

ABSTRACT

Flere faktorer bidrager til at påvirke den kliniske holdbarhed på cementerede tandrestaureringer. Fordi præparationen af tandvæv til en ekstrakoronale restaurering er irreversibel, udfoldes der stor forskningsaktivitet for at finde metoder og teknikker, der kan minimere biologisk skade, og udvikle nye biomaterialer, som kræver mindre fjernelse af tandvæv. Derfor bliver vi konstant bombarderet med nye "bedre" eller "enklere" produkter, som ofte markedsføres til generel anvendelse. Imidlertid er de videnskabelige beviser for, hvordan cementen og cementeringsteknikkerne påvirker det kliniske resultat over tid, begrænsede og ofte vanskelige at tolke. For at opnå optimal retention af en cementeret protetisk erstatning kræves indsigt i individuelle kliniske situationer, viden om interaktioner mellem forskellige protesematerialer, cement- og tandvævstyper samt overholdelse af korrekte arbejdsprocedurer.

EMNEORD Dental cements | dental materials | dental prosthesis | dental prosthesis | retention | prosthodontics



Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:
ASBJØRN JOKSTAD
asbjorn.jokstad@uit.no

Retention af cementerede protetiske erstatninger

ASBJØRN JOKSTAD, professor, specialist i oral protetik, dr.odont., Institutt for klinisk odontologi, Det helsevitenskapelige fakultet, UiT Norges arktiske universitet, Tromsø, Norge

MATTIAS PETERSSON, universitetslektor, specialist i protetik, ph.d., Institutionen för odontologi - protetik, Umeå Universitet, Umeå, Sverige

MARIT ØILO, førsteamanuensis, ph.d., Institutt for klinisk odontologi - protetik, Det medisinske fakultet, Universitetet i Bergen, Bergen, Norge

► Accepteret til publikation den 6. januar 2021

Tandlægebladet 2021;125:546-54

DER ER MANGE FAKTORER, som kan influere på, hvor godt og hvor længe en protetisk restaurering er velfungerende i alle henseender. Valget af korrekt cement og cementeringsteknik er selvfølgelig vigtigt; men der er mange andre variable, som også kan have afgørende betydning. Denne artikel omhandler disse andre faktorerers betydning for restaureringers retention.

VURDERING AF RESTTANDSUBSTANS

Den måske vigtigste faktor for prognosen på alle dentale restaureringer er tilstanden og kvaliteten på den tandsubstans, som kan bevares, og hvordan man udnytter dette i forbindelse med restaurering. Formålet med operativ tandbehandling er at bevare væv fremfor at erstatte væv. Konserverende tandbehandling bør derfor være så lidt invasiv som muligt.

Udviklingen af nye adhæsive teknikker og æstetiske materialer har bidraget til at udviske grænsen mellem indikationsområdet for intrakoronale og ekstrakoronale tandrestaureringer. Polymerbaserede kompositter kan i dag benyttes til direkte restaureringer i situationer, hvor store dele af tanden er mistet eller skadet (1). Dette betyder, at udgangspunktet ofte er relativt dårligt, når tanden er så destrueret, at det bliver nødvendigt at restaurere med fast protetik, og dermed bliver prognosen også mere usikker. Dette er vigtige faktorer at have for øje, når man skal vurdere og ikke mindst informere patienten om forskellige behandlingsmuligheder. Den bedste odontologiske behandling har til enhver tid i vidt omfang været styret af udvalget af teknikker og biomaterialer.

Kronepræparation

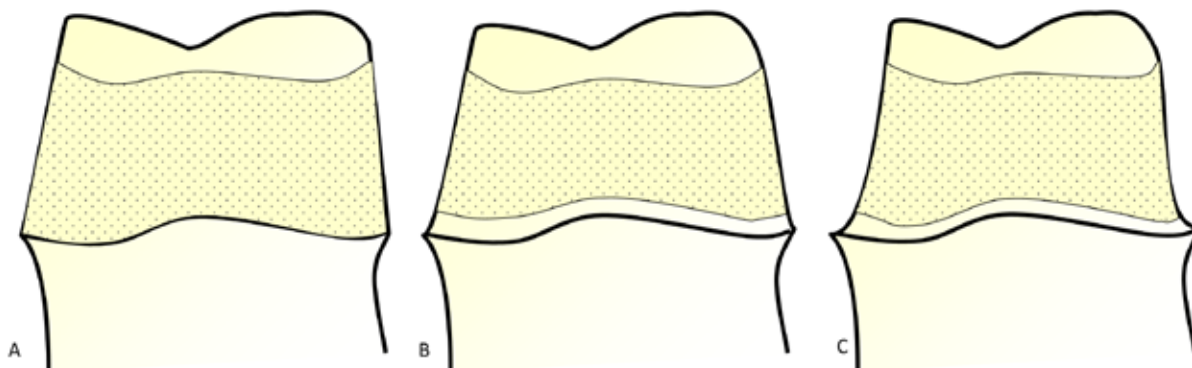


Fig. 1. Forskellige præparationstyper. **A)** Planpræparation ("skivepræparation"). **B)** Overfladisk konkavpræparation ("shallow chamfer"). **C)** Dyb konkavpræparation ("deep chamfer"). De skraverede områder repræsenterer det retinerende areal ved brug af konventionel cementering.

Fig. 1. Different types of preparations. **A)** Plan preparation ("slice, feather"). **B)** Basic concave preparation ("chamfer"). **C)** Deep concave preparation ("chamfer"). The shaded areas represent the retaining area when using conventional cementation.

Præparation

Den optimale udformning af selve præparationen afhænger af resttandssubstansen og valget af restaureringsmateriale. En præparation skal altid baseres på en tilstrækkelig mængde sund tandsubstans. Svage og skrøbelige vægge og skarpe kanter kan let frakturere, selv under en krone, og dermed stiger risikoen for løsning af restaureringen. Ved enkelttandsrestaureringer er der en glidende overgang mellem, hvornår et direkte fyldningsmateriale kan anses som mest velegnet, og hvornår en indirekte restaurering sandsynligvis vil give en bedre prognose for resttanden. Hvis det drejer sig om en relativt stor og høj tand uden alt for store skader, har man flere valgmuligheder end ved små, tynde, korte eller misfarvede tænder. Tilsvarende vil kravene til udseendet påvirke udformningen mere i fronten end i sidesegmenterne. De "gamle" regler med høje vægge og lav konvergensvinkel (stejle vægge) for at give stort retentionsareal gælder stadig, hvis man skal cementere restaureringer med konventionelle vandbaserede cementer som zinkfosfat- og glasionomercement (2). Dette er mest aktuelt ved metalbaserede restaureringer. Metalkanterne kan afsluttes som en knivsæg, og præparationen kan således være helt plan (Fig. 1). I så fald kan hele kronehøjden udnyttes som retentionsareal. Langt de fleste ønsker imidlertid tandfarvede kroner, som ikke adskiller sig fra de sunde nabotænder. Dette opnås ved at dække metallet med porcelæn. For at få dette til at se pænt ud må vi derfor give tandteknikerens plads ved at præparere dybere ind i tanden med en konkavpræparation ("chamfer") i de synlige dele af tanden, fx bukkalt og mesialt. Den mekaniske låsning mellem tand og restaurering opnås, hvis præparationen har en

tilstrækkelig stor flade med en vinkel, som er tæt på indskudsretningen (< 15 grader). Endvidere må fladerne på både tand og restaurering have tilstrækkelig overfladeruhed til at give en effektiv cementlåsning mellem lagene (Fig. 2) (3).

Polymerbaserede cementer til adhæsiv cementering har på linje med polymerbaserede kompositter undergået en betydelig udvikling, siden de første kom på markedet i 1980'erne. En vellykket adhæsiv cementering mod både tand og restaurering kræver god kontrol over arbejdsfeltet, især med hensyn til fugt og kontamination. Til gengæld reduceres behovet for stejle og høje vægge. Den bedste adhæsion opnås, når der er meget emalje tilbage i præparationen, især ved præparationsgrænsen; men selv dentinbinding kan give god og langvarig adhæsion, når den er korrekt udført (4). Adhæsiv cementering er især påkrævet ved keramiske restaureringer, hvor behovet for tandfarvet udseende på cementen er stort; men adhæsive cementer kan benyttes til alle typer af restaureringer. De fleste keramiske restaureringer vil også opnå noget højere modstand mod fraktur ved god adhæsiv cementering; men dette gælder især for porcelænsrestaureringer (5). Optimal overfladeruhed opnås ved ætsning enten som et separat trin i processen eller som en komponent i selve cementen (selvætsende "alt i et-cement") (Fig. 2) (2). Til gengæld bør præparationen udformes, så restaureringen ikke bliver alt for tynd og skrøbelig i kroneafslutningen, altså med en overfladisk konkavpræparation (Fig. 1).

Facader og skalkroner kan i princippet fastgøres (bondes) uden på tænder uden anden bearbejdning end let beslibning og ætsning, hvis patienten ønsker større tænder (6). Resultatet bliver dog som regel pænere og prognosen bedre, hvis man har ►

Cementeringsteknik

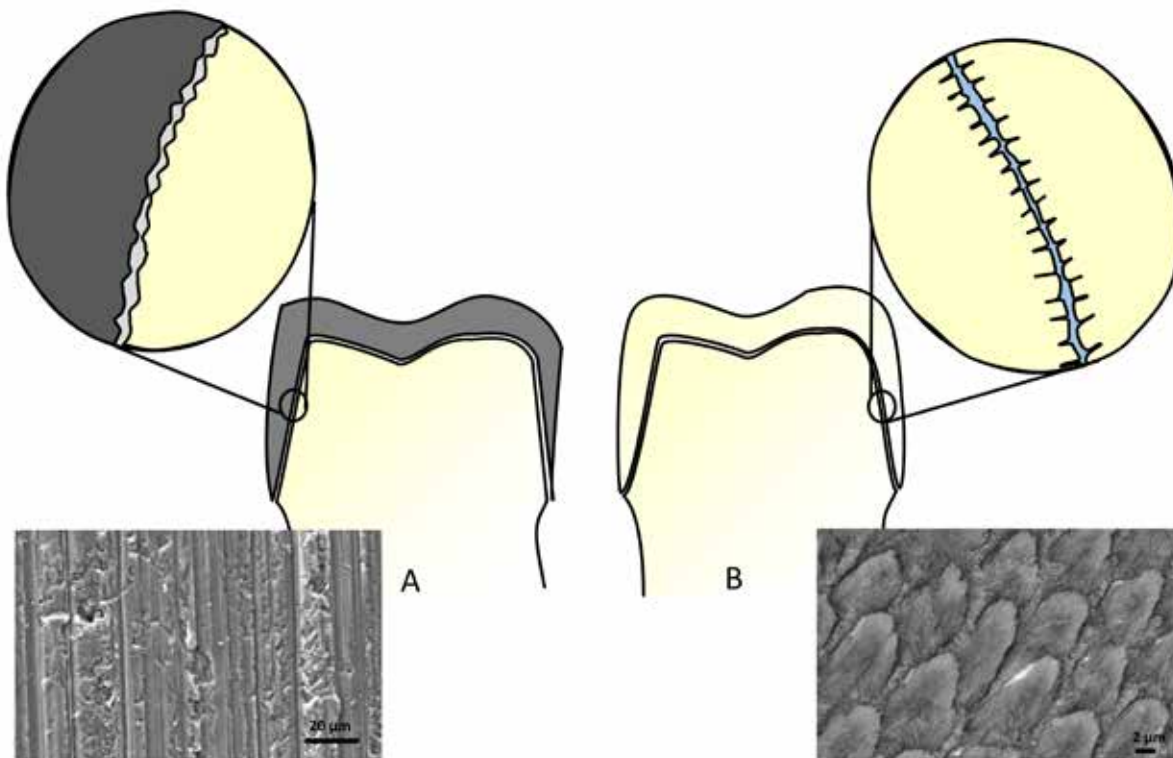


Fig. 2. De to cementeringsteknikker stiller forskellige krav til overfladebehandling for optimal effekt af cementen. **A)** Vandbaseret cement kræver en ru overflade, som bidrager til at fiksere cementen mellem præpareret tandvæv og restaurering. **B)** Adhæsiv cementering med polymerbaseret cement kræver et mikroskopisk ætserelief på både tandpræparation og restaurering for optimal mikroretention.

Fig. 2. The two cementing techniques require different surface treatment for optimal effect of the cement. **A)** Water-based cement requires a rough surface that helps to retain the cement between prepared dental tissue and restoration. **B)** Adhesive cementing with polymer-based cement requires a microscopic etching relief on both dental preparation and in the restoration for optimal micro-retention.

præpareret et veldefineret underlag for restaureringen med en overfladisk og jævn konkavpræparation som afslutning. Overgangene mellem aksiale og okklusale flader bør afrundes for at reducere spændingskoncentration og give bedre cementflow. Der må ikke være underskæringer eller områder, som er stejle end 20 grader i præparationen, da dette kan føre til dannelse af sprækker ved cementering.

Helt flade og nedslidte tænder med lav kronehøjde udgør en særlig udfordring, da der ikke er mange muligheder for at præparere på en måde, som giver mekanisk retention. I sådanne tilfælde kan det være bedre at ty til adhæsion med kompositopbygninger eller keramiske onlays ("tabletop"-restaureringer). Dette forudsætter, at patienten er informeret om, at prognosen bliver dårligere for selve restaureringen, men måske bedre for den aktuelle tand. Disse tænder kræver minimal præparation; men prognosen bliver bedre, hvis man kan udføre en let konkavpræparation i emalje rundt om okklusalfladens periferi (7). Desuden bør okklusalfladen gøres ru med et diamantbør for at

skabe bedre forhold for cementadhæsion. Denne type behandling kræver imidlertid en helhedsorienteret behandlingsplan med korrektion af bidhøjden for hele tandsættet, da man ikke kan nøjes med at hæve bidhøjden for en enkelt tand.

Tekniske løsninger

Spektret af tekniske løsninger med anvendelse af nye biomaterialer, som cementeres fast til resterende tandvæv, er større end nogensinde. Adhæsive teknikker har åbnet for minimal intervention i tandvæv, både ved primærskade og ved revisioner og reparationer af restaureringer, og dermed er langtidsprognosen på enkelttænder forbedret. Ved tab af flere tænder kan alternativer til en traditionel bro (fixed dental prosthesis, FDP) med eller uden ekstensionsled (cantilever) være mere hensigtsmæssige. Mindre invasive alternative udformninger til en traditionel bro er (adhæsiv) ætsbro/resinretineret bro (resin-bonded FDP) med eller uden ekstensionsled eller indlægsbro (inlay-bridge). Fremkomsten af implantater har betydet, at tab af en eller flere tænder ikke behø-

ver at indebære operative indgreb på mere eller mindre intakte nabotænder som ved fremstilling af bro. Det optimale cementvalg vil være afhængigt af det valgte restaureringsmateriale.

VALG AF RESTAURERINGSMATERIALE

Valget af restaureringsmateriale må tage hensyn til resttands substansen, og præparationen må udføres i overensstemmelse med det valgte materiale. Præparationens udformning skal tage hensyn til, om restaureringen skal være monolitisk (samme materiale igennem hele restaureringen) eller bestå af en kerne, der er dækket med porcelæn (tolagsrestaurering). Fordelen ved de monolitiske restaureringer er, at man får et gennemgående stærkere materiale i hele konstruktionen og et godt eller acceptabelt æstetisk udseende. Samtidig kan fjernelsen af tandsubstans mindskes.

Metal kan både være monolitisk (fuldkrone i metal) og understøttet med en keramisk facade (metalkeramik, MK). Der er et stort antal forskellige legeringer, som kan benyttes, og der findes en legering, som passer til de fleste formål (8). Metaller og legeringer kan fremstilles ved støbning, fræsning eller laserbehandling. Den indre overflade bliver forskellig ved de forskellige fremstillingsmetoder (9). Metalrestaureringer kan cementeres med alle typer cement, undtagen lyshærdende. Det er imidlertid usikkert, hvor god adhæsion man opnår med polymerbaseret cement selv ved forbehandling med metalprimer.

Porcelæn (feldspat- eller silikatbaseret keramik) er det skrøbeligste dentale restaureringsmateriale (10). Det er også det bedst egnede til at imitere dentin og emalje på grund af de store muligheder for at manipulere farve, translucens og overfladestruktur, så de passer til nabotænderne. Porcelæn benyttes til skalfacader (veneers) og skalkroner eller som yderlag i tolagskroner. Porcelæn er ikke stærkt nok til at kunne anvendes uden binding til et stærkere underlag, så kun adhæsivteknik med polymerbaserede cementer må benyttes.

Litiumdisilikatforstærket glaskeram blev introduceret i 1988 af Ivoclar Vivadent under navnet IPS™ Empress 2 og relanceret som IPS™ E.max i 2005 (11). IPS™ E.max som produktnavn er blevet mere eller mindre synonymt med glaskeram inden for odontologien. Man bør imidlertid være bevidst om, at dette er et produkt, som kan fremstilles på flere måder, fx med pressteknik eller CAD/CAM. Forstærkede glaskeram kan benyttes både monolitisk og som tolags og fremstilles enten ved lagvis teknik eller såkaldt ”cut-back”-teknik. For optimal overlevelse bør alle glaskeram cementeres med adhæsivteknik med polymerbaserede cementer. Porcelæn og glaskeram kan opnå gunstigt overfladerelief ved ætsning med flussyre. Denne forbehandling giver større kontaktflade mod cementen, og ved påføring af et tyndt lag silan kan man opnå kemisk binding mellem keramet og cementen.

Zirkonium (zirkoniumdioxid, ZrO_2) er det generelle navn på en efterhånden stor gruppe forskellige materialer, der adskiller sig betydeligt med hensyn til styrke, sammensætning og andre egenskaber. Denne upræcise nomenklatur inden for dentale keramer er en kilde til stor forvirring og usikkerhed (12). Zirkonium har gode mekaniske og biologiske egenskaber og egner sig godt til diverse dentale restaureringer. De første zirkonium-materialer

Klinisk relevans

Forståelse af forhold, som påvirker retentionen af cementerede proteser, kræver korrekt diagnostik og viden om interaktioner mellem forskellige protesematerialer, cementer og tandvævstyper. De kliniske faser er i kronologisk rækkefølge: vurdering af resttands substans, valg af restaurering og udformning af præparationen, valg af restaureringsmateriale (metal, keramik, polymer), vurdering af kronens pasform og cementspalte samt valg af relevant cementeringsmateriale i forhold til indikationsområdet. Det er også vigtigt, at klinikeren er fortrolig med cementernes egenskaber og håndtering samt overholder de korrekte arbejdsprocedurer. De to sidste emner dækkes i henholdsvis artikel 1 og artikel 3 i temaet om cementering af faste permanente protetiske erstatninger.

på markedet var hvidlige og temmelig opake, og de måtte derfor dækkes af porcelæn for at opnå tandlignende udseende. Senere er imidlertid fremkommet mange nye sammensætninger af zirkonium med bedre translucens og naturlig tandfarve. I dag er den mest anvendte type af zirkonium et yttrium (Y_2O_3)-stabiliseret tetragonalt zirkonium polykrystallint materiale (Y-TZP). De ”klassiske”, hvide zirkonium-materialer er stabiliseret med 3 mol % yttrium, og krystallerne er stabiliseret i tetragonal krystalstruktur (3Y-TZP) (13). Når mængden af yttrium-stabilisator øges, vil flere krystaller stabiliseres i kubisk struktur, og materialet bliver mere translucent. Imidlertid medfører dette også en reduktion af materialets mekaniske egenskaber (14). Zirkonium med mere end 4 mol % yttrium markedsføres som ”translucent zirkonium” eller ”kubisk zirkonium”, da en større andel af krystallerne er stabiliseret i kubisk krystalstruktur. Forkortelserne 4Y, 5Y osv. benyttes for at angive mængden af yttrium-stabilisator. Valget af zirkoniummaterialer må vurderes op mod tyggebelastningen, det ønskede udseende og behovet for styrke. Fælles for alle typer zirkonium er imidlertid, at de ikke opnår ætserelief med flussyre (15). De bør derfor behandles på anden måde for at forhøre mikromekanisk og eventuelt kemisk retention til polymerbaserede cementer. Aktuelt er der ikke meget evidensbaseret viden på dette område; men enkelte har påvist, at forsigtig sandblæsning kan give god adhæsion (16). Det er også usikkert, om de forskellige typer af zirkonium skal behandles ens, da de fleste undersøgelser er udført på 3Y-TZP. Usikkerheden omkring den adhæsive effekt mellem polymerbaseret cement og zirkonium indikerer, at præparationen bør tilstræbe god retention og modstandsform for at minimere risikoen for løsnings. Vandbaserede cementer kan i princippet benyttes; men hvide og opake cementer vil hindre lysgenemskin gennem kronematerialet og dermed forringe udseendet.

Kliniske studier af enkeltkroner med mindst fem års gennemsnitlig observationstid viser god overlevelse, uanset hvilke materialer der benyttes. Materialevalget synes derfor mindre afgørende end for broer. Den kraft, der belaster en tand med enkeltkrone, overføres hovedsagelig til parodontalligamentet, mens cementfilmen og selve kronematerialet kun bli- ▶

ver belastet i mindre omfang. Ved større protetiske arbejder vil materialet og cementfilmen derimod blive mere påvirket af kraftbelastningen ved tygning og eventuelle parafunktioner. Dermed bliver materialevalget for cement og restaurering mere afgørende, jo større restaureringen er. Et randomiseret klinisk studie, som sammenlignede broer i metalkeramisk med zirkonimbaserede broer, fandt stort set identiske succesrater (17). Ved brug af zirkonium til broer må man nøje overveje, hvilken type man benytter. Der findes ingen kliniske undersøgelser af translucente zirkoniumkroner eller broer med mindst fem års gennemsnitlig observationstid.

PASFORM OG SPALTEBREDDER

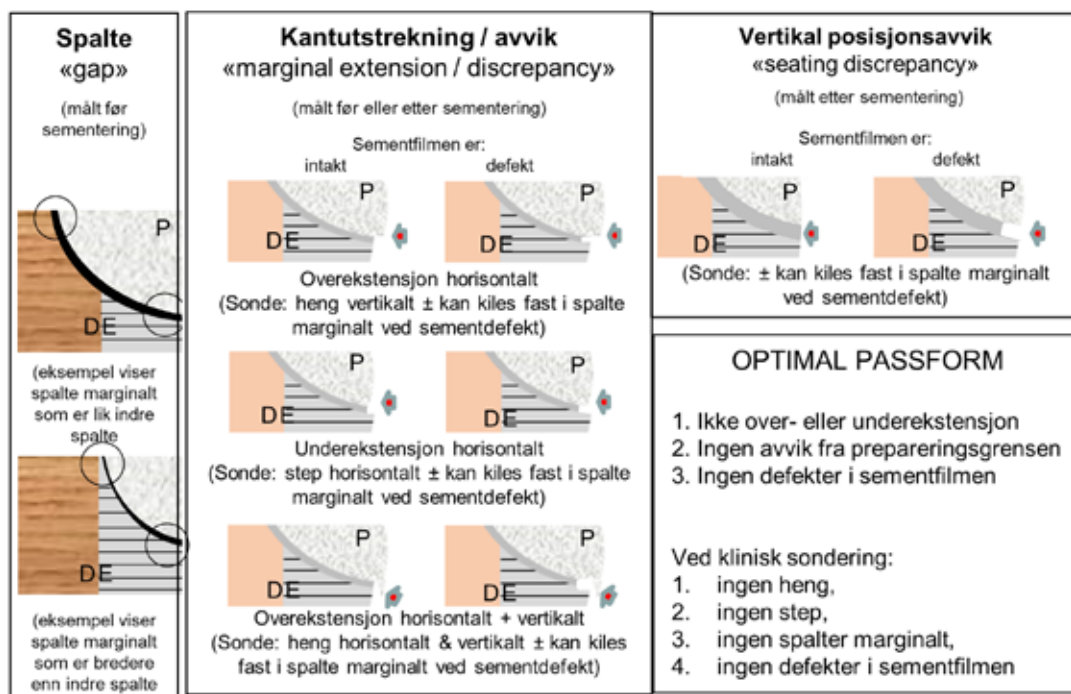
Prognosen på en fast protese i forbindelse med cementfilmens kvaliteter påvirkes i høj grad af pasformen og spaltebredden mod resttandvævet. I Fig. 3 gengives skandinaviske begreber for pasform oversat fra engelsk faglitteratur (18). Dårlig pas-

form reducerer den diagnostiske præcision, inviterer til plakadhætion og accelererer mekanisk nedbrydning af cementfilmen.

Der har længe været en omfattende forskningsaktivitet med fokus på kontaktzonen mellem tandoverflade, adhæsiver og direkte eller indirekte restaureringer. Bare i løbet af de sidste tre år er der publiceret 13 systematiske oversigtsartikler om pasform mellem kroner eller onlays og tand, og oversigterne er baseret på næsten 150 primærstudier. De tre bedste oversigtsartikler om pasform i forhold til keramkonstruktioner i zirkonium, CAD-CAM fremstillingsmetoder og udformning af præparationsgrænsen er hhv. Goujat et al. (2020), Bousnaki et al. (2020) og Yu et al. (2019) (19-21).

Den marginale spaltebredde efter cementering er forholdsvis let at vurdere klinisk, dog med forståelse for, at målingerne er semikvantitative. Estimering af indre spaltebredde efter cementering har været mere tidskrævende og irreversibel. Imidlertid har teknologiske landvindinger gjort det betydeligt

Pasform



Avstand fra kronekant til sementspalten = kronekant-utstrekning (synonym ekstensjon)
Avstand fra kronekant til prepareringsgrænsen på tann = kronekant-avvik

Fig. 3. Pasformen på indirekte restaureringer og anbefalet engelsk og skandinavisk nomenklatur. Venstre ramme viser spalten (sort) mellem protesen (P) og henholdsvis dentin (D) og emalje (E). Konventionel præparation (øverst) og præparation begrænset til emalje (nederst). Indre spalte og marginale spalte (cirkler) bliver oftest målt før cementering. I en klinisk situation vil et tab af cement i den marginale spalte vanskeliggøre en nøjagtig vurdering af pasformen på en cementeret restaurering.
Fig. 3. The fit of indirect restorations and recommended English and Scandinavian nomenclature. The left frame shows the gap (black) between the prosthesis (P) against dentin (D) and enamel (E). Conventional preparation (top) and preparation limited to enamel (bottom). Inner gap and marginal gap (circles) is most often measured before cementation. In a clinical setting, a loss of cement in the marginal gap will impede an accurate appraisal of the fit of a cemented restoration.

enklere at måle spaltebredden efter cementering. Estimat af den indre spaltebredde før cementering har været en populær teknik (22) og bør benyttes rutinemæssigt af alle klinikere før cementering for at kontrollere og eventuelt justere med henblik på at minimere spaltebredden før cementering.

Både primær og sekundær litteratur viser inkonsistent anvendelse af nomenklatur, og rapporterede tal må derfor underkastes kritisk vurdering. Mange artikler beskriver ekstension eller afvigelse på konstruktionen uden cement, alternativt spaltebredde uden cement, og kun ganske få rapporterer positionsafvigelse efter cementering. I den sidstnævnte kategori er det hovedsagelig vertikale positionsafvigelser, fx som følge af cementviskositet eller små konvergensvinkler. Krone-bro-arbejder risikerer at blive cementeret i en forkert vinkel, så de udsættes for skæv belastning, når dårlig pasform kombineres med dårlige cementeringsprocedurer. I sådanne tilfælde vil tykkelsen på cementfilmen i marginalsplalten variere i forhold til graden af fejlvingling.

Mange forskere ynder at analysere kontaktzonerne mellem restaurering-cement-tandvæv helt ned på nanometerniveau med sofistikerede metoder for at udvikle bedre biomaterialer eller for bedre at forstå de underliggende kemiske og fysiske processer. Vanskelighederne opstår, når klinikerne ændrer klinisk praksis ved selektivt at vælge blandt mange og ofte modstridende fund (23). Desværre er der rigtig mange laboratorieforsøg og -fund, som korrelerer dårligt med kliniske observationer. Et eksempel på manglende sammenhæng er ”mikrolækage” målt eksperimentelt i laboratorier og udviklingen af caries langs fyldningskanter til trods for, at flere lærebøger i cariologi i mange år har defineret sekundær caries som primær caries i nær relation til eksisterende restaureringer (24).

Cementfilmens tykkelse er relevant i mange sammenhænge. Hvis der sker ændringer i den vertikale dimension efter cementering, medfører det ekstra arbejde med okklusionsjustering. Cementfilmen bliver også unødvendigt bredere gingivalt, og det forøger risikoen for både vertikal underrekstension, horisontal overrekstension og vertikal positionsafvigelse. Cementfilmen i den marginale spalte bliver genstand for mekanisk nedbrydning og udvikler en overflade, som er mere ru end de materialer, der benyttes i konstruktionen, og dermed disponeres for forøget uønsket plakansamling. Vandbaserede cementer udsættes i særlig grad for hurtig nedbrydning, opløsning og slidage på grund af mekanisk slid. En kombination af cementtykkelse og lav elasticitetsmodul vil desuden medføre øget relativ kompression af cementen og dermed risiko for fraktur af tynde og skrøbelige keramkonstruktioner.

Sammenfattende er der en lang række årsagsfaktorer, som kan påvirke cementfilmens tykkelse, fx udformning af præparationsgrænsen, god aftryksteknik før kronefremstilling, tandteknisk anvendelse af ”die-spacer” efter aftale med tandlægen, konsekvent anvendelse af ”fit-checker” før cementering, korrekt valg af cement og korrekt håndtering efter de kliniske forhold.

VALG AF CEMENTERINGSMATERIALE

Der findes et utal af artikler, som i detaljer beskriver forskellige cementtyper med hensyn til fysiske og mekaniske egenskaber, fund fra eksperimentelle laboratoriestudier og erfaringer

vedrørende håndtering af diverse kommercielle produkter i patientsammenhæng, med eller uden synspunkter på brugervenlighed og teknikfølsomhed. Forsøg på sammenstilling af data fra sådanne kilder som grundlag for klinisk praksis er udfordrende af flere grunde. Det er kun videnskabelige data fra kontrollerede kliniske studier, der med visse forbehold for undersøgelsesmetodologi kan benyttes som grundlag for god odontologisk praksis (25).

På baggrund af optegnelser i en personlig database hos en af medforfatterne (A.J.) over kliniske studier inden for oral protetik samt over tidligere og nuværende cementer på markedet kan det konstateres, at langt de fleste af de produkter, som er kommercielt tilgængelige i dag, aldrig er blevet omtalt i artikler, som beskriver kliniske undersøgelser.

På markedet findes ca. 50 forskellige rene vandbaserede cementer (dvs. zinkfosfat-, polykarboksylat-, glasionomer- og såkaldte ”bioaktive” cementer) og yderligere 15, som er kombinationer af glasionomer og monomerer. Siden de polymerbaserede cementer dukkede op for ca. 40 år siden, er ca. 120 forskellige produkter dukket op og forsvundet igen. I de senere år er mange ”selv-adhæsive” polymerbaserede cementer blevet lanceret; men blandt de ca. 30 produkter på markedet er der kun ét, som kan skilte med kliniske studier med mindst fem års gennemsnitlig observationstid (3M ESPE, RelyX™ Unicem) (26-30).

Kliniske data

Laminat (skalfacade)

Næsten alle kliniske studier beskriver anvendelse af en polykarboksyl-polymerbaseret cement og i nyere studier stort set kun lyshærdende polymerbaserede cementer. Årsagen er, at man omkring 1995 opdagede, at komponenter, som indgår i initiatorsystemet i dual- og kemisk hærdende polymerbaserede cementer, gav misfarvning. Ingen af de studier, der har benyttet forskellige polykarboksyl-polymerbaserede cementer har påvist forskelle mellem disse med hensyn til prognosen for laminater.

Onlay (indlæg med cuspisoverdækning) i helkeramik

I lighed med kliniske studier af laminater er der udelukkende blevet anvendt polykarboksyl-polymerbaserede cementer til cementering af onlays i keramik. Der findes ingen kliniske studier, som har foretaget direkte sammenligning af forskellige typer polymerbaserede cementer. Derimod har de fleste studier anvendt to eller flere polymerbaserede cementer fra samme fabrikant, herunder ældre og nyere generationer af produkter. Der er påvist stor variation i resultater, som sammenligner forskellige direkte kontra indirekte restaureringer, indirekte komposit kontra keramik og anvendelse af forskellige typer cement ved behandling af nedslidte tænder (31).

”Endokrone”

”Endokrone” er en teknisk løsning, som tilstræber at udnytte retention fra indre aksialvægge, som divergerer fra pulpakammerbunden i kombination med konvergerende ydre aksialvægge. Teknikken bygger på anvendelse af digital teknologi og udfræsning af konstruktioner i keramik og er interessant, men må fortsat betegnes som værende under udvikling. ▶

Enkeltkroner

Helkeramik

Overfladebehandlingen af keramet er vigtigt, for at cementen skal kunne fungere til adhæsiv retention. Porcelæn og glaskeram skal desuden ætzes med flussyre i kombination med silanering før cementering med en polykarboksyl-polymerbaseret cement. Industrielt sintrede aluminiumkerner er i udgangspunktet relativt ujævne og skal derfor ikke sandblæses for at opnå mikroretention. Kliniske studier med mindst fem års gennemsnitlig observationstid er kohortestudier, som ikke viser nogen forskel mellem cementerne. I situationer, hvor kroner havde løsnet sig, blev det i studierne påpeget, at præparationerne havde for dårlig retentions- og modstandsform.

Zirkonium

To kohortestudier har foretaget sammenligninger mellem cementer, men ikke fundet nogen forskelle. Den ene sammenlignede en mdp-polymerbaseret cement (methacryloyloxydecyl dihydrogenfosfat) med en resinmodificeret glasionomercement over seks år (28), og den anden undersøgelse sammenlignede zinkfosfatcement med selv-ætsende polymerbaseret cement over fem år (32).

Metalkeramik

Der findes kun to randomiserede studier, hvor cementer er blevet sammenlignet i forbindelse med cementering af metalbaserede restaureringer. Efter fem år var der ingen forskelle med hensyn til postoperativ sensitivitet eller andre kliniske parametre mellem en zinkfosfatcement og en selv-ætsende polymerbaseret cement (27). En anden undersøgelse viste ingen statistisk signifikant forskel mellem en resinmodificeret glasionomercement og en zinkfosfatcement over syv år (33).

Broer

Helkeramik

To kohortestudier har beskrevet anvendelsen af forskellige cementer til helkeramiske broer, men ikke angivet, om prognosen har haft sammenhæng med den cement, der blev anvendt. I det første studie blev der anvendt glasionomercement, selvætsende polymerbaseret cement, polykarboksyl-polymerbaseret cement og mdp-polymerbaseret cement (29). I den anden undersøgelse blev der brugt en glasionomercement og en polykarboksyl-polymerbaseret cement (34).

Metalkeramik

Tre kohortestudier med observationstider på hhv. seks år (30), 18 år (35) og fem år (36) har omhandlet metalkeramiske broer, men ikke angivet, om prognosen havde sammenhæng med den cement, der blev anvendt. En randomiseret undersøgelse over 10 år viste ingen forskelle mellem to glasionomercement og en zinkfosfatcement (37).

Zirkonium

To kohortestudier har ikke vist nogen forskel mellem anvendelse af glasionomercement og hhv. mdp-polymerbaseret cement efter 5,3 år (38) og zinkfosfatcement efter 5 år (39).

Konus/teleskopbro

Næsten alle de kliniske studier, som rapporterer mindst fem års gennemsnitlig observationstid af broer, som er baseret på et dobbeltkroneprincip, inddrager kun brug af én type cement. Den eneste undersøgelse, hvor der har været brugt både glasionomercement og zinkfosfatcement, er fra et universitet i Tyskland (40), og den konkluderer, at prognosen for de cementerede inderkroner ikke påvirkes af cementtypen.

Adhæsive broer i emalje (ætsbroer)

Metalskelet

En kohorteundersøgelse af patienter, som blev behandlet med toleddede ætsbroer eller konventionelle treleddede broer, konstaterede, at der ikke var nogen forskel i prognosen for broer cementeret med mdp-polymerbaseret cement eller 4-metapolymerbaseret cement (41).

Zirkoniumskelet

Kliniske studier med mindst fem års gennemsnitlig observationstid af ætsbroer fremstillet i fræset zirkonium med et æstetisk dækeram konkluderede, at polykarboksyl-polymerbaseret cement og mdp-polymerbaseret cement var lige gode efter ca. fem år, men efter dette tidspunkt var der flere broer, der løsned sig, i gruppen med den konventionelle polymere cement end i gruppen med mdp-polymerbaseret cement (42,43).

Rodstifter og cementvalg

Der er kun få artikler, som beskriver overlevelsen for stiftkonusser. Det er vanskeligt at analysere og tolke disse studier med hensyn til effekten af forskellige typer cement for løsning af stift- eller krone/bro. Årsagen er, at de mange prognostiske variable, herunder endodontiske aspekter, er utilstrækkeligt beskrevet i mange artikler. Uanset dette er et grundlæggende element god pasform mellem stift og præpareret rodkanalvæg. Generelt vil det være risikabelt at anvende en vandbaseret cement, hvis der er dårlig pasform mellem rodstiften og rodkanalvæggene med ringe mulighed for at skabe antirotationsdetaljer uden risiko for perforation til rodhinden (44). Valget af cement må bero på et klinisk skøn, hvis der foreligger usikkerhed om muligt behov for revision af rodfyldning og fjernelse af rodstift i en mere eller mindre kompromitteret stiftopbygning.

Hypersensitivitet efter cementering

Kliniske studier, som har rapporteret om hypersensitivitet i dage eller uger efter anvendelse af to eller flere forskellige cementtyper, varierer meget med hensyn til studiemetodologi, materiale og metoder, og konklusionerne er usikre (27,45). Man kan ikke udelukke, at der er forskelle mellem forskellige cementtyper med hensyn til hypersensitivitet; men undersøgelserne er få og inddrager små antal deltagere; validiteten er ikke overbevisende, og konklusionerne fra disse studier er heller ikke entydige.

TOTALVURDERING

Der er en overbevisende dokumentation fra mange klinisk studier på, at alle tilgængelige typer cementer, som opfylder ISO-kravene til dentale cementer, kan anvendes til at cementere en konstruk-

tion, hvis der er tilstrækkeligt med sund resttandssubstans. Der er en række kliniske tværsnitsundersøgelser, som konkluderer, at hovedårsagerne til, at kroner og broer fejler og må fjernes eller erstattes, ikke er relateret til cementeringen (29,38,46-49). Hovedårsagerne er snarere parodontitis, apikal parodontitis, defekt kanttilslutning, sekundær caries, svigtende æstetik eller komplikationer relateret til restaureringsmaterialet, som eksempelvis frakturer af dækporcelæn (chipfrakturer). Kun få studier giver grundlag for at bedømme prognosen i relation til den anvendte cement. Forudsætningen er, at konstruktionen er godt tilpasset til restvævet, som er blevet korrekt præpareret med hensyn til konvergens af aksialflader og distinkt præparationsgrænse. En anden vigtig detalje i forbindelse med valget af den mest hensigtsmæssige cement til forskellige typer af restaureringer er at tage hensyn til protesematerialet og kravene til overfladebehandling af både protese- og tandoverflader. Overfladebehandlingen afhænger af, om cementen skal være egnet til at udfylde spalter, uden at der foreligger en mekanisk (dvs. bonding) eller fysisk interaktion mellem kontaktfladerne, eller om cementen skal give en adhæsiv binding til indersiden af restaureringen.

Hvis der afviges fra en eller flere af disse forudsætninger, bliver situationen anderledes. Det kan dreje sig om en konstruktion, som har en dårlig pasform, tandvæv med mineralisationsdefekter, stærkt reduceret resttandssubstans, eller tilfælde, hvor optimal tandpræparation ikke er realiserbar. I sådanne

situationer kan klinikerne anlægge forskellige behandlingsstrategier; men en gennemgang af de kliniske momenter, som ligger til grund for dette strategivalg, falder uden for temaet i denne artikel. Nøgleordene er vurdering af strategisk placerede kasser og furer for at hindre rotation og for at forøge arealet af aksialfladerne, kirurgisk eller ortodontisk kroneforlængelse for at forbedre kronens greb ("ferrule") og præprotetisk endodonti eller revision af eksisterende rodfyldning. Endvidere må man vurdere, om det ud fra diverse kliniske forhold er hensigtsmæssigt eller risikabelt at cementere en stift i metal, polymer eller keramik i en tilbageværende tandrod for at bygge en konus op og derved opnå forøget retentionsareal.

Det er udfordrende at finde videnskabelige data, som giver klare indikationer om det bedste valg af cement i forskellige kliniske scenarier. Fordi nye biomaterialer og teknikker kontinuerligt bliver lanceret kommercielt, har man som tandlæge ofte en oplevelse af, at man må basere sin kliniske praksis på ekstrapolering af data fra *in vitro*-eksperimenter. Med hensyn til fysisk-mekaniske egenskaber ved cementer er der utvivlsomt store forskelle imellem produkterne; men det er usikkert, i hvilken grad det har klinisk betydning for funktion og levetid.

TAK

Tak til Margareta Blomdahl Thorén, Umeå Universitet, for gode kommentarer og forslag til manuskriptet. ♦

ABSTRACT (ENGLISH)

RETENTION OF CEMENTED DENTAL RESTORATIONS

Several factors contribute to the clinical durability of cemented dental restorations. Because dental tissue preparation for an extracoronary restoration is irreversible, there is extensive research activity to find methods and techniques to minimize biological damage and develop new biomaterials that require less removal of dental tissue. We are therefore constantly bombarded with new "better" or "simpler"

products that are often marketed for extended use. However, the scientific evidence for how the cement and cementing techniques affect clinical outcomes over time is limited and often difficult to interpret. Achieving optimal retention of a fixed dental prosthesis requires insight into individual clinical situations, knowledge of interactions between different prosthesis materials, cement and dental tissue types, and adherence to proper work procedures.

LITTERATUR

1. Vetromilla BM, Opdam NJ, Leida FL et al. Treatment options for large posterior restorations: a systematic review and network meta-analysis. *J Am Dent Assoc* 2020;151:614-24.
2. Podhorsky A, Rehmann P, Wöstmann B. Tooth preparation for full-coverage restorations—a literature review. *Clin Oral Invest* 2015;19:959-68.
3. Øilo G, Karlsson EL. Cementation. In: Nilner K, Karlsson S, Dahl BL, eds. *A Textbook of Fixed Prosthodontics. The Scandinavian Approach*. Stockholm: Gothia Fortbildning, 2013;325-43.
4. Maassen M, Wille S, Kern M. Bond strength of adhesive luting systems to human dentin and their durability. *J Prosthet Dent* 2021;125:182-8.
5. Blatz M, Vonderheide M, Conejo J. The effect of resin bonding on long-term success of high-strength ceramics. *J Dent Res* 2018;97:132-9.
6. Burke FJ. Survival rates for porcelain laminate veneers with special reference to the effect of preparation in dentin: a literature review. *J Esthet Restor Dent* 2012;24:257-65.
7. van Dijken JW, Hasselrot L. A prospective 15-year evaluation of extensive dentin-enamel-bonded pressed ceramic coverages. *Dent Mater* 2010;26:929-39.
8. Gjerdet, NR. Uedle legeringer til fast protetik. *Nor Tannlegeforen Tid* 2017;127:242-5.
9. Nesse H, Ulstein DM, Vaage MM et al. Internal and marginal fit ▶

- of cobalt-chromium fixed dental prostheses fabricated with 3 different techniques. *J Prosthet Dent* 2015;114:686-92.
10. Johansson C, vult von Steyern P, Porslin och glaskeramer – våra mest estetiska material. *Nor Tannlegeforen Tid* 2019;129:14-9.
 11. Willard A, Gabriel Chu TM. The science and application of IPS e.Max dental ceramic. *Kaohsiung J Med Sci* 2018;34:238-42.
 12. Kelly JR, Denry I. Stabilized zirconia as a structural ceramic: an overview. *Dent Mater* 2008;24:289-98.
 13. Camposilvan E, Leone R, Gremillard, L et al. Aging resistance, mechanical properties and translucency of different yttria-stabilized zirconia ceramics for monolithic dental crown applications. *Dent Mater* 2018;34:879-90.
 14. Rosentritt M, Preis V, Behr M et al. Fatigue and wear behaviour of zirconia materials. *J Mech Behav Biomed Mater* 2020;110:103970.
 15. Qeblawi DM, Munoz CA, Brewer JD et al. The effect of zirconia surface treatment on flexural strength and shear bond strength to a resin cement. *J Prosthet Dent* 2010;103:210-20.
 16. Kern M. Bonding to oxide ceramics—laboratory testing versus clinical outcome. *Dent Mater* 2015;31:8-14.
 17. Sailer I, Balmer M, Husler J et al. 10-year randomized trial (RCT) of zirconia-ceramic and metal-ceramic fixed dental prostheses. *J Dent* 2018;76:32-9.
 18. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA et al. Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent* 1989;62:405-8.
 19. Goujat A, Abouelleil H, Colon P et al. Marginal and internal fit of CAD-CAM inlay/onlay restorations: A systematic review of in vitro studies. *J Prosthet Dent* 2019;121:590-7.
 20. Bousnaki M, Chatziparaskeva M, Bakopoulou A et al. Variables affecting the fit of zirconia fixed partial dentures: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2020;123:686-92.
 21. Yu H, Chen YH, Cheng H et al. Finish-line designs for ceramic crowns: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2019;122:22-30.
 22. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971;131:107-11.
 23. Schmid-Schwab M, Graf A, Preinerstorfer A et al. Microleakage after thermocycling of cemented crowns—a meta-analysis. *Dent Mater* 2011;27:855-69.
 24. Jokstad A. Secondary caries and microleakage. *Dent Mater* 2016;32:11-25.
 25. Jokstad A. Evidence-based Medicine Applied to Fixed Prosthodontics. In: Nilner K, Karlsson S, Dahl BL, eds. *A Textbook of Fixed Prosthodontics. The Scandinavian Approach*. Stockholm: Gothia Fortbildning, 2013;52-75.
 26. Silva NR, Thompson VP, Valverde GB et al. Comparative reliability analyses of zirconium oxide and lithium disilicate restorations in vitro and in vivo. *J Am Dent Assoc* 2011;142 (Supp 2);4S-9.
 27. Kozmacs C, Schaper K, Lauer HC et al. Evaluation of hypersensitivity after the placement of metal-ceramic crowns cemented with two luting agents: Long-term results of a prospective clinical study. *J Prosthet Dent* 2017;118:347-52.
 28. Örtorp A, Kihl ML, Carlsson GE. A 5-year retrospective study of survival of zirconia single crowns fitted in a private clinical setting. *J Dent* 2012;40:527-30.
 29. Forrer FA, Schnider N, Brägger U et al. Clinical performance and patient satisfaction obtained with tooth-supported ceramic crowns and fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 2020;124:446-53.
 30. Heschl A, Haas M, Haas J et al. Maxillary rehabilitation of periodontally compromised patients with extensive one-piece fixed prostheses supported by natural teeth: a retrospective longitudinal study. *Clin Oral Investig* 2013;17:45-53.
 31. Kassardjian V, Andiappan M, Creugers NHJ et al. A systematic review of interventions after restoring the occluding surfaces of anterior and posterior teeth that are affected by tooth wear with filled resin composites. *J Dent* 2020;99:103388.
 32. Nejatidaneh F, Moradpoor H, Savabi O. Clinical outcomes of zirconia-based implant- and tooth-supported single crowns. *Clin Oral Investig* 2016;20:169-78.
 33. Jokstad A. A split mouth randomized clinical trial of single crowns retained with resin-modified glassionomer and zinc phosphate luting cements. *Int J Prosthodont* 2004;17:411-6.
 34. Teichmann M, Gökler F, Weber V et al. Ten-year survival and complication rates of lithium-disilicate (Empress 2) tooth-supported crowns, implant-supported crowns, and fixed dental prostheses. *J Dent* 2017;43:65-77.
 35. Napankangas R, Raustia A. An 18-year retrospective analysis of treatment outcomes with metal-ceramic fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2011;24:314-9.
 36. Lövgren R, Andersson B, Carlsson GE et al. Prospective clinical 5-year study of ceramic-veneered titanium restorations with the Procera system. *J Prosthet Dent* 2000;84:514-21.
 37. Jokstad A, Mjör IA. Ten years' clinical evaluation of three luting cements. *J Dent* 1996;24:309-15.
 38. Wolleb K, Sailer I, Thoma A et al. Clinical and radiographic evaluation of patients receiving both tooth- and implant-supported prosthodontic treatment after 5 years of function. *Int J Prosthodont* 2012;25:252-9.
 39. Molin MK, Karlsson SL. Five-year clinical prospective evaluation of zirconia-based Denzir 3-unit FPDs. *Int J Prosthodont* 2008;21:223-7.
 40. Behr M, Kolbeck C, Lang R et al. Clinical performance of cements as luting agents for telescopic double crown-retained removable partial and complete overdentures. *Int J Prosthodont* 2009;22:479-87.
 41. Yoshida T, Kurosaki Y, Mine A et al. Fifteen-year survival of resin-bonded vs full-coverage fixed dental prostheses. *J Prosthodont Res* 2019;63:374-82.
 42. Sasse M, Kern M. CAD/CAM single retainer zirconia-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses: clinical outcome after 5 years. *Int J Comput Dent* 2013;16:109-18.
 43. Kern M, Passia N, Sasse M et al. 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.
 44. Balkenhol M, Wöstmann B, Rein C et al. Survival time of cast post and cores: a 10-year retrospective study. *J Dent* 2007;35:50-8.
 45. Blatz MB, Mante FK, Saleh N et al. Postoperative tooth sensitivity with a new self-adhesive resin cement—a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig* 2013;17:793-8.
 46. Alsterstål-Englund H, Moberg LE, Petersson J et al. A retrospective clinical evaluation of extensive tooth-supported fixed dental prostheses after 10 years. *J Prosthet Dent* 2021;25:65-72.
 47. McCracken MS, Litaker MS, Gordan VV et al. Remake rates for single-unit crowns in clinical practice: Findings from The National Dental Practice-Based Research Network. *J Prosthodont* 2019;28:122-30.
 48. Behr M, Zeman F, Baitinger T et al. The clinical performance of porcelain-fused-to-metal precious alloy single crowns: chipping, recurrent caries, periodontitis, and loss of retention. *Int J Prosthodont* 2014;27:153-60.
 49. Goksøyr Ø, Gundersen JH, Bøe et al. Tekniske feilslag ved enkle kroner produsert av studenter ved odontologisk klinikk. *Nor Tannlegeforen Tid* 2013;123:628-34.