Downloaded from UvA-DARE, the institutional repository of the University of Amsterdam (UvA)
http://hdl.handle.net/11245/2.146171

File ID	uvapub:146171
Filename	Summary/Samenvatting
Version	unknown

SOURCE (OR PART OF THE FOLLOWING SOURCE):

Type	PhD thesis
Title	The ART of GIC proximal restorations in primary teeth
Author(s)	C.C. Bonifácio
Faculty	ACTA
Year	2012

FULL BIBLIOGRAPHIC DETAILS:
http://hdl.handle.net/11245/1.373827

Copyright

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content licence (like Creative Commons).

UvA-DARE is a service provided by the library of the University of Amsterdam (http://dare.uva.nl)
(pagedate: 2015-04-15)

Summary

Summary

Proximal carious lesions normally start under the contact point. The initial lesion is not always detected by visual inspection and also difficult to reach for proper oral hygiene, leading to plaque retention and lesion progression. When the lesion progresses into the dentin, the undermined enamel breaks down and a cavity becomes clinically detectable. It is important to diagnose these lesions at an early stage; however, this does not always happen. This depends not only on the knowledge and the focus on early diagnose of dental caries of the dental team but also on the diagnostic tools that are available. In underserved communities there are no other tools than the hand instruments. Cavitated lesions are generally found in patients with a high caries risk. If not treated, these lesions will progress until they reach the pulp causing pain and discomfort.

This process can happen in primary and permanent teeth. The thinner enamel and dentin combined with the relatively large pulp in the primary dentition indicate that a carious lesion in these teeth can cause pain earlier than a lesion in permanent teeth. When the lesion reaches the pulp and the patient is in pain, the treatment options are pulp treatment or extraction. In underserved communities, the very likely option is extraction, because it is cheaper and less technical sensitive.

The Atraumatic Restorative Treatment (ART) was developed to prevent decayed teeth from being extracted by arresting active carious lesions and promoting oral health in underserved communities. In the case of children, ART is an alternative treatment to avoid pain, discomfort, early loss of the primary dentition and, at the same time, give the children the opportunity of having a caries free permanent dentition. However, if these restorations last not very long, the real advantage of making them instead of extracting the decayed teeth is questionable. In one of the studies in this thesis, we found that even failed restorations can help retaining the tooth.

The importance of keeping the primary teeth is related to several factors. The functions of eating, talking and keeping the space for their permanent successors are the most important and objective ones. There is also a subjective factor related to the value of oral health. This has a cultural component and it has to do with the importance of keeping the teeth instead of having them extracted. This factor is hard to change in communities where prevention and oral health care are inexistent or inaccessible. In the ART approach, the preventive program implemented alongside the restorative treatment gives to this people the opportunity to learn the importance of avoiding extractions, to be able to detect signs of carious lesions in an early stage and to search for dental care before it becomes painful.

ART restorations with high-viscosity glass-ionomer cement in occlusal lesions are shown to be a very good treatment option, even better then amalgam restorations. However, the proximal restorations made by the ART technique do not show good survival rates. Failures are mainly partial or total loss of the restoration. Considering that proximal restorations lack support of dental structures, the material strength is challenged to withstand masticatory forces. Given that the GIC do not present strong mechanical properties and that these failures might be mostly material related; we investigated in this thesis the influence of different brands of high-viscosity glass-ionomer cements indicated for

Atraumatic Restorative Treatment (ART) on the longevity of proximal-ART restorations (Class II). The insertion of the GIC into the cavity is aided by the "press finger technique", which help the adaptation of the material to the cavity walls. However, in proximal cavities the presence of the matrix band can difficult this procedure and the adaptation of the material in the cervical region is not always optimal. With the purpose to improve this adaptation, a new insertion technique to improve material adaptation was proposed and investigated, both in vitro and in vivo settings.

Chapter 1, the introduction of this thesis, describes the development and applications of the ART technique as well as shows some shortcomings of proximal-ART restorations in primary molars. Furthermore, it gives some information on the properties and indications of glass-ionomer cements, being one of the main focuses of this thesis.

The popularity of ART in the 1990s, stimulated dental manufacturers to expand the number of GICs indicated for ART. In **chapter 2**, six commercially available conventional GICs were investigated. These included Ketac Molar Easymix (3M ESPE, GE) and Fuji IX (GC Europe, BE), which were used as reference materials, given that they are the most frequent reported materials in laboratory and clinical studies for this subject. The other materials tested were one metal-reinforced GIC (Hi Dense, Shofu, GE), one Australian brand (Riva, SDI, AU), and two Brazilian brands (Maxxion R, FGM, BR and Vitro Molar, DFL, BR). There is a large difference in cost and availability of these materials to the dentists in developing countries in general and with respect to this thesis, in Brazil. The properties evaluated were wear resistance, flexural and compressive strength, and Knoop hardness.

Compressive strength is often used as a measure of the ability of a material to withstand masticatory forces. Although the findings of the compressive strength tests with GIC are difficult to interpret, it is the only mechanical test described in the ISO standard 9917-1 for water based cements and, therefore, widely used as the criterion of strength for GIC. The flexural strength is generally indicated as a test to predict the failure of proximal restorations. The microhardness can be defined as the resistance of a material to indentation or penetration and it generally presents a negative correlation with the wear. The high occlusal wear rate of GIC is considered one of its major drawbacks. In proximal restorations, gross marginal defects may facilitate plaque accumulation and in these circumstances either secondary caries or a new lesion in the adjacent surface is likely to develop.

The results showed that Ketac Molar Easymix and Fuji IX had the best performance in all the tests. This indicated that these materials can be used as control group when investigating other GICs indicated for ART. Maxxion R performed well in the strength tests and Vitro Molar had the worst performance for all tests. Hi Dense presented good strength but had the weakest resistance in the early-term wear evaluation. It was concluded that Maxxion-R and Hi Dense could be interesting to be evaluated in clinical situations. Maxxion R presented comparable mechanical properties to Ketac Molar Easymix and to Fuji IX, but costs less than 25% of their prices. Hi Dense contains silver particles, which may attribute to this material an increased potential antibacterial and cariostatic properties.

The GIC-brand influence on the survival rate of proximal-ART restorations is described in **chapter 3.** In a clinical trial with 262 children performed in Itatiba (Brazil), one cavity per child with dimensions not larger than 2 mm mesio-distal, 2.5 mm bucco-lingual and occluso-cervical was restored with one of the three GICs: Maxxion R, Hi Dense and Fuji IX. The evaluations took place after 1 and 6 months and then every 6 months up to 36 months. One independent trained and calibrated evaluator performed all the evaluations

according to the ART criteria adapted for proximal restorations. When a restoration failed, it was repaired or replaced and the tooth continued to be evaluated. For the survival rate of the restoration, once a failure was detected, this restoration was considered as a failure but for the tooth survival rate, repaired and replaced restorations were included. A failure in tooth survival happened when the tooth presented symptoms of irreversible pulp damage, such as dental abscesses, tooth broken down, and when it was unrestorable with ART.

We found no difference in success rate of the restorations among the different brands of GIC. The cumulative survival of the restorations was 24% after 3 years. On a tooth-survival level, after 3 years, a cumulative survival of 82% was observed. Despite the fact that operators were trained, we found an operator effect, which is often reported in ART studies, only significant in the first 18 months of evaluation. Within the same period a significantly higher failure was observed for the disto-occlusal restorations, which may be justified by the lack of proper illumination, access and other adverse conditions. In the 18 months evaluation more than 70% of the placed restorations had failed, which may explain the absence of significant differences in the subsequent evaluations.

In spite of a poor performance, the proximal-ART restoration might result in the retention of teeth, which would otherwise have been extracted earlier. We used the ART criteria for evaluating the restoration to be able to compare our results with the literature. According to these criteria, restorations with minor failures are often scored as failures, but most of the times they are fulfilling their role of reducing biofilm accumulation and maintaining the function of the tooth. The results of the present study indicate that less well-established GIC-brands may be an option for ART restorations; but the low survival rates observed point out that the tested materials are not suitable for long lasting restorations in proximal cavities in primary teeth.

An important factor that may contribute to the proximal-ART restoration failure is the high viscosity of the material, which might lead to a difficult insertion or incorrect adaptation to the tooth surface. With a cervical gap, the restoration is doomed to fail. To improve cervical adaptation and avoid gaps, the "sandwich technique" is often used for class II restorations. A two layered "sandwich" restoration is made of a more flowable and less moisture sensitive material, in the cervical area, and a stronger and more condensable material in the occlusal area. In a similar design we proposed the insertion of a flowable GIC layer before the insertion of a conventional GIC layer. **Chapter 4** describes a laboratory study, in which we found less microleakage and a better adaptation of the restoration to the cavity walls of a two-layer GIC, using a flowable GIC as a liner, compared to a conventional one layer insertion.

Inserting the GIC in two layers with two different consistencies is a more laborious technique. In **chapter 5** we describe the investigation on whether this two-layer technique would be applicable in a school setting without facilities like proper illumination, suction, and dental chair. We assessed the influence of the operator in the survival rate of proximal ART-restorations using the two-layer technique in primary molars in a preliminary study with 45 children. The 12-month assessment of these restorations showed a good performance (72% survival) in comparison with the literature, and no operator influence was found. As it was supposed to be just a preliminary investigation, no control group was included.

The better adaptation and the higher polyacrylic acid concentration of the flowable GIC layer might be responsible for higher numbers of cross-links between the material and

the tooth structures, improving the adhesion when compared to a conventional GIC layer. To test this hypothesis, we describe in **chapter 6** the microtensile bond strength of this flowable glass-ionomer to sound and artificial caries-affected dentin of primary teeth. Although not significant, the microtensile bond strength of the flowable GIC was higher than the conventional GIC, to sound dentin. Furthermore, the flowable GIC had a significant better adhesion to sound than to caries-affected dentin.

The results of the microtensile test showed a high number of premature failures in the caries-affected dentin group, suggesting the bond strength between caries-affected dentin and the GIC was low. On the other hand these failures might be related to the design of the test and the preparation of the specimens. Besides that, the tensile strength when applied to brittle materials like the GIC may results in cohesive failures within the material, expressing better the cohesive strength of the material rather than the interfacial bond strength between the material and the tooth. By assessing the failure pattern and the rank of bond strength of different GIC-based materials, we critically evaluated the use of microtensile and microshear bond strength tests (**chapter 7)**. The investigated materials were a high-viscosity GIC, a resin-modified GIC, a nano-filled resin-modified GIC, and a composite resin. The results showed that the bond strength averages were statistically different regarding tests and materials. This indicates that bond strength values of the GIC materials depend on the test method. A great number of cohesive failures was observed in the microtensile test, while microshear led to a majority of adhesive and mixed failures. The failure mode (adhesive, cohesive in dentin, cohesive in material or mixed) was significantly dependent on the test for the high-viscosity GIC and the resin-modified GIC. We concluded that for brittle materials such as the GICs, microshear bond strength test seems to be better indicated.

Chapter 8 describes a study where a microshear bond strength test was used to test the same hypothesis investigated in **chapter 6**. Flowable GIC showed a similar microshear bond strength than that showed by conventional GIC. For both flowable and conventional GIC, sound dentin showed significant higher bond strength values than caries-affected dentin.

The two-layer GIC insertion technique might be an alternative for the ART technique without jeopardizing the bond strength to dentin. However, a flowable GIC contains fewer reinforcing glass filler particles, and it may reflect in a lower fracture resistance of this two-layer GIC restoration. To investigate this hypothesis we assessed the flexural strength of a two-layered GIC (**chapter 9**). Additionally, we performed a Finite Element Analysis (FEA) on standardized bar-shaped specimens and a representative tooth model to rationalize the obtained results. The apparent flexural strength of the two-layer GIC was significant weaker than that of the conventional GIC. FEA on the bar-shaped specimens indicated that the two layers detach from each other under load, which might explain the strength values obtained in the experiment. The FEA tooth model showed that the two-layer GIC might be beneficial in an occluso-proximal cavity and this is due to a better stress distribution provided by the flowable layer, resulting in lower stress concentration in the occlusal surface of the restoration.

To draw a conclusion on whether the two-layer technique is better than the conventional insertion technique of GIC in proximal-ART restorations, **chapter 10** describes a clinical trial with 208 children. After 18 months, the survival of the restorations was 67% for the conventional group and 68% for the two-layer group, suggesting that the two-layer

technique was not the answer for increasing proximal-ART restoration longevity, although the results of this study are better than those of **chapter 3**.

All the studies showed a high failure rate in the first 6 months and they all used petroleum jelly as a protective coat. Being very sensitive to water uptake and dehydration during its setting reaction, GIC could benefit from a better protective coat. This coat should be present at least during the first 48 hours. Probably, petroleum jelly is present for no longer than the first hours, or not longer than the moment the patient eats or brushes his teeth. We hypothesize that protecting the GIC with a coat that penetrates into the GIC and remains longer on the surface can improve GIC's mechanical properties and maybe influence in the success of the restorations. **Chapter 11** describes a laboratory study where we investigated the flexural strength and the early wear resistance of two high viscosity GICs coated and uncoated with a nanofiller containing fluid resin (G-Coat Plus, GC Europe, BE). The results showed that in a short-term observation, G-Coat Plus improved the flexural strength and the early wear, mostly for Fuji IX GP Extra, recommending this combination.

Samenvatting

Proximale cariëslaesies beginnen normaliter onder het contactpunt. De beginnende laesie kan niet altijd met visuele inspectie worden waargenomen en is moeilijk te bereiken voor adequate mondhygiënische maatregelen. Dit leidt dikwijls tot plaqueretentie en progressie van de laesie. Wanneer de laesie voortschrijdt tot in het dentine kan het ondermijnde glazuur breken en ontstaat er een caviteit, die klinisch zichtbaar wordt. Het is van belang om de laesie in een zo vroeg mogelijk stadium te diagnosticeren, maar dit gebeurt niet altijd. Dit hangt niet alleen af van de kennis over de vroegdiagnostiek en de focus hierop van het tandheelkundig team maar ook van de aanwezigheid van diagnostische hulpmiddelen. In achtergebleven gebieden zijn vaak alleen handinstrumenten voorhanden waardoor vroegdiagnostiek lastig kan zijn. Gecaviteerde laesies worden vaak aangetroffen bij personen met een hoog cariësrisico. Wanneer er geen behandeling plaatsvindt, zullen deze laesies dikwijls voortschrijden tot in de pulpa wat pijn en ongemak kan veroorzaken.

Dit proces kan plaatsvinden in het melk- en blijvend gebit. Het dunnere glazuur en dentine in combinatie met de relatief grote pulpa in melkelementen betekenen dat in melk elementen pijn en ongemak sneller optreden dan in blijvende elementen. Wanneer de laesie de pulpa bereikt en de patiënt pijn heeft zijn de behandelopties een wortelkanaalbehandeling of extractie. In achtergebleven gebieden wordt vaak gekozen voor extractie omdat deze behandeling goedkoper en technisch minder ingewikkeld en minder techniekgevoelig is.

De Atraumatische Restauratieve Behandeling (ART) is ontwikkeld om in achtergebleven gebieden te voorkomen dat door cariës aangetaste elementen geëxtraheerd moeten worden door het cariësproces te stoppen en de mondgezondheid te bevorderen. Voor kinderen is ART een alternatieve behandelmethode om pijn, ongemak of vroegtijdig verlies van de melkelementen te voorkomen en tegelijkertijd hen de mogelijkheid te bieden van een cariësvrij blijvend gebit. Als de ART-restauraties een te korte levensduur hebben, dan zou het voordeel van ART ten opzichte van het extraheren van de elementen discutabel zijn. In een van de onderzoeken van dit proefschrift werd echter gevonden dat ook na het falen van de restauratie de levensduur van het element verlengd was.

Het belang van het behoud van melkelementen kent verschillende aspecten. Het kunnen eten en praten, en ruimte behouden voor de blijvende kiezen zijn de meest belangrijke en meest objectief vast te stellen functies. Er is ook een subjectief aspect namelijk de waardering voor een gezonde mond. Dit is mede cultureel bepaald en heeft te maken met het belang dat men hecht aan het behouden van elementen ten opzichte van extractie. Deze subjectieve factor is moeilijk te beïnvloeden in gemeenschappen waar tandheelkundige preventie en behandeling niet bestaan of niet toegankelijk zijn. De ART-benadering behelst naast de tandheelkundige behandeling een preventief programma dat de personen de mogelijkheid biedt om het belang van het vermijden van extractie te waarderen, vroege tekenen van tandcariës op te merken en tandheelkundige hulp te zoeken voordat het element pijn gaat doen.

ART-restauraties met een hoog-viskeus glasionomeer cement (GIC) zijn voor occlusale laesies een goede behandelingkeuze die zelfs beter is dan de gouden standaard de

amalgaamrestauratie. Proximale ART restauraties voldoen echter minder goed en hebben een lage overlevingskans. Zij falen hoofdzakelijk door gedeeltelijk of totaal verlies van de restauratie. Omdat proximale restauraties niet gesteund en omsloten worden door tandmateriaal, wordt het restauratiemateriaal voortdurend blootgesteld aan de kauwkrachten. Omdat GIC geen goede mechanische eigenschappen kent en het falen dus afhankelijk is van het materiaal, is in dit proefschrift de levensduur van proximale (klasse-II) ART-restauraties in melkelementen met verschillende hoog-viskeuse GIC-cementen onderzocht. Bij het aanbrengen van het GIC in de caviteit werd gebruik gemaakt van de "pressfinger"-techniek om de adaptatie aan de caviteitswanden te bevorderen. In proximale caviteiten kan de aangebrachte matrijsband deze procedure hinderen, resulterend in een slechte adaptatie aan de cervicale outline. Om deze adaptatie te verbeteren is een nieuwe applicatietechniek onderzocht zowel in vitro als in vivo.

Hoofdstuk 1 is de introductie van dit proefschrift. Het beschrijft de ontwikkeling en het toepassingsgebied van de ART-techniek en geeft de tekortkomingen aan bij het gebruik in proximale caviteiten in melkelementen. Bovendien geeft het informatie over eigenschappen van GIC, een belangrijk onderwerp van dit proefschrift.

De populariteit van ART in de jaren 90 van de vorige eeuw stimuleerde fabrikanten om het aantal GIC'en geschikt voor ART uit te breiden. In hoofdstuk 2 worden 6 commercieel verkrijgbare GIC'en, waaronder Ketac Molar Easymix en Fuji IX, met elkaar vergeleken. Ketac Molar Easymix (3M ESPE, GE) en Fuji IX (GC Europe, BE) werden gebruikt als referentie omdat er veelvuldig onderzoek naar is gedaan en over gepubliceerd is. De andere 4 materialen waren een metaal-versterkt GIC (Hi Dense, Shofu, GE), een Australisch GIC (Riva, SDI, AU) en 2 Braziliaanse merken, te weten Maxxion R (FGM, BR) en Vitro Molar (DFL, BR). De eigenschappen die werden bestudeerd zijn de weerstand tegen slijtage, buig- en druksterkte en de Knoop hardheid. De prijs en de beschikbaarheid van deze materialen in Brazilië, waar het klinisch onderzoek zou plaatsvinden, verschillen enorm.

Druksterkte wordt vaak gebruikt als maat voor het vermogen weerstand te bieden aan kauwkrachten. Hoewel de bevindingen van deze test met GIC moeilijk te interpreteren zijn, is het de enige test die beschreven is in de ISO-standaard 9917-1 voor cementen op waterbasis en wordt daarom veelvuldig gebruikt. Ook de buigsterkte wordt veelvuldig gebruikt als indicatie voor falen wanneer een materiaal proximaal wordt toegepast. De Knoop hardheidsmeting beschrijft de weerstand tegen penetratie en is in het algemeen negatief gecorreleerd met slijtage. Wanneer occlusaal toegepast is slijtage één van de grootste nadelen van GIC. In geval van proximale toegepassing zijn grote randdefecten een belangrijk probleem waarin plaque gemakkelijk accumuleert en secundaire cariës ontstaat. Ketac Molar Easymix en Fuji IX presteerden het beste in alle testen. Dit bevestigt hun status als referentiemateriaal en zij kunnen gebruikt worden in de positieve controlegroepen. Maxxion R en Hi Dense presteerden goed in de sterktetesten, maar Hi Dense was het zwakst in de vroege slijtagetest. Vitro Molar was in alle testen het slechtst. De mechanische eigenschappen van Maxxion R waren vergelijkbaar met die van Ketac Molar Easymix en Fuji IX, maar het is 25% goedkoper op de Braziliaanse markt. Hi Dense bevat zilverdeeltjes die mogelijk een antibacteriële en cariostatische werking hebben. Maxxion R en Hi Dense waren interessante materialen om in een klinisch experiment uit te proberen.

In hoofdstuk 3 werden Maxxion R, Hi Dense en Fuji IX met elkaar vergeleken in een klinisch experiment uitgevoerd in Itatiba in Brazilië. Bij 262 kinderen werd een caviteit

niet groter dan 2 mm in mesio-distale richting, 2,5 mm in bucco-linguale en occluso-cervicale richting gerestaureerd met een van de drie cementen. De evaluaties vonden plaats na 1 maand en daarna elke 6 maanden tot en met 36 maanden. Een onafhankelijke, getrainde en gekalibreerde evaluator voerde alle evaluaties uit volgens de ART-criteria. Wanneer een restauratie faalde, werd deze gerepareerd of vervangen en het element werd verder geëvalueerd. De restauratie bleef echter als gefaald beschouwd. De levensduur van het element werd als beëindigd beschouwd als er tekenen waren van irreversibele pulpaschade, bijvoorbeeld een abces, als het element afbrak of niet meer te restaureren was met de ART-methode.

Er werd geen verschil gevonden in het succespercentage tussen de restauraties van de verschillende materialen. De cumulatieve overleving van de restauraties na 3 jaar was 24%. Op elementniveau was de overleving na 3 jaar 82%. Ondanks dat de behandelaars getraind waren, werd na 18 maanden een significant behandelaarseffect, dat dikwijls gemeld wordt in ART-onderzoeken, gemeten. Op dit tijstip werd ook een hogere graad van mislukking gemeten voor disto-occlusale restauraties hetgeen het gevolg kan zijn van onvoldoende verlichting/zicht bij de behandeling, onvoldoende toegankelijkheid van de preparatie of andere ongunstige factoren. Na 18 maanden was reeds 70% van de restauraties mislukt en het resterende aantal was misschien te gering om een behandelaarseffect te blijven vertonen.

Ondanks het geringe succespercentage, kan de proximale ART-restauratie toch bijdragen aan de levensduur van het element, dat zonder de behandeling mogelijk geëxtraheerd was. De criteria voor succes waren dezelfde ART-criteria die gebruikt worden in andere onderzoeken. Hierdoor is vergelijking met andere onderzoeken mogelijk. Volgens de ART-criteria faalt een restauratie ook vanwege kleine gebreken terwijl de restauratie nog steeds de cariësprogressie voorkomt en het functioneren van het element mogelijk maakt. De resultaten van hoofdstuk 3 maken duidelijk dat ook minder bekende GIC-merken gebruikt kunnen worden voor de ART-techniek maar de lage overlevingsgraad maakt duidelijk dat GIC niet geschikt is voor langdurige restauratie van proximale caviteiten in melkelementen.

Een belangrijke factor voor het mislukken van ART-restauraties in de proximale vlakken van melkelementen is mogelijk de hoge viscositeit van het vulmateriaal, waardoor het aanbrengen en de adaptatie aan de caviteitswand bemoeilijkt worden. Met een slechte aansluiting aan de cervicale outline is de restauratie gedoemd te mislukken. Om adaptatie aan de cervicale outline te verbeteren en randspleten te voorkomen wordt bij klasse-II-restauraties wel vaker de sandwichtechniek toegepast. Een sandwichrestauratie bestaat uit twee lagen: een meer vloeibare, weinig vochtgevoelige laag in het cervicale gebied en een sterker en condenseerbaar materiaal in het occlusale gebied. Mogelijk verbetert een sandwich-ARTrestauratie bestaande uit een onderste vloeibare GIC-laag en een bovenste conventionele GIC-laag de levensduur van deze restauraties. Hoofdstuk 4 beschrijft een laboratoriumonderzoek waarin een betere adaptatie aan de wanden van de caviteit en minder lekkage werden gevonden van de sandwich-ARTtechniek in vergelijking met de conventionele ART-techniek.

Het aanbrengen van twee lagen GIC van verschillende consistenties is een meer bewerkelijke techniek. In hoofdstuk 5 werden de mogelijkheden van deze tweelagentechniek bestudeerd bij behandeling van kinderen op scholen waar moderne tandheelkundige voorzieningen zoals goede verlichting, afzuigapparatuur en een

behandelstoel ontbreken. De invloed van de behandelaar op de overlevingskans van de proximale ART-restauraties vervaardigd met de twee-lagen-techniek in melkmolaren werd onderzocht in 45 kinderen. Na 12 maanden overleefden onafhankelijk van de behandelaar 72% van deze restauraties, hetgeen in vergelijking met de literatuur een goed resultaat is. In dit pilotonderzoek was geen controlegroep opgenomen.

De betere adaptatie en de hogere polyacrylzuurconcentratie van het vloeibabare GIC leidt mogelijk tot meer cross-links tussen vulmateriaal en het tandweefsel waardoor de hechting verbeterd wordt in vergelijking met een conventioneel GIC. Om deze hypothese te testen werd in hoofdstuk 6 de micro-treksterkte van vloeibaar GIC aan gezond en kunstmatig gecariëerd dentine van melkelementen gemeten. De hechtsterkte van het vloeibare GIC aan gezond dentine was groter dan aan het kunstmatig gecariëerde dentine van melkelementen.

De micro-treksterktetest toonde veel mislukkingen in de groep met het kunstmatig gecariëerde dentine hetgeen wijst op een geringe hechtsterkte. De mislukkingen kunnen echter ook te wijten zijn aan het ontwerp van de test en de voorbereiding van de monsters. De test kan aanleiding geven tot een cohesieve breuk in het broze materiaal in plaats van een adhesieve breuk tussen materiaal en tand. Door een vergelijking te maken tussen het klinische gedrag en de hechtsterkte in vitro wordt in hoofdstuk 7 een kritische beschouwing gegeven over de waarde van de in vitro testen. De onderzochte materialen waren een hoog-viskeus GIC, een kunsthars-gemodificeerd GIC, een nano-gevuld kunsthars-gemodificeerd GIC en een composietmateriaal. De resultaten laten zien dat de gemiddelde hechtsterkte significant verschillend was bij de diverse testen en materialen. Dit illustreert dat hechtsterkte van GIC afhangt van de methode van testen. Een grote hoeveelheid cohesief falen werd vastgesteld in de micro-treksterktetest, terwijl de micro-afschuifsterktetest vooral adhesieve of gecombineerde ad- en cohesieve mislukkingen aantoonde. Het type falen (adhesief of cohesief in materiaal of dentine of een combinatie) was afhankelijk van de gebruikte test voor het hoog-viskeuze en kunsthars-gemodificeerde GIC. Voor broze materialen zoals GIC lijkt de micro-afschuifsterktetest de best aangewezen test.

Hoofdstuk 8 beschrijft de micro-afschuifsterktetest van vloeibaar GIC en conventioneel GIC na hechting aan gezond en kunstmatig gecariëerd dentine van melkelementen gemeten. De waarden voor vloeibaar en conventioneel GIC verschilden niet. De hechting aan gezond dentine was beter dan aan kunstmatig gecariëerd dentine.

De hechtsterkte van de twee-lagentechniek werd bestudeerd in hoofdstuk 9. Hiertoe werd de buigsterkte gemeten. Bovendien werd een Eindige-Elementen Analyse uitgevoerd op een gestandaardiseerd staaf-vormig monster en een representatief elementmodel. De buigsterkte van de twee-lagenrestauratie was significant minder dan die van de conventionele restauratie. De Eindige-Element Analyse liet zien dat onder druk de twee lagen van elkaar loslieten, hetgeen de hechtsterkte verkregen in dit experiment zou kunnen verklaren. Verder toonde het model aan dat de twee-lagentechniek voordeel heeft in occluso-proximale caviteiten als gevolg van een betere verdeling van de spanning door de vloeibare laag, waardoor er minder spanning in het occlusale oppervlak ontstaat.

Het klinisch functioneren van de twee-lagentechniek in proximale ART-restauraties werd onderzocht in hoofdstuk 10. Het onderzoek werd uitgevoerd bij 208 kinderen en liet zien dat na 18 maanden 67% van de conventionele controle restauraties en 68% van de twee-lagenrestauraties nog in functie waren. De twee-lagenrestauratie bood dus

geen voordelen. De resultaten in dit hoofdstuk waren beter dan de resultaten in hoofdstuk 3.

Alle onderzoeken lieten veel falen zien in de eerste 6 maanden van onderzoek. In deze onderzoeken werd steeds vaseline als afdekmateriaal gebruikt. Wellicht kan het GIC beter beschermd worden tegen opname van water en uitdroging tijdens uitharding. De beschermlaag zou tenminste 48 uur aanwezig moeten zijn. Waarschijnlijk is vaseline slechts enkele uren aanwezig en verdwijnt zodra de patiënt eet of zijn tanden poetst. Wellicht zou een andere beschermlaag die in het GIC dringt beter bescherming geven en leiden tot succesvollere restauraties. In hoofdstuk 11 wordt een laboratoriumonderzoek beschreven dat de buigsterkte en slijtageweerstand van twee hoog-viskeuze GICen meet met of zonder coating van een met nanodeeltjes gevulde kunstharsvloeistof (G-Coat Plus, GC Europe, BE). De coating verbeterde de buigsterkte en slijtageweerstand van met name Fuji IX GP Extra en deze combinatie zou aangeraden kunnen worden.