

## **Succespercentage van Zirconia etsbruggen na 1 jaar en 2,5 jaar.**

Student: Eefke Maria Bernadette Nijssen (S1929070)

Begeleider: Dr. A.W.J. van Pelt – Restauratief tandarts en EPA Prosthodontist

Onderzoeksperiode: September 2015 – Januari 2016

Datum van inleveren: 13 januari 2016



**rijksuniversiteit  
groningen**



**umcg**

## Voorwoord

De onderwijseenheid Wetenschappelijk Scholing in het tweede jaar van de master Tandheelkunde aan de Rijksuniversiteit Groningen heeft mij de mogelijkheid geboden om dit onderzoek uit te voeren.

Ik wil dr. A. W. J. van Pelt bedanken voor zijn begeleiding bij het schrijven van deze scriptie. Zijn enthousiaste manier van meedenken en feedback geven heeft mij geïnspireerd en gemotiveerd tijdens het uitvoeren van dit onderzoek.

Een tweede persoon die ik in dit voorwoord graag wil bedanken is J. van der Wal voor het beschikbaar stellen van zijn gegevens, de gastvrijheid in zijn tandartspraktijk, maar ook de uitgebreide uitleg over zijn manier van denken en handelen.

En tot slot drs. W. Kerdijk en prof. dr. M.S. Cune voor hun advies op statistisch gebied.

## Samenvatting

### *Inleiding*

De technische mogelijkheden in de prothetische tandheelkunde zijn nog steeds in ontwikkeling. Het vervaardigen van een etsbrug is een aantrekkelijke behandelingsmogelijkheid voor het vervangen van verloren gegane elementen. Een vrij nieuw materiaal waarvan etsbruggen gemaakt kunnen worden is Zirconia, een zirkoniumdioxide dat bestaat uit Yttrium Tetragonal Zirconia Polycrystals (Y-TZP). De belangrijkste beperking voor het gebruik van Zirconia (een oxidekeramiek) is de onzekerheid omtrent hechting aan dit materiaal. Tot op heden is weinig bekend over de betrouwbaarheid en voorspelbaarheid van een dergelijke hechting. De onderzoeksvraag luidt: *Hoe toepasbaar is een Zirconia etsbrug wanneer we kijken naar het succespercentage van de hechting hiervan?*

### *Materiaal en methode*

Dit onderzoek is een retrospectief cohortonderzoek. De cohort bestaat uit 118 patiënten waarbij een 3-delige Zirconia etsbrug is geplaatst. Deze etsbruggen zijn naar aanleiding van dossiergegevens beoordeeld op hun hechtingen door de survival na 2,5 jaar te onderzoeken in een algemene praktijk. De behandelaar in deze praktijk heeft een vast protocol voor de hechtprocedure van deze etsbruggen toegepast, namelijk: zandstralen met aluminiumoxide, vervolgens aanbrengen van Z-prime Plus (Bisco) en daarna cementeren met Rely X (3M ESPE). Hierbij zijn de volgende variabelen opgesteld:

- 1) de locatie van de Zirconia etsbruggen in de mond,
- 2) de locatie binnen de kaak en
- 3) het verschil in preparatievormen ten behoeve van de vervaardigde Zirconia etsbruggen.

Door middel van een Kaplan-Meier analyse is de survival rate van de Zirconia etsbruggen berekend. Vervolgens is beoordeeld of de verschillende variabelen invloed hebben gehad op de resultaten met behulp van een Cox-regressie analyse.

### *Resultaten*

Na 12 maanden is bij 96,8% (standaarddeviatie 0.018) van de Zirconia etsbruggen geen hechtingsverlies opgetreden. Deze etsbruggen worden als 'succes' beschouwd. De gemiddelde tijd dat een Zirconia etsbrug in dit onderzoek 'overleeft' en dus nog gehecht is 58,0 maanden. Uit de Cox-regressie analyse blijkt dat het risico op hechtingsverlies bij een Zirconia etsbrug in de onderkaak 5 keer zo groot is als in de bovenkaak. Verschil in de locatie binnen de kaak en gegroepede preparatievormen zorgt niet voor een significant verschil wat betreft het risico op hechtingsverlies.

### *Conclusie*

Zirconia etsbruggen blijken na één jaar de overlevingstijd van metaal etsbruggen te benaderen. Na 2,5 jaar is de overlevingstijd van Zirconia etsbruggen echter korter dan van metaal etsbruggen. Bij gebruik in de onderkaak bestaat een groter risico op hechtingsverlies dan in de bovenkaak. Tegelijkertijd geven de bestudeerde data geen blijk van een verschil in risico op hechtingsverlies bij plaatsing in de zijdelingse delen versus plaatsing in het front. De keuze voor een preparatievorm is casusafhankelijk. Bij een weloverwogen keuze voor een preparatievorm is geen sprake van een significant verschil in onthechtingsrisico tussen geprepareerde en niet-geprepareerde pijlerelementen.

Aanvullend onderzoek dient in eerste instantie te zijn gericht op de overlevingstijd op langere termijn, de invloed van preparatievormen, de impact van toegepaste hechtprocedures en de chemische samenstelling van producten. Pas daarna kan een finale conclusie getrokken worden over de toepasbaarheid van Zirconia, gezien de hechting aan dit materiaal, voor het vervaardigen van etsbruggen.

## Summary

### *Introduction*

The technical possibilities in prosthetic dentistry are developing strongly. There are increasing possibilities for the replacement of missing teeth. The resin-bonded fixed dental prosthesis (FDP) is a valid treatment option. A fairly new material that can be used to create FDPs is Zirconiumdioxide, a ceramic containing Yttrium Tetragonal Zirconia Polycrystals (Y-TZP). Due to its physical and optical properties plus biocompatibility, Zirconia is suitable for ceramic crowns and partial prosthesis. The major limitation of Zirconia is getting a predictable and reliable adherence to this material. The purpose of this study is to evaluate the possibility of using Zirconia for resin-bonded fixed dental prosthesis, considering its success rate with regard to bonding.

### *Materials and method*

This study is designed as a retrospective cohort study. The cohort consists of 118 patients, who received a 3-unit resin-bonded fixed dental prosthesis. The FDPs are criticized using registered information in a database about their bonding by determining the survival rate after 2,5 years in a general practice. A standard procedure for bonding was executed by the same practitioner. The procedure consisted of sandblasting with aluminiumoxide, then applying Z-prime Plus (Bisco) and thereafter using Rely X (3M ESPE) for cementation. There are several variables included to criticize their influence on bonding: 1) the location from the FDP intraoral, 2) the location within the jaw and 3) the differences in preparation design. The survival rate was determined by a Kaplan-Meier survival analysis. The influence of the listed variables is tested by a Cox-regression analysis.

### *Results*

The Kaplan-Meier survival rate at 12 months was 96,8% (SE 0,018). The average time of 'survival' (the time before debonding) was 58,0 months in this study. The Cox-regression analysis suggests that the risk of debonding in the mandibula is 5 times more likely than in the maxilla. There were no significant differences in risk of debonding depending on location within the jaw. Also there were no significant differences between the chances of debonding depending on different preparation designs.

### *Conclusion*

The survival rate after one year of resin-bonded fixed dental prosthesis made of Zirconia proofs to equal that of metal FDPs. However the survival rate after 2,5 year of Zirconia FDPs is lower than of metal FDPs. The risk of debonding for Zirconia FDPs in the lower jaw is higher than in the upper jaw. At the same time the studied data do not indicate a difference in debonding risk for FDPs placed in the posterior region compared to FDPs placed in anterior region. The best choice for a preparation design is determined by facts and circumstances. In case of an appropriately selected preparation design there is no significant difference in debonding risk between prepared and unprepared pillars. Supplementary research should in first instance focus on the long term time of survival, the influence of preparation designs, the impact of applied bonding procedures and the chemical composition of products. Only then will it be possible to draw a final conclusion about the use of Zirconia, in view of bonding to this material, for FDPs.

## **Inhoud**

Inleiding.....	6
Materiaal en Methode.....	8
Resultaten.....	11
Discussie.....	15
Conclusie.....	20
Referenties.....	21
Bijlagen.....	23

## Inleiding

De technische mogelijkheden in de prothetische tandheelkunde zijn nog steeds in ontwikkeling. De behandelopties voor het vervangen van verloren gegane elementen in een dentitie nemen sterk toe. Mogelijkheden die zich ontwikkelen zijn ontwerp, behandeltechnieken, maar ook te gebruiken materialen.

### *De etsbrug als behandeloptie*

Een behandelingsmogelijkheid voor het vervangen van gebitselementen, zowel in het front als in de zijdelingse delen, is een adhesiefbrug. Een adhesiefbrug, ook wel etsbrug, is een aantrekkelijk alternatief voor een vaste brug, zeker als slechts één gebitselement vervangen dient te worden. Een adhesiefbrug kent de nodige voordelen. Zo worden de pijlerelementen van deze brug micro-invasief behandeld. Onnodig verlies van gezond tandweefsel wordt voorkomen en de kans op pulpaschade is hierdoor klein. Ook wanneer de pijlers qua asrichting niet parallel ten opzichte van elkaar staan is een adhesiefbrug te vervaardigen.<sup>1</sup> Door het micro-invasief prepareren in de pijlers wordt het parodontium gespaard, omdat kroonranden hier ver vandaan liggen. Een nadeel van de adhesiefbrug ten opzichte van de conventionele brug is echter dat er minder macro mechanische retentie is en daardoor meer afhankelijk is van micro mechanische en chemische hechting. De hechting van het cement aan het werkstuk en aan het element moet sterk genoeg zijn om verschillende krachten op te vangen. Dit geldt voor zowel verticale kauwkrachten als horizontale krachten. Twee pijlers kunnen in de tandkas ten opzichte van elkaar verschuiven.<sup>1</sup> In 1980 achtten vele tandartsen de etsbruggen minder betrouwbaar dan de conventionele bruggen door de hoge percentages van partieel of geheel hechtingsverlies.<sup>20</sup> De failure rate van adhesiefbruggen werd door Creugers en van 't Hof in een meta-analyse van 11 klinische studies van 1598 bruggen geschat op meer dan 25% na 4 jaar.<sup>21</sup> Een groot verschil in vergelijking met een meta-analyse over 4118 conventionele bruggen, uitgevoerd door dezelfde auteurs met een geschatte survival rate van 96% na 5 jaar en 74% na 15 jaar.

### *Het restauratiemateriaal Zirconia*

Zoals eerder vermeld zijn er verschillende materialen toe te passen om een etsbrug van te vervaardigen. Een vrij nieuw materiaal waarvan de etsbruggen gemaakt kunnen worden is keramiek. Er wordt onderscheid gemaakt tussen glaskeramiek en oxidekeramiek. Zirconia (een oxidekeramiek) is zirkonumdioxide en bestaat uit Yttrium tetragonal Zirconia polycrystals (Y-TZP). Dit wordt sinds 1990 toegepast in de tandheelkunde.<sup>2</sup> De fysische eigenschappen en de esthetiek plus de superieure biocompatibiliteit maken dat dit materiaal geschikt wordt geacht voor volledige keramische kronen en partiële voorzieningen.<sup>4</sup> Door een traditionele wax-up techniek of gebruik makend van een digitaal ontwerp voor een voorziening van Zirconia dient dit materiaal altijd digitaal met behulp van de CAD/CAM techniek gefreesd te worden. Zirconia zal in overmaat, namelijk 20-25%, gefreesd worden waarbij het volume in het laatste sinterproces zal afnemen door krimp.<sup>2</sup> De esthetiek van Zirconia is tegenwoordig goed. Deze keramiekvariant kan ingekleurd, maar ook gelayerd worden met een keramische veneer. In vitro en in vivo studies laten hoge fractuursterktes zien en goede resultaten van het gebruik van Zirconia in stress verhogende zones.<sup>2</sup>

### *De hechting aan Zirconia*

De belangrijkste beperking voor het gebruik van Zirconia (een oxidekeramiek) is de onzekerheid omtrent hechting aan dit materiaal. Tot op heden is weinig bekend over de betrouwbaarheid en voorspelbaarheid van een dergelijke hechting.<sup>3</sup> Dit speelt voornamelijk wanneer de retentie van een werkstuk gemaakt van dit materiaal volledig op adhesieve hechting

berust, zoals vaak het geval is bij een etsbrug. Het standaard protocol voor de adhesie aan **etsbaar** glaskeramiek bestaat uit etsen van het glaskeramische oppervlak met waterstoffluoride zuur gevolgd door het toevoegen van een “silane coupling agent”.<sup>3</sup> Polykristallijne glasvrije oxidekeramiek, Zirconia, is echter immuun voor de conventionele etstechniek met waterstoffluoride zuur. In plaats van etsen wordt bij Zirconia “air abrasion”, ook wel zandstralen, vaak toegepast. Hiermee zou zowel microretentie als chemische hechting door middel van silica partikels op het Zirconia oppervlak verkregen kunnen worden. Oppervlakte verruwing en chemische hechting door middel van uiteenlopende primers en/of cementen hebben bijgedragen aan de ontwikkeling van strategieën voor de hechting aan Zirconia.<sup>3</sup> Er zijn verscheidene studies uitgevoerd om het effect van deze genoemde procedures op de hechtsterkte aan Zirconia te meten. Veel studies concluderen dat een betere hechting aan Zirconia verkregen wordt door het toepassen van een combinatie van producten en procedures. Deze combinatie bestaat uit zandstralen door middel van ‘tribochemical silica coating’ of aluminiumoxide, gevolgd door een monomeer en/of silaan bevattende primer alvorens te cementeren met een composiet dan wel glasionomeercement.<sup>3-4-5-6, 8</sup>

Een toe te passen monomeer bevattende primer bij de hechting aan Zirconia met een composiet cement is Z-prime Plus van Bisco. De reden hiervoor is dat Zirconia zuurstof en zirkonium bevat. De fosfon-groep aan Z-prime Plus bevat ook zuurstof. De groep is daarnaast zuur door waterstofionen. Door afscheiding van water ontstaat een verbinding tussen de zuurstof van Zirconia en die van de fosfon-groep. Hierdoor worden zirkoniumatomen en de fosfonatomen in de primer met elkaar verbonden. De zuurstof geeft de binding en de waterstof zorgt ervoor dat de reactie op gang komt. Uiteindelijk verdampt het water door het droogblazen en is dus in het eindresultaat waterstof niet meer aanwezig.<sup>6,7</sup>

#### *De onderzoeksvraag*

Tot op heden zijn er studies beschreven waarbij het verschil in hechtsterkte als gevolg van verschillende voorbehandelingen van Zirconia is onderzocht. Dit zijn echter voornamelijk in vitro onderzoeken. In vivo zullen meerdere variabelen de hechting van Zirconia aan tandweefsel kunnen beïnvloeden, zoals de invloed van speeksel, maar ook de krachtenwerking in de mond. Daarnaast zijn er geen concrete onderbouwde succespercentages bekend over de hechting aan Zirconia etsbruggen in klinische studies. Het vervaardigen van een etsbrug is ook anno 2015 een aantrekkelijke behandelingsmogelijkheid en is Zirconia ook een aantrekkelijk restauratiemateriaal. De onderzoeksvraag luidt: *Hoe toepasbaar is een Zirconia etsbrug wanneer we kijken naar het succespercentage van de hechting hiervan?*

## Materiaal en methode

### *Vraagstelling*

De onderzoeksvraag in deze studie luidt: *Hoe toepasbaar is een Zirconia etsbrug wanneer we kijken naar het succespercentage van de hechting hiervan?*

Deelvragen die hierbij zijn opgesteld: 1) wat is de survival rate van Zirconia etsbruggen na 1 en na 2,5 jaar? en 2) heeft de locatie in de mond en 3) het verschil in preparatievorm hier invloed op?

### *Studieopzet*

In dit onderzoek is er sprake van een patiëntgebonden onderzoek en dit onderzoek is opgezet als een retrospectief cohort onderzoek. De cohort bestaat uit 118 patiënten waarbij in de periode tussen februari 2010 en augustus 2015 een 3-delige Zirconia etsbrug is geplaatst. De patiënten zijn geselecteerd uit de database van tandarts Jan van der Wal, Novadent van firma Complan. De 118 patiënten zijn 14 tot 89 jaar oud, waarvan 63 mannen en 55 vrouwen. De Zirconia etsbruggen zijn vervaardigd door een en dezelfde tandarts, Jan van der Wal, in zijn tandartspraktijk te Hengelo. Alle 3-delige etsbruggen vervangen één afwezig element en bevatten twee pijlers waaraan hechting plaatsvindt. Er zijn geen cantileverbruggen betrokken in dit onderzoek. De bruggen zijn geplaatst in het front of in de zijdelingse delen (zowel boven- als onderkaak).

### *Variabelen en methode*

De Zirconia etsbruggen zijn allen vervaardigd door één tandtechnisch laboratorium door middel van de CAD/CAM techniek. Hierbij wordt de etsbrug digitaal ontworpen en vervolgens gefreesd.

De behandelprocedure is bij elke patiënt op eenzelfde manier uitgevoerd.

Jan van der Wal vervaardigt de etsbruggen in twee sessies:

1. Prepareren en een afdruk maken.
2.
  - a) Passen van het werkstuk
  - b) Indien nodig aanpassen werkstuk of bevestigingsplaats
  - c) Reinigen bevestigingsplaats en werkstuk d.m.v. polijstpasta
  - d) Zandstralen, met aluminiumoxide in een micro-etcher, van het Zirconia werkstuk in een afzuigkastje
  - e) Z-prime Plus (Bisco) aanbrengen en droogblazen buiten de mond
  - f) Bevestigingsplaats van glazuur en/of dentine: etsen, primer van Clearfill en bonding van Kerarray
  - g) Cementeren met Rely-X (3M ESPE)

Er is een aantal variabelen opgesteld: 1) de locatie van de Zirconia etsbruggen in de mond, 2) de locatie binnen de kaak en 3) het verschil in preparatievormen ten behoeve van de vervaardigde Zirconia etsbruggen.

Er is onderscheid gemaakt in bovenkaak versus onderkaak en in het front versus zijdelingse delen. Deze informatie is per etsbrug geheel terug te vinden in de database. De preparatievorm welke vervaardigd is ten behoeve van de geplaatste Zirconia etsbrug staat deels genoteerd in de database. Daarnaast heeft de behandelaar hier de nodige toelichting bij geven.

De preparatievormen zijn in drie subgroepen ingedeeld:

1. Geen preparatie: er is niet geprepareerd in beide pijlers. Een dummy zit ter plaatse van het afwezige element en aan beide zijden hiervan hechten retentievleugels aan de pijlers.



2. Preparatie aan één pijlerelement: er wordt slechts in één pijler geprepareerd. De andere pijler hecht aan een retentievleugel.
3. Beide pijlerelementen geprepareerd: hierbij is in beide elementen welke als pijler dienen geprepareerd.

### *Preparaties*

Preparaties zijn situatieafhankelijk en dus lastig onder te verdelen in groepen. Jan van der Wal heeft de nodige toelichting bij zijn keuze tot prepareren gegeven. De preparatie is afhankelijk van het afwezige element en dus de elementen welke als pijlers zullen dienen in de 3-delige etsbrug. Zie *tabel 1* voor de keuzes tot wel of niet prepareren in pijlers (slechts afhankelijk van afwezige elementen). Echter is de keuze tot prepareren en welke preparatievorm ook afhankelijk van de aan- of afwezigheid van een restauratie in het pijlerelement. De keuze tot prepareren kan dus van de gegevens uit de tabel afwijken.

Afwezige element	Keuze tot prepareren van pijlerelementen	
11 en 21	Geen preparaties in pijlers	
12 en 22	Geen preparaties in pijlers	
13 en 23	2 mesiale pijlers: geen preparaties, Distale pijler: preparatie	n.v.t.: 4-delige etsbrug
14 en 24	Mesiale pijler: geen preparatie, Distale pijler: preparatie	
15 en 25	Preparaties in beide pijlers	
16 en 26	Preparaties in beide pijlers	
17 en 27	Preparaties in beide pijlers (indien 8 aanwezig)	
31 en 41	Geen preparaties in pijlers	
32 en 42	Mesiale pijler: geen preparatie, Distale pijler: preparatie	
33 en 43	2/3 distale pijlers met preparaties	n.v.t.: 3/4 delige cantilever etsbrug
34 en 44	Preparaties in beide pijlers	
35 en 45	Preparaties in beide pijlers	
36 en 46	Preparaties in beide pijlers	
37 en 47	Preparaties in beide pijlers (indien 8 aanwezig)	

**Tabel 1 Afwezige elementen met bijbehorende preparaties van pijlers.**

### *Resultaten*

Een en dezelfde beoordelaar, Eefke Nijssen, heeft het dossier van de 118 patiënten met betrekking tot deze etsbruggen bekeken. Uit de database, Novadent, is het volgende genoteerd:

- De datum van plaatsing van de etsbrug
- Datum van observatie. Dit is de datum waarop de patiënt voor het laatst gezien is of de datum waarop de etsbrug is losgelaten dan wel vervangen.
- Locatie van de Zirconia etsbrug
- Preparatievorm (Indien nodig in overleg met Jan van der Wal)
- Behandelingen aan de etsbrug waarbij de volgende twee criteria tot een resultaat leiden:
  1. Géén hechtingsverlies
  2. Hechtingsverlies

De opgestelde criteria zijn in een periode van 0 tot 63 maanden na het cementeren van de Zirconia etsbrug beoordeeld. Uit de resultaten is de survival rate van Zirconia etsbruggen in de cohort berekend. Vervolgens werd beoordeeld of de verschillende variabelen binnen de cohort van invloed kunnen zijn op de vastgestelde criteria.

### *Verwerking van resultaten*

De verkregen resultaten zijn verwerkt in tabellen. *Zie bijlage 1*. Voor elk deelnemende patiënt is aangegeven welke variabelen van toepassing zijn en vervolgens per criteria genoteerd of hier wel dan niet sprake van is.

Uit de resultaten is een survival rate berekend. Een Zirconia etsbrug valt onder 'survival' wanneer er géén hechtingsverlies is opgetreden. Etsbruggen waarbij wél hechtingsverlies is opgetreden vallen onder 'failure'. Zirconia etsbruggen die verloren zijn gegaan door defecten zoals breuk, vallen niet onder failure. Deze etsbruggen vallen onder survival. De datum van observatie is het moment waarop de etsbrug verloren is gegaan.

Vervolgens is een Kaplan-Meier analyse en een Cox-regressie analyse uitgevoerd om de cumulatieve survival rate ten opzichte van de tijd vast te stellen. Een cumulatieve survival curve geeft dit weer in een grafiek.

In de eerste grafiek is de totale cumulatieve survival rate van alle 118 patiënten weergegeven ten opzichte van de tijd in maanden. In de 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> grafiek worden de patiënten onderverdeeld in de variabelen: locatie en preparatievorm.

Door middel van een Cox-regressie analyse is beoordeeld hoe de variabelen locatie en preparatievorm effect hebben op het risico van hechtingsverlies bij de Zirconia etsbruggen. Deze analyse berekent of de variabelen een significant verschil geven in het risico op 'failure' binnen de cohort.

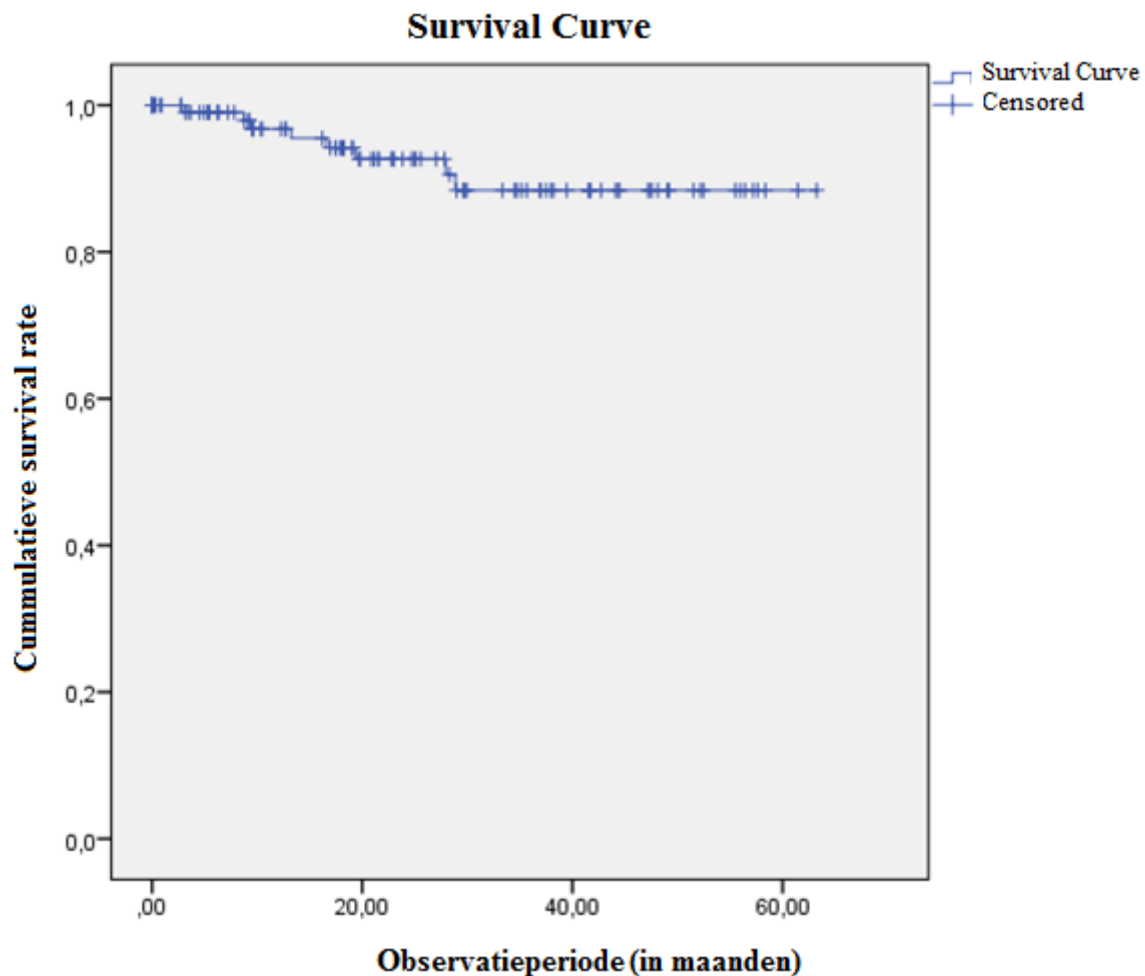
## Resultaten

### *Kaplan-Meier survival analyse*

Na 12 maanden is bij 96,8% (standaarddeviatie 0,018) van de Zirconia etsbruggen geen hechtingsverlies opgetreden. Deze etsbruggen worden als 'survival' beschouwd.

Na 2,5 jaar is de cumulatieve survival rate nog 88,4% (standaarddeviatie 0,041). De Zirconia etsbruggen zijn van 0 tot 63,3 maanden geobserveerd. Er zijn 36 Zirconia etsbruggen langer dan 2,5 jaar geobserveerd. De laatste 34 maanden heeft er geen hechtingsverlies bij de Zirconia etsbruggen plaatsgevonden en is de cumulatieve survival rate gelijk gebleven.

Grafiek 1 toont de cumulatieve survival rate uitgezet tegenover de observatieperiode van de etsbruggen.



Grafiek 1: Kaplan-Meier survival curve

Van de 118 Zirconia etsbruggen zijn er 39 etsbruggen minder dan 12 maanden geobserveerd. Er zijn 8 Zirconia etsbruggen als 'failure' beoordeeld, waarbij het moment van hechtingsverlies tussen de 0 en 28,87 maanden lag. Er zijn drie Zirconia etsbruggen als 'failure' beoordeeld, waarbij binnen 1 jaar hechtingsverlies is opgetreden. Zie tabel 2 voor meer informatie over de Zirconia etsbruggen, waarbij hechtingsverlies is opgetreden.

<b>Failures</b>					
Datum Plaatsen	Datum Observatie	Kaak	Element	Preparatie vorm	Observatieperiode (in maanden)
22.05.13	26.08.13	Onderkaak	Zijdelingse delen	3	3,16
19.03.14	10.12.14	Onderkaak	Zijdelingse delen	3	8,75
31.01.14	12.11.14	Onderkaak	Zijdelingse delen	3	9,37
04.03.11	10.04.12	Bovenkaak	Front	1	13,25
28.11.11	17.04.13	Bovenkaak	Front	1	16,64
29.11.12	11.07.14	Onderkaak	Zijdelingse delen	3	19,36
06.11.12	06.03.15	Onderkaak	Zijdelingse delen	3	27,95
14.01.13	11.06.15	Onderkaak	Zijdelingse delen	3	28,87

**Tabel 2 Informatie 'failures'**

De gemiddelde tijd dat een Zirconia etsbrug in dit onderzoek 'overleeft' en dus nog gehecht, na het toepassen van Z-prime Plus (Bisco) in de hechtprocedure, is 58,0 maanden met een standaarddeviatie van 1,8 maanden. *Zie figuur 1.*

Gemiddelde			
Schatting	Standaard deviatie	95% Betrouwbaarheids interval	
		Ondergrens	Bovengrens
58,043	1,755	54,603	61,483

**Figuur 1 Gemiddeld aantal maanden 'survival'**

### *Cox-regressie analyse*

Een Cox-regressie is uitgevoerd om te beoordelen of de betrokken variabelen invloed hebben op de cumulatieve survival rate. In dit onderzoek zijn drie variabelen opgesteld, namelijk: de locatie in de mond, de locatie binnen de kaak en verschillende preparatievormen.

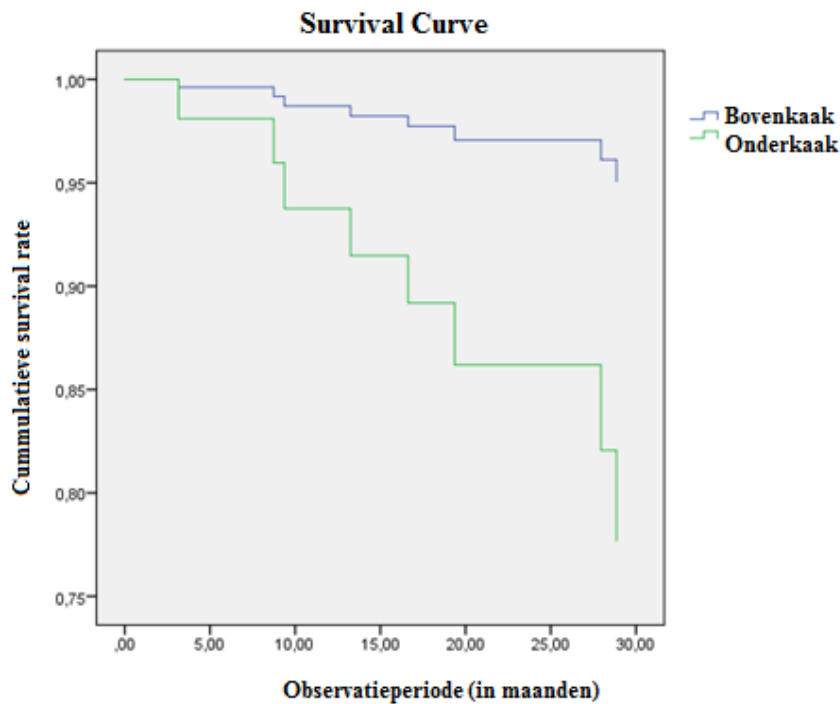
Er is een significant verschil tussen de cumulatieve survival rate van Zirconia etsbruggen in de bovenkaak vergeleken met Zirconia etsbruggen in de onderkaak. Er zijn 73 etsbruggen in de bovenkaak en 45 etsbruggen in de onderkaak geobserveerd. Van de 8 failures in deze observatieperiode zijn er 6 etsbruggen in de onderkaak geplaatst. Uit de Cox-regressie analyse blijkt dat het risico op hechtingsverlies bij een Zirconia etsbrug in de onderkaak 5 keer zo groot is als bij een Zirconia etsbrug in de bovenkaak.

Er zijn 27 etsbruggen in het front vervaardigd en 91 etsbruggen in de zijdelingse delen. De locatie binnen de kaak zorgt niet voor een significant verschil van het risico op hechtingsverlies. Van de 118 vervaardigde etsbruggen is bij 25 etsbruggen niet geprepareerd, bij 18 etsbruggen is slechts één pijlerelement geprepareerd en bij 75 etsbruggen zijn beide pijlerelementen geprepareerd. Er is geen significant verschil waar te nemen van het risico op hechtingsverlies bij preparatievorm 1 versus preparatievorm 3. Bij de etsbruggen met preparatievorm 2, preparatie aan één pijler, is geen hechtingsverlies opgetreden. In dit onderzoek is echter slechts bij 18 etsbruggen aan één pijler geprepareerd. Dit is een te kleine steekproef om uitspraak te doen over het risicoverschil van hechtingsverlies bij deze preparatievorm.

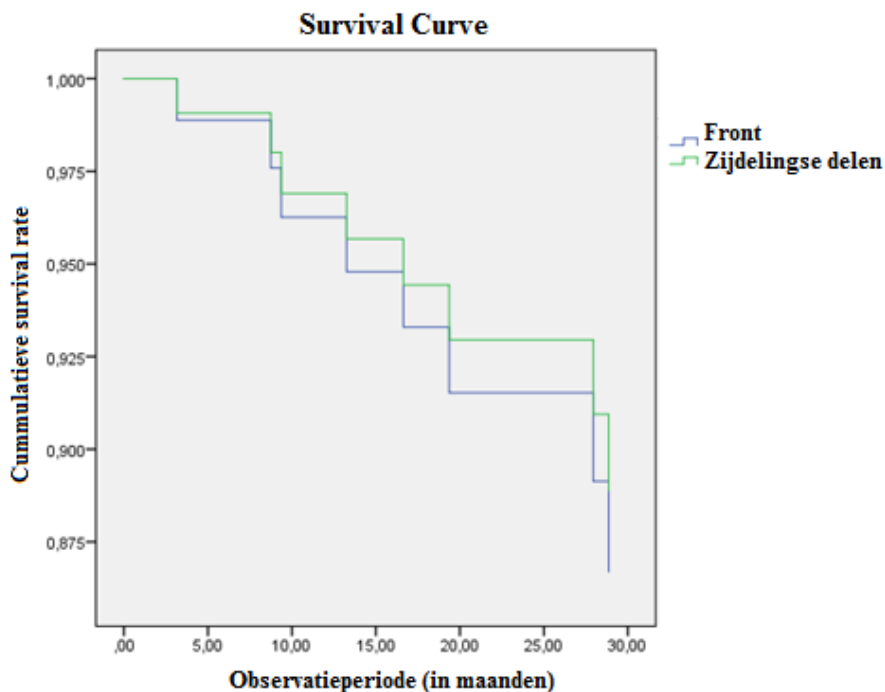
*Grafiek 2* toont het verschil in het verloop van de cumulatieve survival rate voor bovenkaak versus onderkaak.

Grafiek 3 toont het verschil in het verloop van de cumulatieve survival rate voor front versus zijdelingse delen.

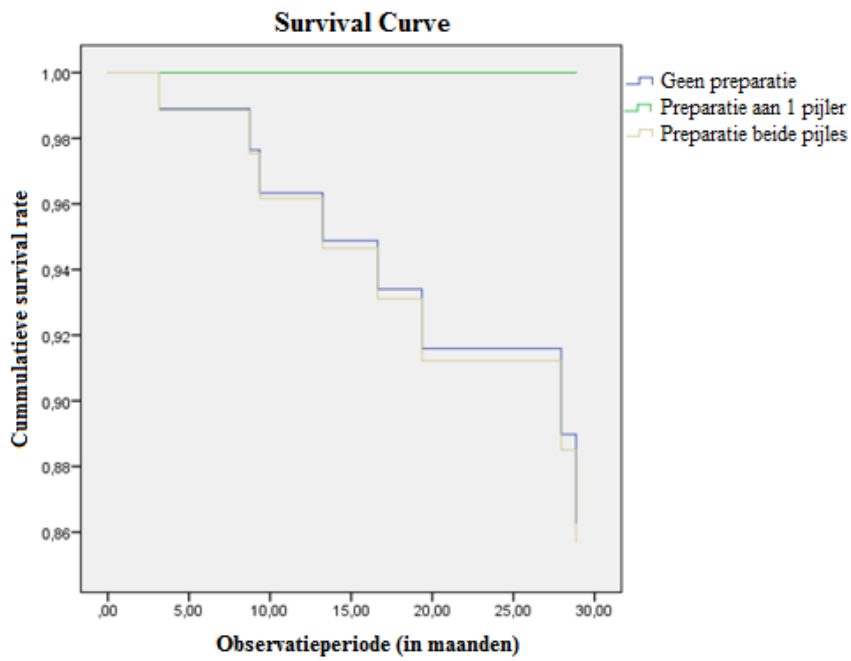
Grafiek 4 toont het verschil in het verloop van de cumulatieve survival rate voor geen preparatie versus preparatie aan één pijler versus beide pijlers geprepareerd.



Grafiek 2: Kaplan-Meier survival curve - Locatie in de mond



Grafiek 3 Kaplan-Meier survivalcurve – locatie binnen de kaak



Grafiek 4 Kaplan-Meier survivalcurve – verschil in preparatievormen

## Discussie

Deze studie onderzoekt het succes van hechting aan Zirconia etsbruggen na 2,5 jaar bij het toepassen van Z-prime Plus (Bisco). Er is een sterke ontwikkeling gaande met betrekking tot adhesie technieken aan deze keramiek, toch blijft het hechten aan silicavrije oxidekeramieken een uitdaging in de tandheelkunde.<sup>8</sup>

### ***Beperkingen van het onderzoek***

Deze studie is opgezet als een retrospectief cohort onderzoek. Er is gebruik gemaakt van reeds bestaande gegevens. De cohort is samengesteld uit een tandartsdossier op basis van een gebeurtenis in het verleden: het plaatsen van een driedelige Zirconia etsbrug met Z-prime Plus (Bisco). Variabelen die hierbij zijn vastgesteld zijn de locatie in de mond en de verschillende preparatievormen die zijn toegepast door de behandelaar. Aangezien de resultaten van dit onderzoek uit een bestaand dossier zijn verkregen, kan er niet meer onderzocht worden dan hetgeen er in de database geregistreerd is. In een retrospectief cohort onderzoek kan er sprake zijn van selectiebias, informatiebias en confounding.<sup>9</sup>

Een selectiebias in dit onderzoek is zeer onwaarschijnlijk. “Er kan sprake zijn van een selectiebias wanneer het wel dan niet deelnemen aan een cohort gerelateerd is aan de kans op de uitkomst”.<sup>9</sup> In dit onderzoek werden alle patiënten met een driedelige etsbrug van Zirconia geïnccludeerd en de uitkomst heeft de selectie van de cohort niet beïnvloedt.

“Wanneer metingen niet bij alle deelnemers op dezelfde wijze worden uitgevoerd kan er sprake zijn van informatiebias”.<sup>9</sup> In het dossier is bij iedere patiënt bekeken of de Zirconia etsbrug wel dan niet is losgekomen. De beoordelaar kan dus slechts de geregistreerde failures ‘meten’ en beoordeelt de andere patiënten op succes. Enige twijfel bestaat hierbij over de validiteit van deze uitkomsten.

In de analyse van dit onderzoek kan sprake zijn van confounding. Zoals beschreven heeft de beoordelaar slechts geregistreerde informatie over de situatie van de geplaatste etsbrug uit het dossier betrokken. Verdere informatie over de deelnemende patiënten is niet bekend. Er is niet gekeken naar de leeftijd van een deelnemer, aanwezigheid van parafunctionaliteiten of een malocclusie. Dit zijn factoren welke de uitkomst kunnen beïnvloeden (confounding).<sup>20</sup>

Alle Zirconia etsbruggen zijn vervaardigd door één behandelaar. De data van plaatsen van de Zirconia etsbruggen lopen erg uiteen. De learning curve van de behandelaar kan van invloed zijn geweest op de uitkomsten. De behandelaar heeft een standaard protocol vastgesteld voor de hechtprocedure van de Zirconia etsbruggen. Hij is hier niet van afgeweken binnen de toegepaste observatietijd. De behandelaar heeft zijn werk bij failures bekritiseerd en aangepast. Hierdoor zijn de keuze tot preparatievormen in de loop der jaren wel veranderd. Uit de resultaten is echter geen correlatie waar te nemen tussen het risico op hechtingsverlies en het jaar van plaatsen.

Van de 8 failures zijn er 3 failures waargenomen binnen een jaar na plaatsen. Eén van deze failures is een early failure. Het afwijken van de hechtprocedure kan hiervan de oorzaak zijn.

### ***Klinische overwegingen***

#### ***Indicaties***

De indicaties voor een (adhesieve) etsbrug zijn gelijk aan deze voor conventionele bruggen, namelijk: de vervanging van 2 elementen in het front of 1 element in de zijdelingse delen.<sup>20</sup> In dit onderzoek zijn driedelige etsbruggen ter vervanging van 1 element geïnccludeerd. Een valide reden om een etsbrug te indiceren. “Pijlerelementen moeten vrij zijn van cariës en mogen geen grote restauraties bevatten”.<sup>20</sup> In dit onderzoek zijn ook pijlerelementen betrokken waarin eerder wel grote restauraties zijn vervaardigd. Wel zijn deze restauraties, zoals ook aanbevolen

in de literatuur, betrokken in de preparatie.<sup>20</sup> Dit verhoogt de stabiliteit en retentie van de etsbrug.

#### *Locatie in de mond*

Er is significant meer hechtingsverlies in dit onderzoek bij etsbruggen in de onderkaak dan in de bovenkaak. Het risico op hechtingsverlies bij een Zirconia etsbrug in de onderkaak is 5 keer zo groot als in de bovenkaak. De locatie in de mond draagt zijn eigen kenmerken. De bovenkaak en onderkaak verschillen in kroonlengtes en occlusale krachtenwerking.<sup>16</sup> De preparatievorm wordt aangepast naar zijn locatie. Zo is de lege ruimte welke door een dummy moet worden opgevuld in de onderkaak vaak groter.<sup>17</sup> De verhouding tussen het hechtoppervlak en de etsbrug verandert. Dit kan invloed hebben op het succes van de hechting. Ook kan een hoger risico op hechtingsverlies in de onderkaak verklaard worden door occlusale belasting. Een adhesief gehechte brug in de onderkaak ondergaat linguaal meer trek- en drukkrachten in vergelijking tot de occluderende brug in de bovenkaak.<sup>20</sup> Daarnaast is het werkveld in de mandibula lastiger droog te leggen.<sup>16</sup> Er is hier **geen** gebruik gemaakt van rubberdam, maar van wattenrollen. De meningen over het gebruik van rubberdam zijn binnen behandelaars verdeeld. Behandelaars vinden het over het algemeen veel tijd kosten en efficiëntie wordt niet direct waargenomen.<sup>18</sup> Uit bestaande literatuur blijkt echter dat rubberdam zorgt voor een droger werkveld en een betere hechting van composiet(cementen).<sup>16,17,19</sup>

Gezien de occlusale belasting is de kans op failure groter voor etsbruggen in zijdelingse delen dan in anterieur gebied.<sup>23</sup> Ondanks de grote groep van 91 etsbruggen geplaatst in de zijdelingse delen tegenover de 27 etsbruggen in het front treedt er geen significant verschil op wat betreft het risico op hechtingsverlies. In de literatuur is echter geen eenduidige conclusie getrokken over een causaal verband tussen locatie in de mond en de hechting van indirecte restauraties.<sup>14,15</sup> Parafuncties van patiënten zijn een sterke contra-indicatie voor het vervaardigen van een etsbrug.<sup>20</sup> In dit onderzoek is geen informatie over parafuncties van de deelnemende patiënten meegenomen. Er kan hierbij geen conclusie worden getrokken over de invloed van deze variabele op de resultaten.

#### *Preparatievormen*

Preparatievormen zijn zoals op pagina 9 beschreven moeilijk meetbaar te maken. De verschillende preparatievormen zijn hier ingedeeld in drie subgroepen. Uit bestaand onderzoek blijkt dat het prepareren van pijlerelementen tot minder hechtingsverlies leidt.<sup>24</sup> De subgroepen verschillen van elkaar in het aantal geprepareerde elementen voor een etsbrug. De behandelaar heeft ook etsbruggen geplaatst zonder enige vorm van preparatie, namelijk subgroep 1. In dit onderzoek is geen significant verschil van het risico op hechtingsverlies waar te nemen tussen wel of niet prepareren van pijlerelementen.

#### *Het vervangen van een element in het front*

Bij het vervangen van een element in het front zijn de Zirconia etsbruggen grotendeels gehecht aan niet geprepareerde pijlerelementen. Vergelijkbaar met al reeds bestaand onderzoek, moeten de klinische kronen voldoende lang zijn om een acceptabel hechtoppervlak aan retentievleugels te waarborgen.<sup>10,11</sup> Er is gestreefd naar een dikte van 0.5 mm van deze Zirconia retentievleugels. In bestaande onderzoeken varieert deze dikte van 0.2 tot 0.6 mm.<sup>12,13</sup> Patiënten waarbij het hechtoppervlak klein is, door wellicht slijtage in het front, is wel een preparatie vervaardigd. De preparatievorm van een pijlerelement in het front is afhankelijk van de dikte van de tand, zijn linguale en proximale morfologie, maar ook de occlusie vrije ruimte. Deze criteria hebben een rol gespeeld bij de keuze tot een preparatievorm. Indien mogelijk en in overeenstemming met de literatuur zijn verticale evenwijdige groeven geprepareerd<sup>20</sup>



### *Het vervangen van een element in de zijdelingse delen*

Een etsbrug die in dit onderzoek dient om een element in de zijdelingse delen te vervangen is gehecht aan twee geprepareerde pijlerelementen. Elementen in posterieur gebied hebben een groot volume en zo een goede mogelijkheid tot een groot hechtoppervlak.<sup>20</sup> De vorm van de preparaties zijn sterk afhankelijk van de al aanwezige restauraties in de elementen. De restauraties zijn betrokken bij de brugpreparatie. Zoals geadviseerd in de literatuur zijn in de posterieure pijlerelementen verticale groeven geprepareerd.<sup>20</sup> In de posterieure regio zijn de occlusale krachten op de etsbruggen groter dan in de anterieure regio. Het is essentieel om hierbij te prepareren en voldoende dikte van het materiaal, Zirconia, te waarborgen. Daar waar de buigkrachten sterk zijn, occlusaal en de overgang naar approximaal, is gestreefd naar een dikte van 1.3 mm Zirconia. In bestaande onderzoeken varieert deze dikte van 1 tot 1.2 mm.<sup>12,13</sup> Er is voor de retentievleugels in de zijdelingse delen naar eenzelfde dikte gestreefd als in anterieure regio, namelijk 0.5 mm.

### **Technische overwegingen**

Er zijn verscheidene studies uitgevoerd om het effect van verschillende procedures op de hechtsterkte aan Zirconia te meten. Literatuuronderzoek maakt onderscheid in procedures met betrekking tot de voorbehandeling van Zirconia. Zirconia kan mechanisch dan wel chemisch worden behandeld. Een mechanische voorbehandeling van Zirconia bestaat uit zandstralen met Aluminiumoxide. Zandstralen met ‘tribochemical silica coating’ zorgt voor zowel microretentie als chemische hechting. Vervolgens kan een primer worden aangebracht. Deze primer kan silaan en/of 10-methacryloyloxydecyl dihydrogenfosfaat (MDP) bevatten. Zirconia wordt met composiet-, maar ook glasionomeercementen gecementeerd.<sup>3</sup> Aan zowel deze primers als aan cementen is er een ruim aanbod in de dentale markt. De bestaande studies concluderen/beschrijven erg uiteenlopende criteria voor een optimale hechting aan zirconia.<sup>3, 4, 5, 8</sup>. Dit staat weergegeven in tabel 3.

<b>Artikel</b>	<b>Conclusie over een betere hechting aan Zirconia</b>
Yoo-Jin Shin et al <sup>3</sup>	Zandstralen met aluminiumoxide + Primer met MDP, zonder silaan (Z-prime Plus (Bisco)) + geen verschil in cementen
Inokoshi et al <sup>4</sup>	Zandstralen met tribochemical silica + primer met MDP (onduidelijk of deze primers ook silaan bevatten) + cement met MDP
M. Inokoshi et al <sup>5</sup>	Zandstralen met tribochemical silica + primer met silaan en MDP + composietcement zonder MDP
M. Özcan et al <sup>8</sup>	Zandstralen met tribochemical silica + cement met MDP

**Tabel 3 Conclusie van literatuur onderzoek naar de hechting aan Zirconia**

Zandstralen met ‘tribochemical silica coating’ zorgt voor silica partikels op het Zirconia oppervlak. Silaan in primers zoals Clearfil Ceramic Primer en monobond plus zal hieraan chemisch kunnen hechten.<sup>7</sup> 10-methacryloyloxydecyl dihydrogenfosfaat in primers of cementen zorgt voor een andere reactie. Er kan een reactie plaatsvinden tussen de monomeer (MDP) en Zirconia. Zirconia bevat zuurstof en zirkonium. De fosfon-groep aan Z-prime bevat ook zuurstof. De groep is daarnaast zuur door waterstofionen. Door afscheiding van water ontstaat er een verbinding tussen de zuurstof van Zirconia en die van de fosfon-groep. Hierdoor worden zirkoniumatomen en de fosfonatomen in de primer met elkaar verbonden. De zuurstof geeft de binding en de waterstof zorgt ervoor dat de reactie op gang komt. Uiteindelijk verdampt het water door het droogblazen en is in het eindresultaat geen waterstof meer aanwezig.<sup>6,7</sup> Uit de bestaande literatuur kan niet worden afgeleid of de reactie tussen de silica coating en silaan óf de reactie tussen het monomeer en Zirconia voor een betere hechting zorgt.<sup>3, 4, 5, 8</sup>

Vervolgonderzoek zal gericht moeten zijn op de chemische samenstelling en de interactie hiertussen.

De behandelaar heeft bij het plaatsen van de etsbruggen een vast protocol gevolgd. Alvorens het werkstuk te cementeren, wordt het Zirconia oppervlak gezandstraald met aluminiumoxide. Hij heeft de primer Z-prime Plus (Bisco) aangebracht en kort droog geblazen. Z-prime Plus (Bisco) bevat MDP, geen silaan.<sup>7</sup> De Zirconia etsbruggen zijn hier gecementeerd met Rely X (3M ESPE). Dit is een composietcement welke geen MDP bevat. In bestaande literatuur ontbreekt een conclusie over het effect van zandstralen met aluminiumoxide in combinatie met een MDP én silaan of juist alléén silaan bevattende primer. Het is onduidelijk of het toepassen van een andere primer verschil had kunnen maken in het succespercentage van deze etsbruggen.

Naast de verschillende primers is er een groot aanbod aan cementen. In deze studie wordt gecementeerd met een composietcement, namelijk: Rely-X (3M Espe). Er zijn vele studies verschenen over verschillende cementsoorten en hun hechtsterkten. Resultaten lopen zeer uiteen. Na de voorbehandeling van zandstralen en het aanbrengen van een primer kan het best gecementeerd worden met een composietcement.<sup>3,4,6</sup> Volgens het onderzoek van Inokoshi et al. (2014) maakt de keuze voor een bepaalde cementsoort geen significant verschil wat betreft de hechtsterkte aan Zirconia.<sup>5</sup> Wanneer geen MDP bevattende primer wordt toegepast, heeft een MDP bevattend cement een betere hechting aan Zirconia dan andere cementen.<sup>8</sup> De in dit onderzoek toegepaste cementsoort zorgt naar aanleiding van bestaande literatuur binnen deze hechtprocedure tot een optimale hechting.

Een voorstel voor een onderzoeksopzet in de toekomst zou zijn om de verschillende vormen van voorbehandeling met elkaar te vergelijken in één onderzoek. Namelijk zandstralen met aluminiumoxide versus ‘tribochemical silica coating’, primers met MDP en/of silaan en uiteindelijk de toepassing van verschillende soorten cement. Bestaande literatuur is voornamelijk gebaseerd op in vitro studies. Om conclusies te kunnen trekken over het effect van verschillende combinatie van producten en procedures op de hechting aan Zirconia zal meer onderzoek in vivo moeten worden uitgevoerd.

#### *Hechtungsverlies, de ‘failures’*

Een etsbrug werd als ‘failure’ beoordeeld wanneer hieraan hechtungsverlies is opgetreden. Dit onderzoek is gericht op hechting aan Zirconia. Bij het loslaten van een etsbrug kan de hechting op verschillende plaatsen verloren zijn gegaan. Er vindt een hechting plaats van het composietcement aan het tandoppervlak en van het composietcement aan Zirconia. De hechtsterkte van een composietcement aan tandweefsel varieert van 15 tot 20 MPa.<sup>20</sup> Omgerekend is dus een kracht van ongeveer 750 tot 1000 Newton nodig om de hechting van het composietcement aan een tandoppervlak van 0,5 cm<sup>2</sup> te verliezen. Bij het normaal functioneren van een gebit wordt een kracht van ongeveer 30 – 610 Newton uitgeoefend. De maximale bijtkracht kan oplopen tot 850 Newton.<sup>25</sup> Afhankelijk van de bijtkracht en de omvang van het hechtoppervlak is er kans op hechtungsverlies tussen het tandweefsel en het composietcement. Het is dus onduidelijk of daadwerkelijk hechtungsverlies aan Zirconia heeft plaatsgevonden in dit onderzoek. Verder onderzoek met een bredere documentatie over de wijze van hechtungsverlies is dan ook noodzakelijk om hierover meer inzicht te verkrijgen.

#### *Toepasbaarheid van Zirconia bij etsbruggen*

In 1980 achtten vele tandartsen de etsbruggen minder betrouwbaar dan de conventionele bruggen door de hoge percentages van partieel of geheel hechtungsverlies. Het succespercentage gericht op hechting van metaal etsbruggen was na 10 jaar gemiddeld 95,2%. Hiermee wordt de

adhesiefbrug van metaal gezien als een permanente restauratie ter vervanging van een ontbrekend element.<sup>20</sup> De onderzoeksvraag in deze studie luidt: *Hoe toepasbaar is een Zirconia etsbrug wanneer we kijken naar het succespercentage van de hechting hiervan?*

Uit dit onderzoek komt het succespercentage van Zirconia etsbruggen op 96,8% na 1 jaar en 88,4% na 2,5 jaar. Het succespercentage zal na 10 jaar dus lager liggen dan die van metaal etsbruggen. Onderzoek op langere termijn is van belang om een finale conclusie te kunnen trekken over de toepasbaarheid en voornamelijk de permanentie van Zirconia etsbruggen.

## Conclusie

Binnen de beperkingen van dit onderzoek kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De cumulatieve survival rate, gericht op hechting, van de Zirconia etsbruggen is na 12 maanden 96,8% met een standaarddeviatie van 0.018.
- De cumulatieve survival rate, gericht op hechting, van de Zirconia etsbruggen is na 2,5 jaar 88,4% met een standaarddeviatie van 0.041.
- De gemiddelde tijd dat een Zirconia etsbrug in dit onderzoek ‘overleeft’ en dus nog gehecht is 58,0 maanden met een standaarddeviatie van 1,8 maanden.
- Bij gebruik van Zirconia etsbruggen in de onderkaak bestaat een groter risico op hechtingsverlies dan in de bovenkaak. Het risico op hechtingsverlies bij een Zirconia etsbrug in de onderkaak is 5 keer zo groot als een Zirconia etsbrug in de bovenkaak.
- De bestudeerde data geven geen blijk van een verschil in risico op hechtingsverlies bij plaatsing in de zijdelingse delen versus plaatsing in het front.
- De keuze voor een preparatievorm is casusafhankelijk. Bij een weloverwogen keuze voor een preparatievorm is geen sprake van een significant verschil in onthechtingsrisico tussen geprepareerde en niet-geprepareerde pijlerelementen. Nader onderzoek is aanbevolen om de invloed van de keuze voor een preparatievorm op de overlevingskans van Zirconia etsbruggen te kunnen beoordelen.
- De invloed van hechtprocedures aan Zirconia zal uitgebreider onderzocht moeten worden. Met dit onderzoek is niet aan te tonen of de hier toegepaste combinatie van producten en procedures de beste is om Zirconia etsbruggen duurzaam te hechten aan cement. Een vergelijkend onderzoek naar verschillende procedures, hechtmiddelen en de chemische samenstelling van deze producten is nodig.
- Zirconia etsbruggen blijken na één jaar de overlevingstijd van metaal etsbruggen te benaderen. Na 2,5 jaar is de overlevingstijd van Zirconia etsbruggen echter korter dan van metaal etsbruggen. Aanvullend onderzoek naar de overlevingstijd op een langere termijn dan 2,5 jaar is dan ook noodzakelijk. Pas daarna kan een conclusie getrokken worden over de toepasbaarheid van Zirconia als alternatief voor etsbruggen van metaal.

*Hoe toepasbaar is een Zirconia etsbrug wanneer we kijken naar het succespercentage van de hechting hiervan?*

Kortom aanvullend onderzoek dient in eerste instantie te zijn gericht op de overlevingstijd op langere termijn, de invloed van preparatievormen, de impact van toegepaste hechtprocedures en de chemische samenstelling van producten. Pas daarna kan een finale conclusie getrokken worden over de toepasbaarheid van Zirconia, gezien de hechting aan dit materiaal, voor het vervaardigen van etsbruggen.

## Referenties

1. Cune M.S., Meijer G.J. Implantologie in partieel dentate situaties. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2003. p. 303
2. Pilathadka S., Vahalová D., Vosáhlo T. The Zirconia: a new dental ceramic material. An overview. Prague medical Report 2007; 108-1: 5-12
3. Yoo-Jin S. et al. Evaluation of the shear bond strength of resin cement to Y-TZP ceramic after different surface treatments. Scanning 2014; 36: 479-486
4. Inokoshi M. et al. Meta-analysis of bonding effectiveness to zirconia ceramics. Journal of dental research 2014; 1-6
5. Inokoshi M. et al. Bonding effectiveness to different chemically pre-treated dental zirconia. Clin Oral Invest 2014; 18: 1803-1812
6. Perdigo J., Fernandes S.D., Pinto A.M. & Oliveira F.A. Effect of artificial aging and surface treatment on bond strength to dental Zirconia. Operative Dentistry 2013; 28-2: 168-176
7. Brown D. Bisco: creating solutions to clinical challenges. Bisdent Globe 2010; XIV: 1-4
8. Özcan M., Bernasconi M. Adhesion to zirconia used for dental restorations: a systematic review and meta-analysis. J Adhes Dent 2015; 17: 7-26
9. Aufdemkampe G., Berg J., Windt D. Hoe vind ik het?. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum; 2007
10. Stylianou A., Liu P., O'Neal S., Essig M. Restoring Congenitally Missing Maxillary Lateral Incisors Using Zirconia-Based Resin Bonded Prostheses. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2015; 11
11. Daouahi N., Hadyaoui D., Harzallah H., Cherif M. Zirconia Based Resin Bonded Fixed Partial Denture: Future Outlook. IOSRJDMS. 2014; 13(12): 78-81
12. Chaar M., Kern M. Five-year clinical outcome of posterior zirconia ceramic inlay-retained FDPs with a modified design. Journal of Dentistry. 2015; 43(12): 1411-1415
13. Wolfart S., Kern M. A new design for all-ceramic inlay-retained fixed partial dentures: a report of 2 cases. Quintessence Int. 2006; 37(1): 27-33

14. Rashid S., Abidi Y.A., Hosein T. Success rate of resin bonded restorative dentistry bridges. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2003; 13(12): 684-7
15. Dündar M., Ozcan M., Cömlekoğlu M.E., Güngör M.A. A preliminary report on short-term clinical outcomes of three-unit resin-bonded fixed prostheses using two adhesive cements and surface conditioning combinations. *Int J Prosthodont*. 2010; 23(4): 353-60
16. Kanter R. de, Creugers N., Verzijden C., Hof M. van 't. A Five-year Multi-practice Clinical Study on Posterior Resin-bonded Bridges. *Journal of Dental Research*. 1998; 77(4): 609-614
17. Creugers N.H., Kanter R.J. de, Verzijden C.W., Hof M.A. van 't. Risk factors and multiple failures in posterior resin-bonded bridges in a 5-year multi-practice clinical trial. *J Dent*. 1998; 26(5-6): 397-402
18. Small B.W. Rubber dam--the easy way. *Gen Dent*. 1999; 47(1): 30-3
19. Mahn E., Rousson V., Heintze S. Meta-Analysis of the Influence of Bonding Parameters on the Clinical Outcome of Tooth-colored Cervical Restorations. *J Adhes Dent*. 2015; 17(5): 391-403
20. Degrange M., Roulet J.F. *Minimally Invasive Restorations With Bonding*. Leipzig: Quintessence; 1997. p. 283
21. Creugers N.H.J., Hof M.A. van 't. A meta-analysis of clinical studies on resin-bonded bridges. *J Dent Res* 1991; 70: 146-149
22. Creugers N.H.J., Käyser A.F., Hof M.A. van 't. A meta-analysis of durability data on conventional fixed bridges. *Community Dent Oral Epidemiol* 1994; 22: 448-452
23. Creugers N.H.J., Snoek P.A., Hof M.A. van 't, Kayser A.F. Clinical performance of resin bonded bridges: A 5-year prospective study. Part II. The influence of patient-dependent variables. *J Oral Rehabil* 1989; 16: 521-527
24. Rammelsberg P., Pospiech P., Gemet W. Clinical factors affecting adhesive fixed partial dentures: A 6 year study. *J Prosthet Dent* 1993; 70: 300-307
25. Baat C. de, Witter D.J., Maarel-Wierink C.D. van der & Creugers N.H.J. Het krachtenspel van kronen en bruggen in het oclusiesysteem, mede in relatie tot het orofaciale systeem. *Nederlands Tijdschrift voor Tandheelkunde* 2013; 120, 94-101

## **Bijlagen**

Bijlage 1: Resultaten uit de database

Datum van plaatsen	Datum van observatie	Observatieperiode (in maanden)	Kaak 0 = BK 1 = OK	Element 0 = front 1 = Zijdelings	Preparatievorm 1 = Géén prep. 2 = Één prep. 3 = Beide pijlers prep.	Status 0 = survival 1 = failure
06.03.12	26.08.15	41,69	0	0	1	0
06.03.12	21.08.15	41,52	0	1	2	0
14.03.12	01.09.15	41,62	1	1	3	0
23.03.12	29.05.15	38,20	1	1	3	0
05.12.13	12.06.15	18,21	1	1	3	0
01.06.12	22.05.15	35,67	1	1	3	0
21.06.12	28.06.12	,23	1	1	3	2
03.07.12	17.08.15	37,48	0	1	2	0
24.09.12	17.08.15	34,75	0	0	1	0
22.10.12	14.04.15	29,72	0	1	2	0
06.11.12	06.03.15	27,95	1	1	3	1
19.11.12	20.05.15	29,98	1	0	1	0
28.11.12	24.03.15	27,81	0	1	3	0
29.11.12	29.04.15	28,96	1	1	3	0
04.02.15	29.04.15	2,76	0	0	1	0
10.12.12	20.04.15	28,31	1	0	1	0
21.12.12	11.06.15	29,65	0	1	2	0
21.12.12	11.06.15	29,65	0	1	3	0
14.01.13	11.06.15	28,87	1	1	3	1
24.01.13	09.12.13	10,49	0	1	2	0
27.02.13	28.01.15	23,01	0	1	3	0
06.03.13	08.04.15	25,08	1	1	3	0
04.04.13	27.02.15	22,82	0	1	3	0
04.04.13	27.02.15	22,82	1	0	1	0
11.04.13	29.05.15	25,58	0	1	3	0
22.05.13	26.08.13	3,16	1	1	3	1
03.06.13	29.05.15	23,84	1	1	3	0
12.06.13	27.11.14	17,52	1	1	3	0
12.06.13	15.01.15	19,13	1	1	3	0
12.07.13	30.04.15	21,60	0	1	3	0
19.08.13	20.03.15	19,00	1	1	3	0
19.08.13	23.02.15	18,18	0	1	3	0
25.09.13	30.06.15	21,14	0	0	1	0
03.10.13	29.05.15	19,82	0	1	3	0
18.12.13	07.01.15	12,66	0	1	3	0
24.01.14	09.07.14	5,46	1	0	1	0
31.01.14	12.11.14	9,37	1	1	3	1
25.02.14	26.08.15	17,98	1	1	3	0
13.03.14	26.08.15	17,46	0	1	3	0
10.02.14	10.07.15	16,93	1	1	3	0
24.02.14	19.03.15	12,76	0	1	3	0
11.03.14	19.03.15	12,26	0	1	3	0
27.03.15	25.08.15	4,96	0	0	1	0
19.03.14	10.12.14	8,75	1	1	3	1
08.04.14	14.08.15	16,21	1	1	3	0
07.06.14	30.06.14	,76	0	0	1	0
17.07.14	23.04.15	9,21	1	1	3	0
27.08.14	21.05.15	8,78	0	1	3	0
19.11.14	26.08.15	9,21	0	0	1	0
14.10.14	24.08.15	10,32	0	0	3	0
15.10.14	04.08.15	9,63	0	1	3	0
10.11.14	26.08.15	9,50	0	0	1	0
10.11.14	26.08.15	9,50	0	0	1	0
27.11.14	08.06.15	6,35	0	1	3	0



28.11.14	09.12.14	,36	0	0	1	0
09.12.14	09.12.14	,00	0	0	1	0
10.12.14	05.08.15	7,82	1	1	3	0
15.12.14	31.03.15	3,48	0	0	1	0
13.07.11	27.05.14	34,49	0	0	1	0
28.07.11	02.07.14	35,18	0	1	3	0
12.09.11	08.10.14	36,89	1	1	3	0
20.09.11	10.10.13	24,69	0	1	2	0
26.09.11	10.06.15	44,48	0	1	2	0
28.11.11	17.04.13	16,64	0	0	1	1
01.12.11	23.06.15	42,74	0	1	3	0
10.06.13	10.07.15	24,99	1	1	3	0
14.10.13	10.07.15	20,84	0	1	3	0
02.12.11	11.09.14	33,34	0	1	3	0
14.12.11	24.08.15	44,35	0	1	3	0
07.03.11	10.03.15	48,13	0	1	2	0
14.03.11	13.06.13	27,02	0	1	3	0
16.03.11	02.03.15	47,57	0	0	1	0
29.03.11	29.04.15	49,05	0	0	1	0
21.04.11	25.08.15	52,18	0	0	1	0
26.04.11	01.04.15	47,21	0	1	2	2
21.05.11	22.01.15	44,12	0	1	3	0
31.05.11	13.11.12	17,49	1	1	3	0
16.12.13	16.12.13	,00	1	1	3	0
11.06.11	10.07.14	36,99	0	1	3	0
29.11.12	11.07.14	19,36	1	1	3	1
21.06.11	01.06.15	47,38	1	1	3	0
29.06.11	03.08.15	49,18	0	1	3	0
04.02.14	03.08.15	17,92	0	1	2	0
02.09.10	17.04.15	55,50	1	1	3	0
10.09.10	25.06.12	21,50	1	1	3	0
06.10.10	25.03.14	41,62	0	0	1	0
19.09.12	25.03.14	18,15	1	1	3	0
12.10.10	24.01.14	39,45	0	0	2	0
19.10.10	01.07.15	56,42	0	1	2	0
05.11.10	20.03.15	52,47	0	1	3	0
09.11.10	14.08.15	57,17	0	1	3	0
07.12.10	23.03.15	51,52	0	1	2	0
20.12.10	18.08.15	55,96	1	1	3	0
09.02.10	18.05.15	63,25	0	0	1	0
05.09.14	13.02.15	5,29	1	1	3	0
04.03.11	10.04.12	13,25	0	0	1	1
13.01.14	04.09.15	19,69	1	1	3	0
24.08.10	12.06.15	57,63	1	1	3	0
13.04.12	12.06.15	37,97	0	1	1	0
15.07.10	27.08.15	61,45	1	1	3	0
16.07.10	26.05.15	58,36	1	1	3	0
05.12.13	12.06.15	18,21	1	1	3	0
16.01.15	24.08.15	7,23	0	1	2	0
23.01.15	09.06.15	4,50	0	1	2	0
27.01.15	27.01.15	,00	0	1	3	0
28.01.15	08.07.15	5,29	0	1	3	0
26.02.15	02.06.15	3,16	1	1	3	0
26.02.15	03.09.15	6,21	0	1	3	0
27.08.15	03.09.15	,23	1	1	3	0
16.03.15	06.07.15	3,68	0	1	3	0
01.04.15	23.06.15	2,73	0	1	3	0
22.04.15	22.04.15	,00	0	1	2	0
05.06.15	03.07.15	,92	0	1	2	0
20.08.15	20.08.15	,00	0	0	2	0
24.08.15	24.08.15	,00	1	1	3	0
24.08.15	24.08.15	,00	0	1	3	0
26.02.15	03.09.15	6,21	0	1	3	0
27.08.15	03.09.15	,23	1	1	3	0