observeret radiologisk på 22% og 31% af approssimalfladerne ved keramiske indlæg umiddelbart efter cementering (9,23). Antallet blev reduceret til 10% og 22% efter hhv. ét og to år, som udtryk for at mindre cementoverskud kan frakturere af under funktion eller i forbindelse med deuration.

Hos patienter med disposition for marginal parodontitis kan et marginalt overskud være en aggraverende faktor for progression af sygdom; et eksempel på dette er vist i Fig. 9. Der findes imidlertid ingen helt ideelle metoder til cementering af indlæg hvorved overskud af cement kan undgås. Kraftig udkiling med en tilpasset trækile kan være en hjælp, både ved cementering med og uden matrice. Anvendelse af højviskøs plastcement gør det lettere at fjerne overskud inden hærkning, ligesom brug af skumbelagt tandtråd (fx Superflos®) også kan være en hjælp (Fig. 3D). Når approssimalt overskud af cement frakturerer af, kan der komme en kant som skal renoveres mhp. at undgå plakretention.

Radiopak cement i relation til et radiopakt keramikindlæg kan diagnosticeres selv i meget små mængder (30), og det kan derfor anbefales at tage et kontrolrøntgenbillede efter cementering. Overskud af cement kan i enkelte tilfælde fjernes med et deurationsinstrument, men vil oftest kræve indgreb med slibende instrumenter, hvorved rodoberflade og keramik læderes uden mulighed for optimal oppolering. Overskud af plastcement i forbindelse med adhæsiv cementering er derfor én af ulemperne ved keramiske indlæg.

Slid af antagonist

En uønsket komplikation ved behandling med keramik er et for stort slid på antagonisterne, og endnu har ingen keramiske materialer i kliniske undersøgelser udvist et antagonist-slid som emaljens eller mindre. Den kraftigste abrasion af antagonisternes emalje fremkommer ved porcelænsflader der hverken er blankbrændte eller polerede, fordi slidprocessen i langt højere grad synes at være knyttet til keramikens overfladeruhed end til dens hårdhed (31). Et indlægs overfladeruhed kan forøges ved slid, hvis keramikken er porehol-

dig, hvilket ofte er tilfældet ved de håndoplagte/sintrede materialer. Det betyder at porerne blottes og fremstår som hullinger i overfladen når indlægget slides under tygning. Her kan en blankbrænding virke som en falsk tryghed, da den kun giver en kortvarig beskyttelse (32). De præfabrikerede keramikblokke som anvendes ved støbning, presning og fræsning af keramik, er angiveligt porefri, med bedre mulighed for at bevare overfladeglatheden.

Det har været diskuteret om blankbrænding eller oppolering af keramik er bedst, og resultaterne fra en række laboratorieundersøgelser er indbyrdes modstridende på dette punkt (32). Hovedkonklusionen er dog at blankbrændte eller pudsede overflader altid er at foretrække frem for ubehandlede overflader.

Heldigt er det at keramik kan poleres til højglans i mundhulen, for en undersøgelse har vist at tandlæger foretager okklusal justering ofte, sjældent eller aldrig i hhv. 61%, 31% og 8% af de tilfælde hvor en keramikrestauration tilpasses (33). Men sikkert er det også at polering af keramik er vanskelig og tidskrævende at udføre i mundhulen, og derfor nok et forsømt område for mange tandlæger.

Indtil det klinisk er vist at nye keramiske materialer udviser tilstrækkeligt lavt antagonist-slid, kan det anbefales at begrænse anvendelsen af keramik til steder hvor der er behov for æstetik. Dette forekommer ikke at være tilfældet i de bagerste molarer, specielt i overkæben, hvor guldindlæg ofte

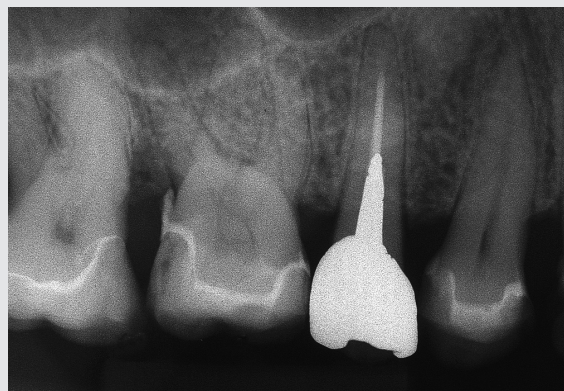


Fig. 9. Approssimalt overskud af plastcement disto-gingival på et keramik indlæg (6+). Overskuddet kunne ikke sonderes. Patientens parodontale status var forværret og overskuddet måtte fjernes ved et kirurgisk indgreb.

Fig. 9. Proximal excess of composite luting cement at the disto-gingival margin of a ceramic inlay (6+). This feather-edge excess could not be probed. Since the presence of the gingival excess had caused an aggravation of a periodontal disease, it had to be removed surgically.

vil være en biologisk bedre behandling (31,34). Endvidere vil keramikindlæg uden overdækning være at foretrække mhp. at begrænse tyggearealet i keramik og dermed antagonistslidet. Som tidligere nævnt synes der ikke være grund til at overdække cuspides i samme grad som ved støbte restaureringer for at forebygge fraktur af tandsubstans og slid af cement.

Farvelighed

En af de væsentligste grunde til at vælge keramik som restaureringsmateriale er dets evne til at imitere tandens farve.

Som tidligere nævnt kan der være forskel fra materiale til materiale, og noget tyder på at styrken er omvendt proportional med æstetikken. Således er feldspatporcelæn mere æstetisk end støbt og fræset keramik, som igen er mere æstetisk end keramik forstærket med en kerne af aluminium, zirkonium og metal. Selv om farveligheden ofte er god fra starten, ændres den med årene, hvor keramikken bliver lysere/mere opak samtidig med at tandsubstansen bliver lidt mørkere. En undersøgelse af keramikindlæg i fræset, presset og støbt keramik viste manglende farvelighed fra starten på 15%, hvilket steg til 50% efter fem år, uden signifikante for-

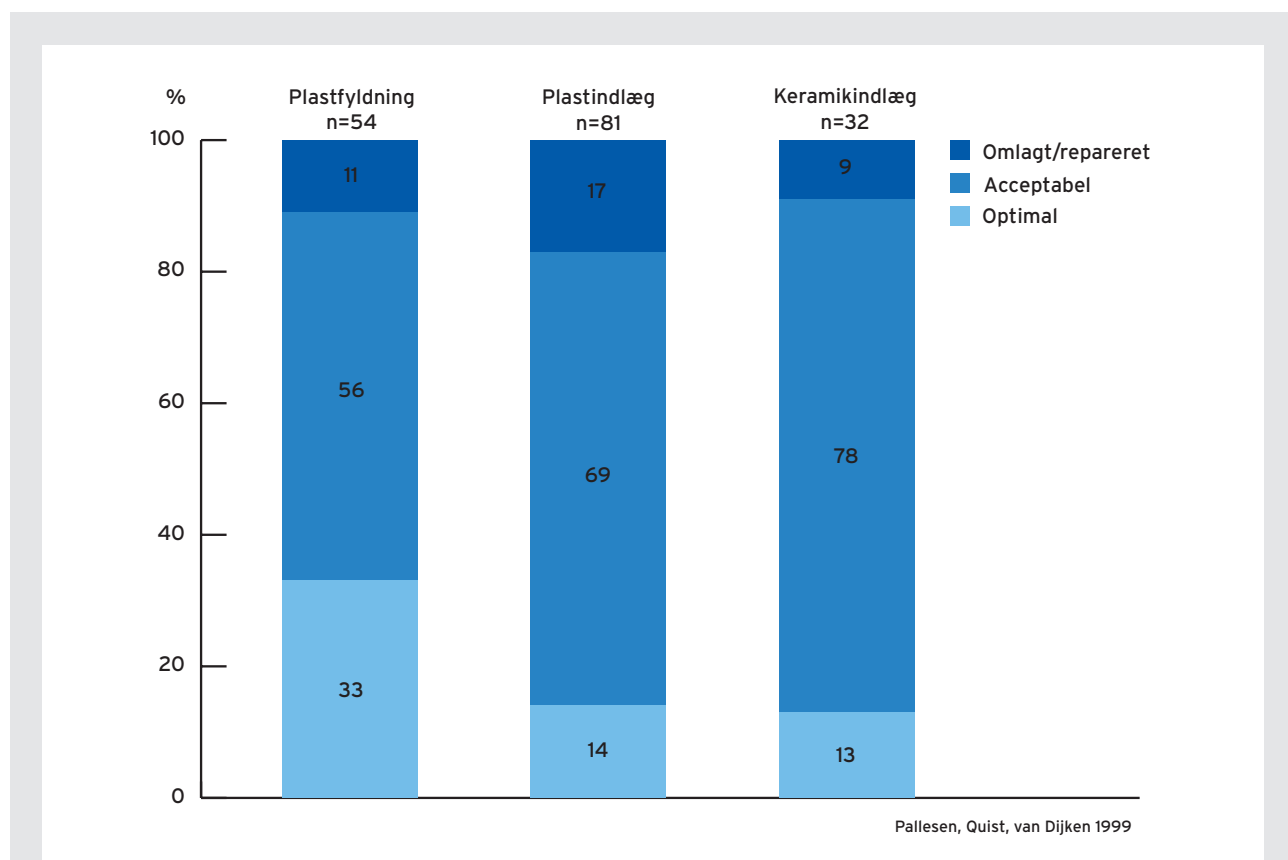


Fig. 10. Holdbarhed af plastfyldninger, plastindlæg og keramiske indlæg i mellemstore og store kaviteter. To undersøgelser (13,35), hvor samme patientudvælgelse, indikationsområde, adhæsivteknik, cementering af indlæg, operatør osv. blev anvendt, er sammenlignet efter otte år. Der blev ikke fundet signifikante forskelle i overordnet holdbarhed af de tre restaureringstyper. Optimale restaureringer er fejlfri. Acceptable restaureringer er fortsat i funktion, men har mindre fejl som fx manglende farvelighed, slid af cement, kantfraktur eller kantmisfarvning.

Fig. 10. Durability of composite fillings, composite inlays and ceramic inlays in medium-sized to large restorations. Two clinical studies based on similar selection procedures, indications, adhesive techniques, cementation procedures, operator etc. were compared after eight years (13,35). No significant differences were found in durability among the three different types of restorations. Optimum restorations are flawless. Acceptable restorations are still in function, but have small imperfections such as marginal abrasion of luting cement, marginal ditching or chipping, marginal discolouration or lack of colour match.

skelle mellem de tre materialer (34). Manglende farvelighed ved keramiske indlæg synes for de fleste patienter ikke at være et problem (9,11), hvorfor styrken altid bør prioriteres højere end æstetikken ved valg af materiale. For den æstetisk bevidste patient kan en overdækning af faciale præmolar-cuspides i overkæben blive et problem med årene, fordi placering af præparationsgrænsen ligger i et synligt område.

Keramikindlæg versus plastfyldninger og -indlæg

Det kan ofte være vanskeligt at vejlede om hvad der er den bedste behandling når patienten ønsker en tandfarvet restaurering i en kindtand. Holdbarheden af plastfyldninger, -indlæg og keramiske indlæg er ikke direkte sammenlignet i langtidskliniske undersøgelser. Ved sammenligning af mellemstore indlæg i plast og keramik efter fem år fandtes ingen forskelle i holdbarhed (11). Heller ikke otteårsobservationer fra to sammenlignelige undersøgelser af hhv. plastfyldninger og -indlæg (35) og keramiske indlæg (13) viste forskelle i overordnet holdbarhed, hvilket er illustreret i Fig. 10.

Noget tyder således på at dér hvor man er i stand til at fremstille en tætsluttende plastfyldning som tilgodeser funktion, morfologi og æstetik fra starten, er holdbarheden lige så god som for et indlæg i plast og keramik. En præparation til plastfyldning er mindre invasiv end til indlæg, fordi den passer bedre til et cariesangreb eller til en tidligere amalgampræparation med underskæringer. Samtidig er behandling med plastfyldning den mindst kostbare for patienten.

Indikationer for keramiske indlæg

Anvendelse af indlægsteknik til tandfarvede restaureringer synes således at være større enkelt- eller dobbeltkombinerede kaviteter, kaviteter med stor facio-oral bredde i approssimalkassen eller hvor én eller to cuspides mangler på hhv. præmolarer og molarer. Den gingivale præparationsgrænse skal i alle tilfælde være beliggende så en sikker adhæsivteknik kan udføres. Ligeledes bør tidligere nævnte materialemæssige begrænsninger overholdes. Hvis disse kriterier er opfyldt, vil indlægsteknik i mange tilfælde kunne træde i stedet for kronebehandling. Om indlægget skal være i plast eller keramik er der ikke helt klarhed over, men noget tyder på at med de for tiden markedsførte materialer vil både holdbarhed og æstetik tilgodeses bedst med keramik (36).

Om tandfarvede indlæg på lang sigt holder lige så godt som guldindlæg er nok tvivlsomt. I undersøgelser publiceret efter 1990 har årlige omlavningsfrekvenser for keramikindlæg i studier af 6-10 års varighed vist sig at være 0,3-4%, mens det tilsvarende for guldindlæg i studier af 5-15 års varighed har været 0-4% (37). En enkelt mindre undersøgelse har sammenlignet holdbarhed af guld- og keramikindlæg di-

rette, hvor 8% af keramikindlæggene var omlagt efter fem år, mens ingen guldindlæg var omlagte (34).

Konklusion

Restaurering med keramiske indlæg er en konservativ mulighed når posteriore defekter skal restaureres med en æstetisk tandfarvet restaurering. Indlæggene kan limes til tanden med plastcement, og der kræves væsentlig mindre præparation i sund tandsubstans end ved kronepræparation. Selvom det fortsat er platen der har kontakt med selve tanden, så betragtes keramikken som et biokompatibelt materiale for organismen.

Keramikindlæg har vist god holdbarhed i kliniske studier af op til 8-10 års varighed, men fortsat hersker der usikkerhed om hvordan holdbarheden vil være ud over denne periode. Når keramikindlæg ikke holder, er den væsentligste grund fraktur af keramik, mens sekundær caries og postoperative symptomer ses sjældnere. Mindre ulemper ved keramikindlæg er slid af cement, slid på antagonist og manglende farvelighed.

English summary

Ceramic inlays

Ceramic inlays may be indicated in the posterior region as an alternative to medium sized or large amalgam fillings. The inlays are made from ceramic or glass-ceramic materials. These are designed to imitate enamel according to esthetical and mechanical properties. Still, the materials are more fragile and have a more aggressive abrasive potential.

For a successful inlay treatment an adhesive luting technique is recommended, using a dual or chemical curing resin composite cement combined with a dentin bonding system. This allows a more gentle preparation technique saving healthy tooth substance, compared to full-crown preparations. Cuspal coverage may be performed when needed for one or two cusps. The margins of the inlay preparation should whenever possible be placed above gingival level to secure a sufficient adhesive cementation technique.

The main reason for failure is inlay fracture, while secondary caries and hypersensitivity are found less frequently. Ditching along the inlay margins, reduced colour match and abrasion of opposing occlusal contacts (antagonists) are common findings, but will only occasionally lead to inlay replacement. The success rate of ceramic inlays in reinforced ceramic materials has been shown to be acceptable in long-term clinical studies of up to ten years. The esthetic qualities and the non-invasive cavity preparation of ceramic inlays are superior to gold inlays, but a shorter lifespan/durability should be expected.

Litteratur

1. Peutzfeldt A. Tandfarvede materialer til indlæg og kroner. II. Keramiske materialer. Tandlægebladet 2002; 11: 872-881.
2. Dijken van JWV. All-ceramic restoratives: classification and clinical evaluations. Comp Cont Dent Educ 1999; 20: 1115-34.
3. Dijken van JWV, Högberg-Ågren C, Olofsson AL. Fired ceramic inlays: a 6-year follow-up. J Dent 1998; 26: 219-25.
4. Roulet JF. The longevity of glass ceramic inlays and amalgam – results up to 6 years. Clin Oral Invest 1997; 1: 40-6.
5. Noac MJ, Roulet JF. Survival rates and mode of failure of Dicor inlays after 4 years. J Dent Res 1994; 73: 196 (abstract # 759).
6. Frankenberger R, Petchelt A, Krämer N. Leucit-reinforced glass ceramic inlays and onlays after six years: clinical behavior. Oper Dent 2000; 25: 459-65.
7. Studer S, Lehner C, Schärer P. Seven year results of leucite-reinforced glass-ceramic inlays and onlays. J Dent Res 1998; 77: 803 (abstract # 1375).
8. Dijken van JWV, Hasselrot L, Örmín A, Olofsson A-L. Restorations with extensive dentin/enamel-bonded ceramic coverages. A 5-year follow-up. Eur J Oral Sci 2001; 109: 1-9.
9. Pallesen, U. Clinical evaluation of CAD/CAM ceramic restorations: 6-year report. In: CAD/CAM in aesthetic dentistry. Mörmann WH, editor. Berlin: Quintessence; 1996. p. 241-53.
10. Berg NG, Dérand T. A 5-year evaluation of ceramic inlays (Cerec). Swed Dent J 1997; 21: 121-7.
11. Thordrup M, Isidor F, Hörsted- Bindslev. A 5-year clinical study of indirect and direct resin composite and ceramic inlays. Quint Int 2001; 32: 199-205.
12. Reiss B, Walther W. Clinical long-term results and 10-year Kaplan-Meier analysis of Cerec restorations. Int J Computerized Dent 2000; 3: 9-23.
13. Pallesen U, Dijken van JWV. An 8-year evaluation of sintered ceramic and glass ceramic inlays processed by the Cerec CAD/CAM system. Eur J Oral Sci 2000; 108: 239-46.
14. Dijken van JWV, Örmín A, Olofsson A-L. Clinical performance of pressed ceramic inlays luted with resin-modified glass ionomer and autopolymerizing resin composite cements. J Prosthet Dent 1999; 82: 529-35.
15. Frankenberger R, Petschelt A, Krämer N. Leucit-reinforced glass ceramic inlays and onlays after six years: Clinical behavior. Oper Dent 2000; 25: 459-65.
16. Milleding P. Inlägg. Karlsham: LIC Förlag, Lagerblads Tryckeri AB; 1993. p. 147-51; 156-7.
17. Dijken van JWV, Hörstedt P. Marginal breakdown of fired ceramic inlays cemented with glass polyalkenoate (ionomer) cement or resin composite. J Dent 1994; 22: 265-72.
18. Swift B, Walls AW, McCabe JF. Porcelain veneers: the effect of contaminants and cleaning regimens on the bond strength of porcelain to composite. Br Dent J 1995; 23: 203-8.
19. Dijken van JWV, Höglund-Åberg C, Olofsson A-L. Fired ceramic inlays: a 6-year follow up. J Dent 1998; 26: 219-25.
20. Hickel R, Manhart J, García-Godoy F. Clinical results and new developments of direct posterior restorations. Am J Dent 2000; 13: 43-53.
21. Qvist V, Thylstrup A. Pulpal reactions to resin restorations. In:

Quality evaluation of dental restorations. Anusavice KJ, editor. Chicago: Quintessence; 1989. p. 291-9.

22. Pallesen U. Clinical performance of Cerec-restorations: Restorative procedure and preliminary results. In: International Symposium on Computer Restorations. State of the Art of the Cerec Method. Mörmann WH, editor Berlin: Quintessence; 1991. p. 285-300.
23. Thordrup M, Isidor F, Hörsted-Bindslev P. A one-year clinical study of indirect and direct composite and ceramic inlays. Scand J Dent Res 1994; 102: 186-9.
24. Brännström M. Communication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment. Oper Dent 1984; 9: 57-68.
25. Nordbø H. Bonding, isolasjon og pulpa. I: Odontologi 2000. Hjørting-Hansen E, editor. København: Munksgaard; 2000. p. 55-68.
26. Blackman R, Barghi N, Duke E. Influence of ceramic thickness on the polymerization of light-cured resin cement. J Prosthet Dent 1990; 63: 295-300.
27. Mjör IA. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 2: Initial reactions to preparation of teeth for restorative procedures. Quintessence Int 2001; 32: 537-51.
28. Karlsson S, Molin M. Effects of gold and bonded ceramic inlays on the ability to perceive occlusal thickness. J Oral Rehab 1995; 22: 9-13.
29. Van Meerbeek B, Inkoshi S, Willems, Noack MJ, Braem M, Lambrechts P, et al. Marginal adaptation of four tooth-coloured inlay systems in vivo. J Dent 1992; 20: 18-26.
30. O'Rourke B, Walls AWG, Wassell RW. Radiographic detection of overhangs formed by resin composite luting agents. J Dent 1995; 23: 353-7.
31. Al-Hiyasat AS, Saunders WP, Sharkey SW, Smith GM, Gilmout WH. Investigation of human enamel wear against four dental ceramics and gold. J Dent 1998; 26: 487-95.
32. Oh WS, DeLong R, Anusavice KJ. Factors affecting enamel and ceramic wear: A literature review. J Prosthet Dent 2002; 87: 451-9.
33. Milleding P, Örtengren U, Karlsson S. Ceramic inlay systems: Some clinical aspects. J Oral Rehab 1995; 22: 571-80.
34. Molin MK, Karlsson SL. A randomized 5-year clinical evaluation of 3 ceramic inlay systems. Int J Prosthodont 2000; 3: 194-200.
35. Pallesen U, Qvist V. Composite resin fillings and inlays: an 11-year evaluation. Clin Oral Invest 2003; (in press).
36. Manhart J, Chen HY, Neuerer P, Scheibenbogen-Fuchsbrunner A, Hickel R. Three-year clinical evaluation of composite and ceramic inlays. Am J Dent 2001; 2: 95-9.
37. Hickel R, Manhart J. Longevity of restorations in posterior teeth and reasons for failures. J Adhes Dent 2001; 3: 45-64.

Forfattere

Ulla Pallesen, overtandlæge

Afdeling for Tandsygdomslære og Endodonti, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

Marianne Thordrup, tandlæge, klinisk lærer, ph.d.

Afdeling for Tandsygdomslære, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet