



UIT

NORGES
ARKTISKE
UNIVERSITET

Institutt for klinisk odontologi, Universitetet i Tromsø

Vurdering av den kliniske prestasjonen til 4 vanlig brukte polymerbaserte resinsementer- en litteraturstudie

Hilde K. Svendsen, Ingunn G. Svendsen

Masteroppgave i klinisk odontologi, juni 2015

Veileder

Ulf Örtengren, IKO, Professor (Biomateriale), OD (PhD), DDS



Innholdsfortegnelse

1. Sammendrag	1
2. Introduksjon.....	2
Bakgrunn	2
Vanlig brukte material innen protetik.....	3
Keramer.....	3
Metaller	4
Adhesiv sementering	4
Vanlig brukte resinsementer	5
3. Materialer og metode	7
Søkestrategi og studiedesign.....	7
Inklusjonskriterier.....	7
Utvalg av studier	7
Figur 1: Oversikt over søkemetode.....	8
Dataekstraksjon	8
4. Resultat.....	10
Inkluderte studier	10
Overlevelse	10
Komplikasjoner	11
5. Diskusjon	14
6. Konklusjon	23
7. Referanseliste	24
8. Appendiks.....	29

1. Sammendrag

Mål med studien: Denne litteraturstudien ble gjennomført for å undersøke den kliniske prestasjonen til 4 vanlige resinsementer ved sementering av onlay, kroner og broer fremstilt av oksidkeram, metallkeram og glasskeram.

Material og metode: Litteratursøket ble gjort på den medisinske databasen PubMed basert på to definerte hypoteser. Ønsket var å finne kliniske, prospektive, randomiserte og kontrollerte studier som møtte definerte inklusjonskriterier. Dataekstraksjon på de utvalgte studiene ble gjort, registrert i tabeller og innsamlet data ble analysert for å besvare hypotesene.

Resultater: Fjorten studier av totalt 472 ble inkludert og analysert. Panavia™ og Variolink® var de vanligst brukte sementene. Alle studier viste høy overlevelse hva gjelder konstruksjonene. De hyppigst registrerte komplikasjonene var materialfraktur (2,6%). Komplikasjonene var i de fleste tilfeller vanskelig å relatere direkte til den brukte sementen.

Konklusjon: Den første hypotesen; *at resinbaserte adhesivsementer er bedre eller like bra som sinkfosfatsement ved sementering av metallkeramiske og oksidkeramiske konstruksjoner* kan til en viss grad understøttes. Panavia™ og RelyX™ Unicem oppviste høy klinisk overlevelse for sementering av oksidkeramiske konstruksjoner. I metallkeramgruppen ble det i denne litteraturstudien ikke funnet et tilstrekkelig antall rapporter som møtte kriteriene satt for inklusjon og denne delen av hypotesen kunne derfor ikke besvares. Den andre av hypotesene i denne studien; *at det vil gi like godt klinisk resultat uansett hvilken resinbasert sement en bruker ved sementering av glasskeramer*, kan ikke besvares da kun én av sementene oppviste nok dokumentasjon. Variolink® II er den mest studerte av de 4 undersøkte sementene og denne viste god klinisk prestasjon.

MeSH: odontologiske materialer; polymerbaserte sementer; dentale sementer

2. Introduksjon

En utfordrende del av tannlegeyrket er at en i de fleste kliniske situasjoner har mange valgmuligheter. For erstatning av tannsubstans med indirekte restaurering finnes det mange ulike materialer på markedet, både for selve erstatningen og for feste av denne. Denne litteraturstudien er gjort for å se hva som finnes av vitenskapelig dokumentasjon om den kliniske overlevelsen til fire vanlig brukte resinsementer.

Bakgrunn

På begynnelsen av 1900-tallet var sementvalg ved festing av indirekte restaureringer enkelt. Den teknologiske utviklingen har dog ført med seg et stort utvalg av materialer og sementer. Spesielt de to siste tiårene har det kommet nye materialer for sementering på markedet. Metallkeramiske indirekte restaureringer har siden midten av 1980-tallet vært gullstandard i odontologien og har tradisjonelt blitt sementert med sinkfosfatsement (1). Økt bruk av keramikk og adhesiv teknikk i den moderne odontologien stiller andre og større krav til sementen hva angår adhesjon, styrke, løselighet og estetikk. I tillegg har det blitt et viktig prinsipp å spare så mye tannsubstans som mulig ved bruk av indirekte restaureringer (2, 3). De overnevnte faktorer har bidratt til en interesse for bruk av polymerbaserte resinsementer (i det følgende kalt *resinsementer*) for sementering av både metallkeramiske og helkeramiske konstruksjoner (1).

Grunnlaget for å bruke adhesivteknikk i odontologien ble lagt av Buonocore i 1955. Han kom med teorien om at syre kunne brukes for å gjøre emaljens overflate mer mottakelig for kjemisk binding og viste at ets med 85% fosforsyre i 30 sekunder før applisering av adhesiv økte retensjonen (4). Adhesivteknikk tilbyr per dags dato et stort utvalg av vevsbesparende og estetiske løsninger (1). Adhesive resinsementer gir den indirekte restaureringen bedre retensjon enn konvensjonelle sementer og denne teknikken har gitt mulighet for å feste konstruksjoner på tenner der preparasjon med ideell geometrisk utforming og konisitet ikke er mulig (5).

Fordi det finnes så mange ulike protetiske materialer for tannerstatning er det imidlertid behov for ulike teknikker for å oppnå binding (1). Å velge riktig sement og riktig behandlings-prosedyre i den gitte kliniske situasjonen kan ha stor innvirkning på varigheten til den indirekte restaureringen. Tannlegen bør gjøre sitt valg basert på god kunnskap om alle tilgjengelige muligheter. Med det hurtig økende antallet av sementer på markedet er det lett å

bli forvirret av påstander fra produsenter om sementers egenskaper som skal gjøre dem egnet for bruk i mange ulike kliniske situasjoner (2).

Moderne resinsementer har mange bruksområder på grunn av sine egenskaper; foruten adhesjon har de høy kompresjonsstyrke, høy bøystyrke, god E-modul, høy strekkfasthet, lav løselighet og svært fordelaktige estetiske egenskaper (2). Det er vist ved både laboratoriestudier og kliniske studier at resinbinding kan eliminere dannelse av mikrosprekker på keramets indre overflate, samt fordele stress (6, 7). I tillegg kan resinsementen redusere risikoen for sekundærkaries ved å sørge for en minimal spalte mellom restaurering og tann, samt redusere mikrolekkasje dersom preparasjonsgrensen ligger i emalje (8). Ulemper med resinsementer er vanskeligheter ved fjerning av overskudd, teknikkfølsomhet og at en restaurering sementert med moderne resinsement ofte må fjernes med større arbeidsinnsats. De er også relativt dyre (2). Fordelene med resinsement kan således være bindingen til tannsubstans og restaurering og dermed dannelse av en funksjonell enhet.

Vanlig brukte material innen protetik

Keramer

Keramer er uorganiske, ikke-metalliske materialer som består av en forbindelse mellom metaller/halvmetaller og ikke-metaller. De har høyt motstand mot elastisk deformasjon samt ingen plastisitet.

Glasskeramene, også kalt silikatbaserte keramer, brukes for det meste til singelkroner, onlays og fasetter. De består av en glassfase (SiO_2) og oksidtilsetninger som for eksempel Al_2O_3 , K_2O og Na_2O . De kan i tillegg forsterkes med ulike krystaller som litium-disilikat, fluorapatitt eller leucitt (9). Glasskeramer er sprø materialer med relativt lav frakturseighet og motstand mot bøyning (6). Materialet tilbyr dog god estetikk og dagens litium-disilikat har flere ganger høyere styrke enn feltspatporselen, som var det første metallfrie materialet som ble brukt for protetiske konstruksjoner (10).

Oksidkeramene kan brukes til singelkroner samt broer opp til fem ledd. Materialet inneholder på det meste 15 % silikat og har dermed lite eller ingen glassfase. Matriksen består for det meste av enten aluminiumkrystaller, zirkoniumkrystaller eller en blanding av disse. (11). Zirkonia (yttrium forsterket zirkonumdioxid) har høy bøystyrke og er sannsynligvis det sterkeste keramet på markedet (12). Disse keramene er vanligvis opake og brukes som regel som kjernemateriale med behov for dekke med glasskeram for tilfredsstillende estetikk (13). Når estetiske hensyn er viktig brukes zirkonia i områder med høy belastning selv om fraktur

av overflatekeramet er en relativt hyppig forekommende komplikasjon (14). I dag finnes imidlertid translucent farget zirconia (monolitisk zirconia) uten overflatekeram som alternativ (15).

Metaller

Metallkeramiske konstruksjoner brukes til å lage singelkroner og kan også brukes i store brokonstruksjoner. Den første legering som med hell ble brukt i metallkeramiske konstruksjoner var gull-platina-palladium (Au-Pt-Pd) og edle legeringer brukes fortsatt (16). Av økonomiske årsaker har andre legeringer tatt over mer og mer og i dag er uedle legeringer vanlig å bruke i metallkeramiske konstruksjoner (16, 11). Disse legeringene har gode fysiske egenskaper, høy fri overflateenergi og danner et oksidlag under påbrenning av keram (17). Oksidlaget som dannes mot keramet kan gå på bekostning av estetikk, men den ru overflaten som skapes kan på den andre siden bidra til mikromekanisk retensjon og også fungere som kjemiske bindingssteder og dette øker bindingsstyrken mellom metall og keram (11, 17). På grunn av sine gode fysiske egenskaper brukes metallkeramiske konstruksjoner ofte i områder med stor belastning (14).

Adhesiv sementering

Adhesiv sementering er binding mellom en resinbasert sement og materialet i restaureringen samt mellom tannoverflate og sement. Bindingen er et resultat av kjemiske, fysiske og mikromekaniske prosesser (11). Dette gir en sammenhengende enhet. Resinbaserte sementer består i hovedsak av monomerer som danner en polymermatrix når de herder, samt filler (2).

Et adhesivsystem må inneholde tre momenter for å oppnå en god binding til tannoverflaten; behandling av tannoverflaten f.eks. med ets, primer og adhesiv. Etsen (i.e 30-37% fosforsyre) eller annen forbehandling demineraliserer overflaten og forandrer overflatespenningen før påføring av primer. Denne inneholder hydrofile monomerer, samt løsemidler, som gjør at overflaten får en bedre metning av adhesivet, som påføres til slutt. Monomerer i adhesivet sammen med monomerene i primeren sørger for bindingen mellom tann og resinsement. Selv om alle adhesiver inkluderer forbehandling av tannoverflate, primer og adhesiv, finnes det ulike systemer for adhesiv teknikk basert på kombinasjon av komponentene og antall steg (11).

Vanlig brukte resinsementer

Variolink[®] II (Ivoclar/Vivadent, Schaan, Lichtenstein) er en resinsement som baserer seg på total ets av emalje og dentin før applisering av adhesiv og resinsement (tostegs-prosedyre). Systemet er dualherdende og sementen kommer i ulike opasiteter og viskositeter (2). Sementens monomermatriks inneholder bisphenol A - glycidyl methacrylate (Bis-GMA), triethylene glycol dimetacrylate (TEGDMA), urethane dimetacrylate (UDMA), camphoroquinone og dibenzoyl peroksid. Silanisert bariumglass, yttrium trifluorid og oksidfillere utgjør de uorganiske partiklene (18, 3).

Multilink[®] Automix (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichtenstein) tilhører gruppen resinsement som bruker en énstegs ets-bond- teknikk før resinsementen appliseres (2). Primeren er selvetsende og selvherdende og sementen er dualherdende. Denne resinsementen inneholder blant annet dimetakrylat og hydroxyethylmetacrylate (HEMA), samt de uorganiske partiklene barium-glass (silanisert), yttrium trifluorid og ulike oksidfillere (19).

Panavia[™] (Kuraray Medical, Tokyo, Japan) brukes med en énstegs- prosedyre med påføring av selvetsende primer før resinsement appliseres og den er enten kjemisk eller dualherdende (2). Resinsementen inneholder polyetoxydimetakrylat, 10-methacryloyloxydecyl dihydrogenphosphate (MDP) og bisfenol-A bundet til en monomer i sin monomermatrix (20). To typer anvendes ofte; Panavia[™] F2.0 og Panavia[™] 21. Panavia[™] F2.0 er dualherdende, mens Panavia[™] 21 er kjemisk herdende. Den uorganiske delen inneholder blant annet silanisert bariumglass og silitiumdioksid-filler (21).

RelyX[™] Unicem (3M/ESPE, St Paul, US) er en dualherdende, selvadhererende resinsement. Det kreves altså ingen forbehandling av tannen før applisering av sementen for å få festet restaureringen til tannen (22). RelyX[™] Unicem inneholder et glasspulver som danner et nettverk med blant annet de uorganiske partiklene silisium, aluminium og natrium. Væsken inneholder metakrylatmonomerer med fosforsyregrupper og TEGDMA (22, 19). Under polymeriseringen vil reaksjonen mellom kompositten og hydrokxyapatitten danne kalsiumioner. Disse fungerer som elektronmottagere og er viktige komponenter i bindingen mellom sementen og tannen (22).

Sinkfosfatsement har blitt brukt i over et århundre for å forsegle og feste protetiske konstruksjoner i metall, metallkeram og eldre keramiske konstruksjoner (i.e. jacketkroner). På grunn av sin kliniske historie og gode resultater i langtiddstudier fungerer den som standarden de andre sementene sammenlignes med når det gjelder overlevelse (2). DeBacker et al.

rapporterte i en retrospektiv studie en overlevelse på 75% over 20 år for broer sementert med sinkfosfatsement (23). Sinkfosfatsement består av et sinkoksid – pulver, tilsatt 2-10 % magnesiumoksid som blandes sammen med en væske bestående av en 45-60 % blanding av fosforsyre i vann (24). Sementen er et billig, stivt materiale med relativt god kompresjonsstyrke, men lav dragstyrke. Sementen tilbyr kun mekanisk retensjon og kan ikke binde til tannsubstans (2).

Resinsement har blitt mer og mer vanlig å bruke i forskjellige situasjoner. Klinisk prestasjon og overlevelse av en konstruksjon som erstatter tapt tannsubstans er svært viktig og sementen som brukes kan ha betydning for disse faktorene. Derfor har denne studien til hensikt å evaluere fire vanlige resinbaserte sementer, og hvis mulig sammenligne disse med sinkfosfatsement.

Opgaven er utført som en litteraturstudie med utgangspunkt i de fire resinsementene Panavia™ (Kuraray Medical, Tokyo, Japan), Multilink® Automix och Variolink® II (båda Ivoclar/Vivadent, Schaan, Lichtenstein) og RelyX™ Unicem (3M/ESPE, St. Paul, US). Litteraturstudien ble gjennomført utfra to hypoteser;

-at resinbaserte adhesivsementer er bedre eller like bra som sinkfosfatsement ved sementering av metallkeramiske og oksidkeramiske konstruksjoner

- at det vil gi like godt klinisk resultat uansett hvilken av de undersøkte resinbasert sementen en bruker ved sementering av glasskeram.

For å forsøke å besvare hypotesene ble det innhentet informasjon om overlevelse og forekomst av klinisk uakseptable tekniske og biologiske komplikasjoner som potensielt kunne relateres til sementen.

3. Materialer og metode

Søkestrategi og studiedesign

Litteratursøk ble gjort på den medisinske fagdatabasen PubMed. Ønsket var å finne kliniske, prospektive, randomiserte og kontrollerte studier publisert på engelsk som tok for seg én eller flere av de utvalgte sementene. Systematiske litteraturstudier (reviews) ble inkludert initialt for å gi bakgrunnsinformasjon samt bidra i det videre søket. I tillegg til hovedsøk ble det gjort handsøk for å muliggjøre ytterligere funn av relevante og aktuelle artikler. Alle artikler ble vurdert for inklusjon i studien.

Inklusjonskriterier

For å finne relevante artikler og begrense søket i PubMed ble først følgende filter satt opp:

- Publisert mellom 2004 og 2014
- Mennesker
- Kliniske studier
- Randomisert, kontrollert studie (RCT)
- Prospektive

Inklusjonskriterier brukt for å velge ut studier:

- RelyX™ Unicem, Variolink® II, Panavia™, Multilink® Automix
- Gjennomsnittlig oppfølging på 2 år eller mer
- minimum 20 konstruksjoner sementert med en av de fire overnevnte sementer
- Krone, bro, onlay
- Glasskeram, oksidkeram, metalkeram

I tillegg ble følgende eksklusjonskriterier brukt for å ekskludere studier:

- In vitro studier
- retrospektive studier
- konstruksjoner utover krone, bro og onlay
- over 10 år siden publisering

Utvalg av studier

Alle titler og sammendrag ble lest av hovedforfatterne (I.S og H.S) for å vurdere om studiene var aktuelle. Etter dette ble hver artikkel lest i sin helhet for definitiv inklusjon eller eksklusjon. Dataekstraksjon ble gjort til dels individuelt og til dels sammen, alle uenigheter

ble løst ved diskusjon med hverandre og med veileder. Figur 1 viser oversikt over søkemetode. Fordi det kun ble funnet én artikkel som tok for seg Multilink® Automix har denne studien blitt inkludert til tross for at verken størrelsen på testgruppen eller type konstruksjon møtte satte inklusjonskriterier. Prosessen førte til at denne litteraturstudien er basert på 14 artikler etter å ha gjennomgått 472 artikler (tabell 1, se appendiks).



Figur 1: Oversikt over søkemetode

Øverste del av figuren viser hovedsøk med antall artikler funnet for hvert søkeord. Venstre og høyre del av figuren viser håndsøk på relevante artikler og forfattere og hvor mange artikler som ble funnet. Nederste del av figuren viser totalt antall artikler funnet.

Dataekstraksjon

Da mange av de utvalgte studiene ikke i hovedsak tar for seg sementvalg, ble artiklene først kartlagt med tanke på gjennomsnittlig oppfølgingstid, antall restaureringer, hvilket material som var brukt for konstruksjon og sementering, samt hovedmål og –konklusjon for artikkelen. Deretter ble grundig informasjon om sement og sementeringsmetode, type, antall og

beliggenhet av restaureringer, overflatebehandling av konstruksjon før sementering, vurderingskriterier, biologiske og tekniske komplikasjoner ekstrahert. I tillegg ble overlevelse, suksess, fiasko og frafall for restaureringer sementert med aktuell sement samlet inn. I noen studier ble flere sementer brukt. All informasjon ble ført inn i individuelle tabeller for hver sement. De biologiske og tekniske komplikasjonene analysert i studiene ble vurdert med tanke på relevans samt om de var mulig å benytte for å svare på våre hypoteser. De inkluderte komplikasjonene var:

- sekundærkaries
- retensjonstap
- tannfraktur
- materialfraktur
- marginal adaptasjon
- misfarging av sementspalte
- periodontal helse

4. Resultat

Inkluderte studier

Etter å ha gjennomgått 472 studier ble 14 studier inkludert og analysert (Tabell 1, se appendiks). Elleve var prospektive kliniske studier, én av disse en ”split-mouth”-studie, mens de resterende 3 artiklene var randomiserte, kontrollerte studier. Alle studiene ble publisert mellom 2004 og 2014. Panavia™ og Variolink® II var de vanligst brukte sementene. Fordelingen mellom konstruksjoner og sement vises i tabell 2 (se appendiks). Flest konstruksjoner i glasskeramgruppen ble sementert med Panavia™ og Variolink® II og i oksidkeram/metallkeramgruppen ble flest sementert med Panavia™ og RelyX™ Unicem.

Overlevelse

Tabell 3 og 4 viser en oversikt over overlevelse som definert av forfatterne av de ulike studiene, for henholdsvis glasskeramgruppen og oksidkeram-/metallkeramgruppen. For oksidkeram-/metallkeramgruppen viste alle studiene en overlevelse på over 90%, foruten én studie der overlevelsen for Panavia™ var 55%. I glasskeramgruppen viste alle studiene en overlevelse på rundt 90%, med unntak av én studie som viste en overlevelse for Variolink® II på 75%.

Tabell 3: Overlevelse glasskeramiske konstruksjoner

Ref.-nr.	Sement	Konstruksjonsmateriale	Gj.sn oppfølging	Antall konstr.	Preparasjon	Overflate - behandling	Overlevelse
49	Panavia™ F2.0	Glasskeram	3 år	30	MK	HF + sil	96,6%
45	Variolink® II	Glasskeram	6,6 år	64	MK, redusert retensjon	HF + sil	98,4%
46	Variolink® II	Glasskeram	3 år	24	MK, 1 mm reduksjon	i.d.	100%
44	Variolink® II	Glasskeram	3 år	29	Onlay	i.d.	93,1%
43	Variolink® II	Glasskeram	4,1 år	54	MK	HF + sil	89%
36	Variolink® II	Glasskeram	9,2 år	106	Lite eller ingen mekanisk retensjon	HF + sil	75,6%

i.d.= ingen data

MK= konvensjonell MK-preparasjon

HF= flussyrebehandling

sil= silanisering

Tabell 4: Overlevelse oksidkeramiske/metallkeramiske konstruksjoner

Ref.-nr.	Sement	Konstruksjonsmateriale	Gj.sn oppfølging	Antall konstr.	Preparasjon	Overflate-beh.	Overlevelse
50	Panavia™ 21	Oksidkeram	2 år	151	MK	SB eller SC + sil	98%
47	Panavia™ 21	Oksidkeram	3,6 år	36	MK	SB	97,2%
47	Panavia™ 21	Metallkeram	3,6 år	31	MK	SB	100%
49	Panavia™ F2.0	Metallkeram	3 år	30	MK	Ingen	100%
49	Panavia™ F2.0	Oksidkeram	3 år	30	MK	SB + sil	96,6%
48	Panavia™*	Oksidkeram	4,5 år	20	MK	SB	55%
51	RelyX™ Unicem	Oksidkeram	5 år	48	MK	Ingen	100%
52	RelyX™ Unicem	Oksidkeram	3 år	34	MK	i.d.	94%
14	RelyX™ Unicem	Oksidkeram	4 år	20	MK	i.d.	95%
41	RelyX™ Unicem	Metallkeram	3,2 år	24	MK	i.d.	100%
42	Multilink® Automix	Oksidkeram	3,4 år	14	Ingen mekanisk retensjon	SB + ZP	92,9%

*= ikke oppgitt hvilken type Panavia™ som er brukt
i.d.= ingen data tilgjengelig
SB= sandblåsing
ZP= zirconia primer

MK= konvensjonell MK-preparasjon
SC= silica coating
sil= silanisering

Komplikasjoner

Tabell 5 og 6 viser en oversikt over biologiske og tekniske komplikasjoner potensielt relatert til sement i respektive glasskeramgruppen og oksidkeram/metallkeramgruppen.

Tabell 5: Klinisk uakseptable komplikasjoner potensielt relatert til sement for glasskeramiske konstruksjoner

Ref	Sement	Matr-gr.	Ant	Ret.-tap	Sek.	Misfarg.sement-spalte	Marg.adapt.	Tann-fraktur	Mat.-fr.	Perio.-uhelse
49	Panavia™ F2.0	GK	30	0	0	0	0	i.d.	1	0
36	Variolink® II	GK	106	i.d.	i.d.	0	0	i.d.	i.d.	i.d.
46	Variolink® II	GK	24	0	0	0	0	i.d.	2	0
43	Variolink® II	GK	54	0	0	0	0	1	4	i.d.
44	Variolink® II	GK	29	1	0	0	0	i.d.	1	0
45	Variolink® II	GK	64	0	0	i.d.	i.d.	0	1	0

GK= glasskeramiske konstruksjoner
i.d.= ingen tilgjengelig data

Tabell 6: Klinisk uakseptable komplikasjoner potensielt relatert til sement for oksidkeramiske/ metallkeramiske konstruksjoner

Ref.	Sement	Matr.-gr.	Ant	Ret.-tap	Sek.	Misfarg.sement.-spalte	Marg.adapt.	Tann-fraktur	Mat.-fr.	Perio.-uhelse
42	Multilink® Automix	OK	14	1	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	0	i.d.
51	RelyX™ Unicem	OK	48	0	0	i.d.	0	i.d.	0	0
41	RelyX™ Unicem	MK	24	0	0	0	i.d.	0	i.d.	0
14	RelyX™ Unicem	OK	20	0	0	0	0	1	0	0
52	RelyX™ Unicem	OK	34	0	0	i.d.	0	i.d.	1	0
49	Panavia™ F2.0	OK	30	0	0	0	0	i.d.	1	0
49	Panavia™ F2.0	MK	30	0	0	0	0	i.d.	0	0
50	Panavia™ 21	OK	151	0	0	i.d.	0	i.d.	3	i.d.
47	Panavia™ 21	OK	36	0	0	i.d.	6	i.d.	3	0
47	Panavia™ 21	MK	31	0	0	i.d.	2	i.d.	0	0
48	Panavia™*	OK	20	0	5	i.d.	i.d.	2	2	0

* oppgir ikke hvilken type Panavia™ som er brukt

i.d.= ingen data tilgjengelig

OK= oksidkeramiske konstruksjoner

MK=metallkeramiske konstruksjoner

Sekundærkaries

Kun i én studie i glasskeramgruppen ble det rapportert sekundærkaries i tilslutning til vurdert konstruksjon, men det kunne ikke påvises hvilken sement som ble brukt (van Dijken, 2010). Blant studiene som sementerte oksidkeram/metallkeram var Panavia™ den sementen som oppviste flest tilfeller av sekundærkaries.

Retensjonstap

Det ble rapportert retensjonstap bare i to tilfeller, begge i glasskeramgruppen; Variolink® II ble brukt i det ene (Federlin, 2007), men det i det andre ikke ble presisert hvilken sement som ble brukt (van Dijken, 2010).

Marginal adaptasjon

Seks av de sju artiklene i oksidkeramgruppen vurderte marginal adaptasjon, men bare to rapporterte dette som en komplikasjon. I den første ble det rapportert at 6 konstruksjoner sementert med Panavia™ ble evaluert som klinisk uakseptable (Sailer, 2009). I den andre

studien oppgis det ikke hvilken sement som er brukt for konstruksjoner med marginal diskrepans (Sailer, 2007). For metallkeramiske konstruksjoner ble marginal adaptasjon vurdert i to av tre studier. Man fant to konstruksjoner med klinisk uakseptabel adaptasjon (Sailer, 2009), i begge tilfeller var konstruksjonene sementert med Panavia™. For glasskeramer ble det rapportert to funn av klinisk uakseptabel tilslutning (van Dijken, 2010), men det oppgis ikke hvilken sement som er benyttet.

Misfarging i sementspalten

To studier i både oksidkeram- og metallkeramgruppen, samt fire av studiene som brukte glasskeramiske konstruksjoner vurderte misfarging i sementspalten. Ingen klinisk uakseptable funn ble gjort.

Tannfraktur

Fire av artiklene i oksidkeramgruppen vurderte tannfraktur som komplikasjon. Én studie der konstruksjonene var sementert med Panavia™ rapporterte om to tannfrakturer (Sailer, 2007). Pelaez rapporterte om én tannfraktur der konstruksjonen var sementert med RelyX™ Unicem (Pelaez, 2012). Én artikkel i metallkeramgruppen vurderte tannfrakturer uten å gjøre klinisk uakseptable funn. Tre studier der glasskeram ble brukt vurderte tannfrakturer og ett klinisk uakseptabelt funn ble rapportert (Marquard, 2006).

Materialfraktur

Panavia™ og Variolink® II oppviste større andel materialfrakturer enn de andre to sementene, henholdsvis i oksidkeramgruppen og glasskeramgruppen. Ett funn ble gjort blant oksidkeramiske konstruksjoner sementert med RelyX™ Unicem. Da dette var fraktur av et mellomledd ble det ikke vurdert som en potensiell sementrelatert komplikasjon.

Periodontal helse

Periodontal helse ble vurdert i 11 av de 14 analyserte studiene. Ingen klinisk uakseptable komplikasjoner ble registrert.

5. Diskusjon

Den første hypotesen; *”resinbaserte adhesivsementer er bedre eller like bra som sinkfosfatsement ved sementering av metallkeramiske og oksidkeramiske konstruksjoner”*, kan til en viss grad understøttes. De studier i oksidkeramgruppen der Panavia™ og RelyX™ Unicem ble brukt ble vurdert og de to sementene oppviste høy klinisk overlevelse. I denne studien ble det i metallkeramgruppen ikke funnet et tilstrekkelig antall rapporter som møtte kriteriene satt for inklusjon. Denne delen av hypotesen kunne derfor ikke besvares.

Resultatene viser videre at den andre av hypotesene i denne studien; *”det vil gi like godt klinisk resultat uansett hvilken resinbasert sementen en bruker ved sementering av glasskeramer”*, ikke kan besvares. Dette er fordi kun én av sementene oppviser nok dokumentasjon.

Hele 472 studier ble gått gjennom og vurdert for inklusjon i denne litteraturstudien, men få artikler ble inkludert. Inklusjonskriteriene som ble satt gjorde at mange studier ble utelatt, oftest på grunn av for kort observasjonstid eller fordi gruppen av konstruksjoner var for liten. Et litteraturstudie utført av Weiser et al. fra 2014 møtte på samme utfordring (25). Utelatelse av retrospektive studier reduserte også antallet. Disse ble utelatt på grunn av lavere evidensverdi (26). Kriteriene ble satt i samråd med veileder for å oppnå høyest mulig relevans. Da søket kun er gjort på én database kan man ha gått glipp av studier som er publisert via andre databaser, men dette er mindre trolig ettersom PubMed bedømmes heldekkende innenfor emnet. Et grundig handsøk ble også gjort for å unngå at valg av søkeord skulle begrense funn av relevante studier.

I denne litteraturstudien ble kun klinisk uakseptable komplikasjoner som potensielt kunne relateres til sementen registrert som funn. Ved å definere denne begrensingen vil man kunne gå glipp av negative og/eller positive tendenser ved de ulike sementene fordi mulige endringer er for små til å kvalifisere som funn. Dersom flere studier hadde hatt en lenger observasjonstid ville disse tendensene sannsynligvis ha blitt fanget opp.

Det ble identifisert flere problemer med de inkluderte studiene og dette gjorde sammenligning og evaluering vanskelig. Overlevelse ble i de inkluderte studiene definert ulikt og i 5 av studiene ble overlevelse for den spesifikke sementen ikke regnet ut. Her måtte man beregne overlevelse basert på definisjonen på overlevelse som var oppgitt i den respektive studien. Det verserer generell uenighet om hvilke kriterier som skal ligge til grunn for om en restaurering skal byttes ut eller ikke (27).

Det er mange faktorer som kan påvirke om en protetisk konstruksjon vil fungere klinisk. For å kunne vurdere sementens kliniske prestasjon bør faktorer som potensielt kan påvirke denne variere så lite som mulig. Dette har i denne litteraturstudien vært en utfordring da få av de inkluderte studiene har hatt hovedfokus på sement. Det har gjort det vanskelig å slå fast om oppståtte komplikasjoner kan relateres til sement eller ikke, spesielt i studier der det brukes ulike sementer og det ikke presiseres hvilken sement som er brukt der komplikasjoner har oppstått. Variasjonen i vurderingskriterier og vurderingsmetoder er en faktor som også vanskeliggjør ekstraksjon av sammenlignbare resultater. Enkelte vurderer tekniske og biologiske komplikasjoner etter standardiserte prosedyrer, eksempelvis kriterier fra United States Public Health Service (USPHS) eller California Dental Association (CDA), mens andre vurderer dette på ”frihånd”. Selv standardiserte kriterier er per dags dato mangelfulle hva angår å vurdere protetiske konstruksjoner (28). I de analyserte studiene er det også variasjon i operatørens erfaring og om evaluering blir gjort av uavhengige klinikere. Mangelfull objektivitet kan gå sterkt ut over kvaliteten til enhver klinisk studie (27). Frafallet har også blitt håndtert ulikt i de ulike studiene. Ikke alle har oppgitt sementeringsprosedyre, overflatebehandling av konstruksjonen, om prepareringsrensen ligger i emalje og/eller dentin og om den er sub- eller supragingival. Flere av de analyserte studiene er også sponset av selskaper som blant annet produserer dentale sementer. Dette kan lede til *bias*. I en litteraturstudie anslår man at det er større sannsynlighet for positiv utfall av en studie dersom denne er sponset av produsenten av produktet man tester (29). Dette kan svekke påliteligheten til vårt datagrunnlag. Tabell 7 gir en oversikt over hvor mange av studiene som beskriver faktorer ved behandlingsprosedyren som kan påvirke sementens prestasjon.

Tabell 7: Beskrivelse av behandlingsprosedyre

Ref nr.	Alle pas. med optimal OH	Sementerings-prosedyre beskrevet	Sub-/supraging. prep. angitt	Dentalt vev i prep.-grense beskrevet	Tørrelgging beskrevet	Sponset av selskap?
42	Ja	Nei	Ja	Nei	Nei	Ja
51	Ja	Nei	Ja	Nei	Nei	Ja
47	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei	ja
48	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
43	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja
45	Ja	Ja	Ja	Nei	Ja, kofferdam eller tråd	Ja
44	Ja	Nei	Ja	Nei	Ja, kofferdam	Ja
14	Ja	Nei	Ja	Nei	Nei	Nei
41	i.d.	Ja	Nei	Ja	Ja, bomullsrull og tørrblåsing	Nei
52	Ja	Ja	Ja	Nei	Nei	Ja
50	Ja	Nei	Ja	Nei	Nei	Nei
49	Ja	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei
46	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja
36	Nei	Ja	Nei	Ja	Ja, kofferdam eller bomullsrull	Nei
Totalt	12/14	5/14	7/14	2/14	4/14	8/14

i.d.= ingen data tilgjengelig

Det er i flere av de inkluderte studiene relativt kort gjennomsnittlig observasjonstid og dette er en svakhet. Degradering av sement på grunn av eksponering for det orale miljøet over tid gir forventning om retensjonstap eller fraktur av konstruksjoner sementert adhesivt (30). En kan dermed ikke utelukke at sementrelaterte komplikasjoner kunne økt dersom observasjonstiden til de inkluderte studiene hadde vært lengre.

Overlevelse

I oksidkeramgruppen ble kun to av de fire undersøkte sementene omtalt i tilstrekkelig grad; Panavia™ og RelyX™ Unicem. Derfor kan kun disse sammenlignes med sinkfosfatsement når det gjelder sementering av oksidkeram. Panavia™ viste en overlevelse på mellom 55 og 98% over en gjennomsnittlig observasjonsperiode på mellom 2 og 4,5 år. Det kan nevnes at kun én studie (Sailer, 2007) oppviste en overlevelse på under 96 % og denne kommenteres spesifikt nedenfor i avsnittet om ”sekundærkaries”. RelyX™ Unicem viste en overlevelse på mellom 94 og 100% med en gjennomsnittlig observasjonsperiode på mellom 3 og 5 år. Ved sementering med RelyX™ Unicem oppsto det få kliniske komplikasjoner. Rinke et al (2013) studerte oksidkeram sementert med sinkfosfatsement og en overlevelse på 83,4% etter 7 år ble rapportert (31). Man kan innenfor begrensningene av denne litteraturstudien sidestille både

RelyX™ Unicem og Panavia™ med sinkfosfatsement for sementering av oksidkeramiske konstruksjoner.

Kun i én studie observerte man metallkeramiske konstruksjoner sementert med RelyX™ Unicem, mens det i to studier ble sementert med Panavia™. Grunnlaget for å uttale seg om metallkeramiske konstruksjoner er dermed lite, men i samtlige av studiene oppgis en overlevelse på 100% med en observasjonstid på rundt 3 år. Man kan innenfor disse begrensningene ikke utelukke at adhesiv sementering kan sidestilles med sinkfosfatsement i forhold til klinisk overlevelse. Metallkeramiske konstruksjoner sementert med sinkfosfatsement har vist en overlevelse på rundt 97% etter 7 år (28).

Til tross for at ikke alle sementene kan vurderes når det gjelder sementering av glasskeram, kan man imidlertid vurdere overlevelse og komplikasjoner for glasskeramiske konstruksjoner sementert med Variolink® II. Denne sementen viste en overlevelse på mellom 75,6 og 100% over en gjennomsnittlig observasjonstid på mellom 3 og 9,2 år. Variolink® II er den av de fire resinsementene som i denne gruppen har blitt vurdert i flest kliniske studier og burde på bakgrunn av klinisk prestasjon være førstevalg ved sementering av glasskeramiske konstruksjoner. I kun én studie var overlevelsen under 89% (75,6%). Da denne viste mangelfull redegjørelse for komplikasjoner og overlevelse ble det vanskelig å gjøre en god vurdering av sementens prestasjon. Dette var for øvrig også den eneste studien som oppga at konstruksjonene ble sementert på tenner med lite eller ingen mekanisk retensjon (Van Dijken, 2010).

Sekundærkaries

Av de 14 inkluderte studiene oppga 9 at et av inklusjonskriteriene var at pasienten hadde god oral hygiene, mens 6 oppga lav kariesaktivitet som et inklusjonskriterium. Det må nevnes at det i kun 2 av studiene ble oppgitt hvordan man hadde vurdert den orale hygienens samt at ingen beskrev hvordan kariesvurderingen ble gjort. Likevel er inklusjonskriterier som forutsetter god oral hygiene viktig å merke seg når man ser at funn av sekundærkaries som en klinisk uakseptabel komplikasjon kun ble gjort i én studie (Sailer, 2007). I den nevnte studien ble det sementert oksidkeram med Panavia™ og 5 av 20 konstruksjoner måtte byttes ut på grunn av sekundærkaries. Man rapporterte her stor grad av dårlig marginal adaptasjon og bruk av en prototype for fremstilling av konstruksjonen diskuteres i studien som mulig årsak. Dersom den marginale adaptasjonen er dårlig øker plakkretensjonen i spalten mellom tann og restaurering. Det vil også føre med seg økt sementdegradering og mikrolekkasje i spalten

(32). Da forfatterne av nevnt studie oppgir høy frekvens av dårlig marginal adaptasjon kan man spekulere i om rapportert sekundærkaries skyldes dette og ikke sementen i seg selv. I tillegg kan det nevnes at man i den aktuelle studien ikke har angitt om bindingen er gjort til emalje eller dentin. Som nevnt er dette også tilfellet i flere studier. Da preparasjonen er en konvensjonell MK- preparasjon kan man imidlertid anta at det i store deler av preparasjonen dannes binding mellom resinsement og dentin. Binding mellom dentin og resinsement er svakere enn mellom emalje og resinsement og avstedkommes gjennom dannelsen av et hybridlag/mikrohybridlag som gir en mikromekanisk binding som også har kjemiske komponenter (11). Degradering av dette hybridlaget gjør det imidlertid problematisk å oppnå en stabil og varig binding til dentin. Blant problemene som har blitt identifisert er matriks metalloproteaser (MMP) og cystein cathepsin, begge enzymer i dentinmatriksen (33). Man kan ikke utelukke at nedbryting av bindingen har bidratt til dårlig marginal tilslutning over tid og at påfølgende sekundærkaries har oppstått (6).

Retensjonstap

To tilfeller av tap av retensjon ble rapportert. I det ene tilfellet ble Multilink[®] Automix brukt for å sementere oksidkeram. Pasienten selv relaterte retensjonstapet til en traumatisk hendelse og konstruksjonen ble resementert. Likevel kan det nevnes at det i studien ikke blir presisert om kofferdam har blitt brukt for fuktkontroll under sementering og at sementeringsprosedyren ikke er beskrevet. Man kan ikke utelukke at dette har hatt negativ innvirkning på sementens evne til å adherere konstruksjonen. Det må videre nevnes at man i samtlige av de øvrige studiene i oksidkeram-/metallkeramgruppen preparerte for konvensjonell MK. Dermed hadde man makromekanisk retensjon i tillegg til den adhesive. Dersom adhesiv sementering sammen med oksidkeram/metallkeram skal kunne brukes på steder med begrenset mekanisk retensjon må det gjøres kliniske studier med disse forutsetningene. Lindquist og Karlsson fant i 1998 at preparasjonen hadde større betydning for konstruksjonens overlevelse enn sementen (34). En kan dermed vanskelig avgjøre om god retensjon kan tilskrives den adhesive sementen.

Ved det andre retensjonstapet ble et glasskeramisk onlay sementert med Variolink[®] II. I denne studien oppgis det at sementeringen skjedde under fuktkontroll med kofferdam, men overflatebehandling av konstruksjonen nevnes ikke. Ved adhesiv sementering av glasskeramiske konstruksjoner har overflatebehandling av porselenet med 5 – 9% flussyre og påfølgende silanisering vist å gi den høyeste bindingsstyrken (6). En kan derfor ikke utelukke

at mangelfull overflatebehandling av konstruksjonen i dette tilfellet kan ha bidratt til retensjonstapet.

Marginal adaptasjon

En sterk binding mellom tann og konstruksjon med adhesiv sementering kan forbedre marginal adaptasjon (1). En in vitro studie viste at RelyX™ Unicem ga bedre marginal adaptasjon enn Panavia™ ved sementering til emalje og etter lang tids oppbevaring i vann. Ved binding til dentin ble det ikke vist signifikante forskjeller (35). I denne litteraturstudien ble det i en studie der Panavia™ ble brukt rapportert funn av 8 konstruksjoner med klinisk uakseptabel marginal adaptasjon. To av disse var metallkeramiske konstruksjoner og 6 var oksidkeramer. I studien diskuteres utdatert CAM-prosedyre som årsak til dårlig marginal adaptasjon for oksidkeramene. Eventuelle endringer i marginal adaptasjon fra sementering til studiens slutt oppgis ikke. Dette gjør det vanskelig å slå fast om degradering av sement i sementspalten har ført til at konstruksjonene ble vurdert klinisk uakseptable ved siste undersøkelse eller om diskrepansen var klinisk uakseptabel allerede ved sementering. Det ble heller ikke oppgitt om adhesjonen ble gjort til emalje eller dentin.

Misfarging i sementspalten

Kun 8 av 15 studier vurderte misfarging i sementspalten og ingen funn ble gjort blant disse. Fraktur eller degradering av sement i sementspalten kan resultere i blant annet marginal misfarging (6). Estetikk er en viktig faktor i den moderne odontologien og flere av resinsementene på markedet kommer i ulike farger som skal etterligne tannsubstans. Dersom man tar dette i betraktning kan man antyde at å unnlate å vurdere denne faktoren er en mangel ved de inkluderte studiene.

Tannfraktur

I kun 5 av de 14 analyserte studiene var det mulig å ekstrahere data om tannfraktur som en komplikasjon. Det ble gjort funn av 4 tannfrakturer, alle hadde fått konvensjonell MK-preparering før konstruksjonen ble sementert og samtlige var bropilarer. Tre av frakturene var på endodontisk behandlede tenner hvorav to av disse også var bygget opp med stift og konus. Adhesiv sementering tilbyr mulighet for feste uten makromekanisk retensjon. Dette gjør at man kan bevare frisk tannsubstans og dermed unngår ytterligere svekkelse av tann som ved for eksempel preparering med stift og konus (36). Metallkeramiske brokonstruksjoner observert over 15 år viste at den hyppigste komplikasjonen som førte til utbytting var

tannfraktur (37). Tannfraktur er en hyppigere forekommende komplikasjon ved konvensjonell broterapi enn ved adhesiv sementering der retensjonstap var den hyppigst forekommende komplikasjonen (38). Man kan derfor spørre seg om konvensjonell kronepreparering også svekker tannens motstand mot belastning. Van Dijken et al. (2010) sementerte adhesivt uten preparasjon for økt mekanisk retensjon og rapporterte om at komplikasjonene som oppsto etter en gjennomsnittlig observasjonstid på 9,2 år var uten tap av ytterligere frisk tannsubstans (36). Det må imidlertid understrekes at det i denne studien kun ble sementert enkeltkroner og onlays.

Materialfraktur

Nitten materialfrakturer ble registrert og dette var den hyppigst forekommende klinisk uakseptable komplikasjonen i denne litteraturstudien. For oksidkeramiske konstruksjoner sementert med Panavia™ ble det rapportert om 9 materialfrakturer av 237 oksidkeramiske konstruksjoner totalt. Samtlige konstruksjoner ble sandblåst før sementering. Sandblåsing av keramet kan øke degraderingen av keramet og dermed gjøre konstruksjonen mindre motstandsdyktig mot materialfraktur (39, 40). Ved sementering av oksidkeram med RelyX™ Unicem ble det ikke rapportert om klinisk uakseptable materialfrakturer. I kun én av studiene kom det fram at overflatebehandling av konstruksjonene før sementering ikke ble gjort, mens dette i de andre studiene ikke ble beskrevet. Man kan dermed bare spekulere i om fraværende luftabradering av konstruksjonene kan bidra til økt motstand mot materialfraktur. Videre foreligger det ingen informasjon om bruk av kofferdam i noen av studiene der man har sementert oksidkeram med Panavia™. I kun én studie ble det angitt at sementeringsprosedyren ble gjort etter produsentens anbefaling. Adhesiv binding mellom resinsement og oksidkeram kan øke restaureringens motstand mot okklusal belastning (19). Papia et al (2013) fant at økt mikromekanisk retensjon ga sterkere binding mellom oksidkeram og adhesivsement. Imidlertid ble det konkludert med at det ikke foreligger dokumentasjon for hvilket forbehandlingssystem som er best for å oppnå dette og at det kan være risiko for fraktur på grunn av dannelse av mikrosprekker og faseomvandling (40). Man kan dermed ikke utelukke verken overflatebehandling av konstruksjonen og/eller mangelfull adhesiv binding på grunn av feil i sementeringsprosedyre som årsak til materialfraktur.

Åtte klinisk uakseptable materialfrakturer oppsto blant 277 glasskeramiske konstruksjoner sementert med Variolink® II, mens 1 av 30 glasskeramiske konstruksjoner sementert med Panavia™ frakturerte. Glasskeram er et sprøtt materiale med begrenset bøyestyrke og er

således avhengig av adekvat adhesiv sementering for å motstå fraktur (6). I studien med flest klinisk uakseptable materialfrakturer er verken bruk av kofferdam eller sementeringsprosedyre presisert og det er rimelig å stille spørsmålstegn ved om den adhesive bindingen er god nok til å gjøre konstruksjonen motstandsdyktig mot belastning og påfølgende materialfraktur. Bindingen mellom resinsementer og glasskeramer er basert både på mikromekanisk og kjemisk binding. Den mikromekaniske bindingen kan skapes ved ets av restaureringens innside, mens den kjemiske bindingen skaffes ved silansering (9). Ved etsing brukes flussyre (HF) (9). Flussyren løser opp glassfasen på keramets overflate ved å reagere med SiO₂. Overflaten får en ujevn struktur slik at resinsementen kan binde mikromekanisk (9). I to av studiene der klinisk uakseptable materialfraktur ble observert oppga man ikke hvilken overflatebehandling som ble gjort. Det er i stor grad etablert at den nevnte overflatebehandlingen vil gi den beste bindingen mellom glasskeram og resinsement (6). Man kan altså ikke utelukke at det i de studiene som ikke har angitt overflatebehandling er oppnådd en dårligere binding som igjen kan ha bidratt til materialfraktur.

Her kan også nevnes at det i 8 av de totalt 9 studiene som rapporterte om materialfraktur ble gjort okklusale justeringer før sementering. I ingen av studiene angis det dog hvor mange konstruksjoner som ble justert eller om det var noen sammenheng mellom dette og hvilke konstruksjoner som fikk materialfraktur. Dette aspektet tas heller ikke opp i diskusjonen til noen av studiene. En kan ikke utelukke at slike justeringer kan svekke materialet i konstruksjonen og dermed bidra til materialfraktur.

Periodontal helse

Det var stor variasjon i hvordan man i studiene målte periodontal helse. Ikke alle målte mot en kontrolltann. I én studie der metallkeramiske konstruksjoner ble sementert med RelyX™ Unicem, fant man høyere plakkforekomst enn konstruksjoner sementert med sinkfosfatsement. Denne tendensen var tydelig helt fra sementering til studiens slutt, men uten at det ble vurdert som klinisk uakseptabelt. Her diskuterte man at resin er mer plakkretinerende enn uorganiske substrater som frigjør blant annet sink og kobber, samt at den høyere løseligheten til sinkfosfatsement kan være med på å forhindre plakkretensjon (21). Vanskeligheter med fjerning av overskudd fra resinsementer er en av ulempene med adhesiv sementering (2). Et overskudd som blir liggende kan over tid irritere gingiva og dermed svekke den periodontale helsen (41). I denne litteraturstudien har man som nevnt ikke funnet klinisk uakseptable endringer i den periodontale helsen, men det må nevnes at små endringer

registrert i studiene ikke har blitt regnet som funn. Når man vet at periodontitt utvikler seg over lang tid kan man ikke utelukke at små endringer kan føre til en klinisk uakseptabel periodontal status på sikt.

6. Konklusjon

Innenfor begrensingene til denne litteraturstudien kan de følgende slutninger trekkes:

- Ved adhesiv sementering av oksidkeram oppviser Panavia™ og RelyX™ Unicem høy klinisk overlevelse
- For adhesiv sementering av metallkeram med de 4 undersøkte sementer finnes det ikke tilstrekkelig dokumentasjon på klinisk overlevelse
- Variolink® II er den av de 4 undersøkte adhesive sementene som er mest studert ved sementering av glasskeram og denne viser høy klinisk overlevelse

Takksigelse

Takk til vår dyktige veileder Ulf Örtengren for stødig og motiverende veiledning gjennom hele prosessen. En takk går også til den hardtarbeidende Jan-Are Kolset Johnsen for verdifulle og nyttige kontor-timer med oppmuntring, tabellkonstruksjon, og generell terapi.

7. Referanseliste

1. Bauer J, Costa JF, Carvalho CN, de Souza DN, Lougercio AD, Grande RHM. Influence of alloy microstructure on the microshear bond strength of basic alloys to a resin luting cement. *Braz J Dent.* 2012; 23: 490-495.
2. Hill EE, Lott J. A clinically focused discussion of luting materials. *Aust Dent J.* 2011; 56: 67-76
3. Giray FE, Duzar L, Oksuz M, Tanboga I. Evaluation of the bond strength of resin cements used to lute ceramics on laser-etched dentin. *Photomedicine and lasersurgery.* 2014; 32: 413-421
4. Swift EJ, Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int.* 1995; 26: 95-110.
5. Attia A. Influence of treatment modalities of prepared teeth on retention of cast metal copings bonded with self-adhesive resin cements. *Quintessence.* 2012; 43: e73-e81.
6. Conrad HJ, Seong W-J, Pesum IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent.* 2007; 98: 389-404
7. Bruke FJ, Flemming GJ, Nathanson D, Marquis PM. Are adhesive technologies needed to support ceramics? An assessment of the current evidence. *J Adhes Dent.* 2002; 1: 7-22.
8. Matinlinna JP, Mittal KL. Adhesion aspects in dentistry. Brill; 2009. ISBN 9789004172715
9. Tian T, Tsoi JK-H, Matinlinna JP, Burrow MF. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dental Materials.* 2014; 30: e147-e162
10. Ritter RB. Multifunctional uses of a novel ceramic- lithium disilicate. *JERD.* 2010; 22:331-341
11. Özcan M, Dündar M, Cömlekoglu ME. Adhesion concepts in dentistry: tooth and material aspects. *Journal of adhesion science and technology.* 2012; 26: 2661-2681
12. Denry I, Kelly JR. State of the art zirconia for dental applications. *Dent Mater.* 2008; 24: 299-307

13. Milleding P, Molin M, Karlsson S. Dentale helkeramer, I teori og klinikk. Gothia AB; 2005. ISBN 91-7205-441-1
14. Pelaez J, Cogolludo PG, Serrano B, Lozano JFL, Suárez MJ. A four-year prospective clinical evaluation of zirconia and metal-ceramic posterior fixed dental prostheses. *Int J Prosthodont*. 2012; 25: 451-458
15. Nakamuea K, Harada A, Inagaki R, Kanno T, Niwano Y, Milleding P, Örtengren U. Fracture resistance of monolithic zirconia molar crowns with reduced thickness. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2015; Early Online: 1-7.
16. Roberts HW, Berzins DW, Moore K, Charlton DG. Metal-ceramic alloys in dentistry: a review. *Journal of prosthodontics*. 2009; 18: 188-194.
17. Abreu A, Loza MA, Elias A, Mukhopadhyay S, Looney S, Rueggeberg FA. Tensile bond strength of an adhesive resin cement to different alloys having various surface treatments. *J Prosthet Dent*. 2009; 101: 107-118.
18. Sproesser O, Schmidlin PR, Uhrenbacher J, Roos M, Gernet W, Stawarczyk B. Effect of sulphuric acid etching of polyetheretherketone on the shear bond strength to resin cements. *J Adhes Dent*. 2014; 16: 465-472.
19. Rippe MP, Amaral R, Amaral R, Oliveira FS, Cesar PF, Scotti R, Valandro LF, Bottino MA. Evaluation of tensile retention of Y-TZP crowns cemented on resin composite cores: effect of the cement and Y-TZP surface conditioning. *Operative Dentistry*. 2014; 39-6: 000-000
20. Duymus ZY, Yanikoglu ND, Alkurt M. Evaluation of the flexural strength of dual-cure composite resin cements. *J Biomed mater res part B*. 2013; 101B: 878-881.
21. Kim M-J, Kim YK, Kim K-H, Kwon T-Y. Shear bond strength of various luting cements to zirconia ceramic: surface chemical aspects. *Journal of Dentistry*. 2011; 39: 795-803
22. Gerth HUV, Dammaschke T, Züchner H, Schäfer E. Chemical analysis and bonding reaction of Rely X Unicem and Bifix composites – a comparative study. *Dental materials*. 2006; 22: 934-941
23. DeBacker H, Van Maele G, DeMoor N, Van den Berghe L, DeBoever J. A 20-year retrospective survival study of fixed partial dentures. *Int J Prosthodont*. 2006; 19: 143-153

24. Jokstad A, Øilo G. Sementer i fast protetikkk. Scandinavian society for prosthetic dentistry. 1999.
25. Weiser F, Behr M. Self-Adhesive Resin Cements: A Clinical Review. *J Prosthodont*. 2014. doi: 10.1111/jopr.12192
26. Harbour R, Miller J. A new system for clinical recommendations in evidence based guidelines. *BMI*. 2001; 11: 334-336
27. Chadwick B, Treasure E, Dummer P, Dunstan F, Gilmour A, Jones R, Phillips C, Stevens J, Rees J, Richmond S. Challenges with studies investigating longevity of dental restorations – a critique of a systematic review. *Journal of Dentistry*. 2001; 29: 155-161.
28. Anusavice KJ. Standardizing failure, success, and survival decisions in clinical studies of ceramic and metal-ceramic fixed dental prostheses. *Dental materials*. 2012; 28:102-111
29. Balevi B. Industry sponsored research may report more favourable outcomes. *Evid Based Dent*. 2011; 12: 5-6
30. Sjögren G, Molin M, van Dijken JWV. A 10-year prospective evaluation of CAD/CAM manufactured (Cerec) ceramic inlays cemented with a chemically cured or a dual-cured resin composite. *Int J Prosthodont*. 2004; 17: 241-246
31. Rinke S, Gersdorff N, Lange K, Roediger M. Prospective evaluation of zirconia posterior fixed partial dentures: 7-year clinical results. *Int J Prosthodont*. 2013; 26: 164-171.
32. Bindl A, Mörmann WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown copings on chamfer preparations. *Journal of oral rehabilitation*. 2005; 32: 441-447
33. Iskander M, Elkassas D, Mohsen MA. Effect of two matrix metalloproteinase inhibitors on the color stability of a nanofilled resin composite. *Operative dentistry*. 2015; 40: 000-000.
34. Papia E, Larsson C, du Toit M, Vult von Steyern P. 2014. Bonding between oxide ceramics and adhesive cement systems: A systematic review. *J Biomed Mater Res Part B* 2014;102B:395–413.
35. Behr M, Hansmann M, Rosentritt M, Handel G. Marginal adaptation of three self-adhesive resin cements vs. a well-tried adhesive luting agent. *Clin Oral Invest*. 2009; 13: 459-464

36. van Dijken JWV, Hasselrot L. A prospective 15-year evaluation of extensive dentin-enamel-bonded pressed ceramic coverages. *Dental materials*. 2010; 26: 929-939
37. Walton TR. An up to 15-year longitudinal study of 515 metal-ceramic FPDs: part 2. Modes of failure and influence of various clinical characteristics. *Int J Prosthodont*. 2003; 16: 177-182
38. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JYK. Clinical complications in fixed prosthodontics. *The journal of prosthetic dentistry*. 2003; 90: 31-41
39. Calvalcanti AN, Foxton RM, Watson TF, Oliveira MT, Giannini M, Marchi GM. Y-TZP Ceramics: key concepts for clinical application. *Operative Dentistry*. 2009; 34: 344-351
40. Lindquist E, Karlsson S. *Int J Prosthodont*. 1998; 11: 133-138
41. Behr M, Rosenritt M, Wimmer J, Lang R, Kolbeck C, Bürgers R, Handel G. Self-adhesive resin cement versus zinc phosphate luting material: a prospective clinical trial begun 2003. *Dental Materials*. 2009; 25: 601-604
42. Sasse M, Eschbach S, Kern M. Randomized clinical trial on single retainer all-ceramic resin-bonded fixed partial dentures: influence of the bonding system after up to 55 months. *J Dent*. 2012; 40: 783-786
43. Marquard P, Strub JR. Survival rates of IPS Empress 2 all-ceramic crowns and fixed partial dentures: Results of a 5-year prospective clinical study. *Quintessence Int*. 2006; 37: 253-259
44. Federlin M, Wagner J, Männer T, Hiller KA, Schmalz G. Three-year clinical performance of cast gold vs ceramic partial crowns. *Clin Oral Invest*. 2007; 11: 345-352
45. Gehrt M, Wolfart S, Rafai N, Reich S, Edelhoff D. Clinical results of lithium-disilicate crowns after up to 9 years of service. *Clin Oral Invest*. 2013; 17: 275-284
46. Esquivel-Upshaw J, Rose W, Olivieira E, Yang M, Clark AE, Anusavice K. Randomized, controlled clinical trial of bilayer ceramic and metal-ceramic crown performance. *Journal of Prosthodontics*. 2013; 22: 166-173
47. Sailer I, Gottner J, Känel S, Hämmerle CHF. Randomized controlled clinical trial of zirconia-ceramic and metal-ceramic posterior fixed prostheses: a 3-year follow-up. *Int J Prosthodont*. 2009; 22: 553-560

48. Sailer I, Fehér A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, Hämmerle CHF. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont.* 2007; 20: 383-388
49. Etman MK, Woolford MJ. Three-year clinical evaluation of two ceramic crown systems: a preliminary study. *J Prosthet Dent.* 2010; 103: 80-90
50. Fradeani M, D'Amelio M, Redemagni M, Corrado M. five-year follow-up with Procera all-ceramic crowns. *Quintessence Int.* 2005; 36: 105-113
51. Sorrentino R, De Simone G, Tetè S, Russo S, Zarone F. Five-year prospective clinical study of posterior three-unit zirconia-based fixed dental prostheses. *Clin Oral Invest.* 2012; 16: 977-985
52. Crisp RJ, Cowan AJ, Lamb J, Thompson O, Tulloch N, Burke FJT. A clinical evaluation of all-ceramic bridges placed in patients attending UK general practices: three-year results. *Dental materials.* 2012; 28: 229-236

8. Appendiks

Tabell 1: Oversikt over inkluderte artikler

Ref.	Type studie	Mål	Sement	Ant. konstr. ved start	Materiale	Oppfølg. (gj.sn.) ant. år	Konklusjon
Sasse et al 2012 ⁴²	RCT	Klinisk resultat av resin-bondede broer med hengeledd	Panavia TM 21 Multilink[®] Automix	16 14	IPS e.max [®] ZirCAD + IPS e.max [®] Ceram	3,4	God overlevelse uavhengig av bonding-system
Marquardt et al 2006 ⁴³	Prospektiv klinisk	Overlevelse av IPS Empress [®] 2 hel-keramiske kroner og 3-ledds broer	Variolink[®] II	27 kroner 31 broer	IPS Empress [®] 2	4,1	Egnet material for singelkrone, egnet for 3-ledds bro under strenge/optimale forutsetninger
Federlin et al 2007 ⁴⁴	Prospektiv klinisk "split-mouth" study	Sammenligning av klinisk utfall for keramiske delkroner og støpte delkroner i gull over 3 år	Variolink[®] II Harvard [®]	28 28	Vita Mark [®] II Degulor [®] C	3	Ingen signifikant forskjell mellom type restaurering, foruten marginal adaptasjon og marginal misfarging
Van Djiken et al 2010 ³⁶	Prospektiv klinisk	Evaluerer av holdbarhet av bondede posteriere delvise og fullstendige keramiske dekker etter 15 år	Variolink[®] II Bisfil 2B TM	106 146	IPS Empress [®]	12,6	Varighet av bondede keramiske dekker indikerer redusert behov for tradisjonell fulldekketerapi i tenner med ekstensivt tap av tannsubstans
Gehrt et al 2011 ⁴⁵	Prospektiv klinisk	Evaluerer klinisk utfall av anteriore og posteriere kroner laget av IPS e.max [®] Press	Variolink[®] II Vivaglass [®]	72 32	IPS e.max [®] Press	6,6	Bruk av rammeverk av litium-disilikat for single kroner virker å være et pålitelig behandlings-

Ref.	Type studie	Mål	Sement	Ant. konstr. ved start	Materiale	Oppfølg. (gj.sn.) ant. år	Konklusjon
							valg
Esquivel-Upshaw et al 2012 ⁴⁶	RCT, single blind	Karakterisere klinisk resultat av MK-kroner, kjernekeram-kroner og kroner med kjernekeram og overflateporselen, basert på 9 kriterier.	Variolink [®] II	36	Pd-Au-Ag-Sn-In – legering + IPS d.SIGN [®] veneer IPS e-max [®] Press core + e.max [®] Ceram Glaze IPS Empress [®] 2 core + IPS Eris [™]	3	Indikerer at klinisk utfall for keramkeram kroner var sammenlignbar med MK-kroner de første to år, basert på studiens kriterier
Sailer et al 2009 ⁴⁷	RCT	Teste om posteriore broer med zirkonium oppviste lik overlevelse og like tekniske og biologiske utfall som MK-broer	Panavia [™] 21	38 38	Degudent [®] U + Duceram [®] Plus Cercon [®] + Cercon [®] Ceram S	3,6	Indikasjon for at rammeverk av zirkonium er et berettiget alternativ til rammeverk av metall. Trengs lengre oppfølgings-tid for å validere funn
Sailer et al 2007 ⁴⁸	Prospektiv klinisk	Bestemme suksess av 3-5-ledds posteriore broer med rammeverk av zirkonium etter 5 års klinisk observasjon	Variolink [®] Panavia ^{™*}	14 20	Cercon [®] . Prototype overflateporselen brukt, men type ikke angitt	4,5	Rammeverk av zirkonia for 3- og 4-ledds posteriore broer oppviser tilfredsstillende stabilitet
Etman et al 2010 ⁴⁹	Prospektiv klinisk	Evaluere og sammenligne klinisk utfall av to nye systemer for keramiske kroner med MK-kroner	Panavia [™] F2.0	30 30 30	IPS e.max [®] Press Procera [®] AllCeram Simidur [®] S2	3	Kroner av IPS e.max [®] Press oppviste klinisk utfall sammenlignbart med kroner av Procera [®] AllCeram og

Ref.	Type studie	Mål	Sement	Ant. konstr. ved start	Materiale	Oppfølg. (gj.sn.) ant. år	Konklusjon
					+ IPS Classic® Porcelain		MK-kroner
Fradeani et al 2005 ⁵⁰	Prospektiv klinisk	Evaluere klinisk utfall av kroner av Procera® AllCeram fra tre ulike privatklinikker over en 5-årsperiode	Panavia™ 21 Fuji Plus® RelyX™ Luting	151 40 14	Procera® AllCeram	2	Procera® AllCeram har god prognose for bruk posteriort og utmerket for bruk anteriort
Sorrentino et al 2011 ⁵¹	Prospektiv klinisk	Evaluere klinisk utfall av 3-ledds posteriore broer med rammeverk av zirkonium etter 5 års klinisk funksjon	Rely X™ Unicem	48	Zirkonium, men ikke angitt merke + Procera® AllZircon	5	3-ledds posteriore broer med rammeverk av zirkonium oppviste suksess på medium sikt, hva gjelder både funksjon og estetikk
Behr et al 2009 ⁴¹	Prospektiv klinisk	Sammenligning av klinisk utfall mellom MK-restaureringer sementert med zinkfosfatsement og selvadhererende resin-sement	Harvard® Cem Rely X™ Unicem	25 24	47 høyedle 2 uedle	3	Selvadhererende resin-sement oppviste like godt klinisk utfall samt kan bli brukt like enkelt som zinkfosfatsement over den gitte observasjonsperioden
Pelaez et al 2012 ¹⁴	Prospektiv klinisk	Sammenligne overlevelse og biologiske og tekniske komplikasjoner mellom posteriore 3-ledds MK-broer og broer med rammeverk av zirkonium	Rely X™ Unicem Ketac™ Cem	20 20	Lava™ + Lava™ Ceram Heraenium® Pw + VITA VM® 13	4	Zirkonium-baserte broer oppviste lik overlevelse som MK-broer på medium sikt bruk

Ref.	Type studie	Mål	Sement	Ant. konstr. ved start	Materiale	Oppfølg. (gj.sn.) ant. år	Konklusjon
Crisp et al 2012 ⁵²	Prospektiv klinisk	Rapportere resultater etter tre års evaluering av helkeramiske broer av yttriumstabilisert zirkonium, sementert med selvadhererende resinbasert sement	Rely X™ Unicem	34	Lava™ Y- TZP + Lava™ Ceram	3	Tilfredsstillende utfall etter tre år

*= ikke angitt hvilken type Panavia™ som er brukt

Tabell 2: Fordeling mellom konstruksjoner og sement

	RelyX	Panavia	Variolink	Multlink
Oksidkeram				
Totalt ant. konstr.	102	237	-	14
Gj.-sn. obs.-tid:				
2-5 år	102	237		14
5-10 år	-	-		-
>10 år	-	-		-
Overflatebehandling				
SB	-	56		-
SB + sil	-	30		-
SB + ZP	-	-		14
Silicacoating	-	-		-
Ingen	102	-		-
i.d.	-	151		-
Preparasjon				
MK	102	237		-
Ingen mek. ret.	-	-		14
Onlay	-	-		-
MK				
Totalt ant. konstr.	24	61	-	-
Gj.-sn. obs.-tid :				
2-5 år	24	61		
5-10 år	-	-		
>10 år	-	-		
Overflatebehandling				
SB	-	31		
SB + sil	-	-		
SC	-	-		
HF + sil	-	-		
Ingen	24	30		
i.d.	-	-		
Preparasjon				

	RelyX	Panavia	Variolink	Multlink
MK	i.d.	61		
Ingen mek. ret.	i.d.	-		
Onlay	i.d.	-		

Glasskeram

Totalt ant. konstr.	-	30	277	-
----------------------------	---	----	-----	---

Obs.-tid :

2-5 år		30	107
5-10 år		-	170
>10 år		-	-

Overflatebehandling

SB		-	-
SB + sil		-	-
SC		-	-
HF + sil		30	224
Ingen		-	-
i.d.		-	53

Preparasjon

MK		30	54
1mm red. generelt		-	24
MK med red. mek. ret.		-	64
Onlay		-	29
Lite eller ingen mekanisk retensjon		-	106

i.d.= ingen data

tilgjengelig

sil= silanisering

MK= konvensjonell MK-preparasjon

SC= silica coating

SB= sandblåsing

ZP= zirconia primer

HF= flussyrebehandling