

REMINERALISATIE VAN GLAZUUR IN EEN 'IN VIVO' MODEL

T. B. F. M. GELHARD
J. ARENDS

*Uit de Vakgroep Parodontologie – Prothetodontie – Sosiodontie
en de Vakgroep Materia Technica
van de rijksuniversiteit te Groningen.*

Trefwoorden: Cariologie – Remineralisatie – Glazuurlaesies

1. Inleiding

Onder remineralisatie van tandglazuur wordt verstaan het afzetten van mineralen in glazuurdefecten, waarbij deze mineralen chemisch gezien sterk op de in het gezonde glazuur aanwezige mineralen (apatiet) lijken. De afzetting van andere mineralen, zoals dit bijvoorbeeld bij het gebruik van tinfluoride-oplossingen optreedt,¹ valt niet onder het begrip remineralisatie.

Glazuurdefecten kunnen, afhankelijk van de oorzaak, worden ingedeeld in defecten die tijdens de tandontwikkeling zijn ontstaan, bijvoorbeeld amelogenesis imperfecta en dergelijke en defecten die zijn ontstaan na doorbraak als gevolg van inwerkingen van buitenaf zoals 'subsurface' laesies, 'surface softened' glazuur en geëtt glazuur.

Voor de duidelijkheid wordt in dit artikel met het woord glazuurdefect bedoeld op microscopisch waarneembare afwijkingen in het glazuur en niet op de klinische betekenis, waaronder bijvoorbeeld ook caviteiten vallen.

Het remineralisatieproces is het tegenovergestelde van demineralisatie, waarbij echter de remineralisatie veel langzamer verloopt dan de demineralisatie.² In de mond is gewoonlijk een situatie aanwezig, waarbij de- en remineralisatie steeds worden afgewisseld of soms gelijktijdig optreden. Wanneer een evenwichtssituatie aanwezig is zal dit niet tot een toename van cariës leiden. Bij verstoring van dit evenwicht in de richting van demineralisatie zal dit het voortschrijden van het cariësproces tot gevolg hebben. Bij een verschuiving van het evenwicht in de richting van het

remineralisatieproces, zal toename van cariës worden voorkomen en herstel van reeds ontstane defecten mogelijk worden. Voor een effectieve cariësbestrijding door middel van preventie betekent dit dat maatregelen moeten worden genomen, die gericht zijn op het tegengaan van het demineralisatieproces en het bevorderen van remineralisatie.

Het demineralisatieproces kan, afhankelijk van de morfologie van het tandglazuur³ en de aard en omvang van de zuuraanval, tot verschillende glazuurdefecten leiden. Bij inwerking van zeer sterke zuren, bijvoorbeeld als voorbereiding op het aanbrengen van composietrestauraties treedt een etsing op van het glazuur waarbij de buitenste laag van het glazuur wordt afgeëtt (afb. 1).

Als gevolg van de inwerking van zuren, afkomstig uit voedsel en dranken treedt een frequente demineralisatie van het buitenste oppervlak op, hetgeen niet direct leidt tot cariës maar tot een zogenaamde 'surface softening' (afb. 1). Deze 'softening' is vergelijkbaar met het initiële stadium van het cariësproces, waarbij allereerst mineralen uit zwakke plekken in het buitenste glazuur worden opgelost. Daarbij dringen zuren het glazuur binnen en dit kan bij aanhouden van de aanval in dieper gelegen lagen tot een lokale demineralisatie leiden (afb. 1).^{4,6}

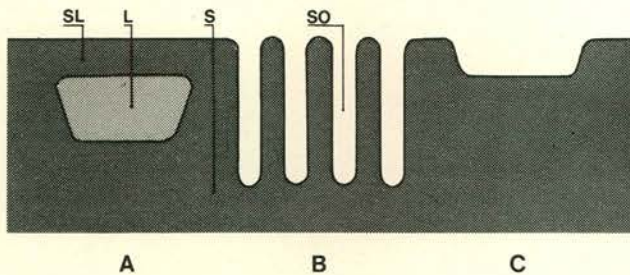
Voortduren van deze zuuraanvallen over een langere periode heeft de vorming van 'subsurface' laesies (klinisch waarneembaar als 'white spots') tot gevolg, waarbij een intacte, zij het poreuze, oppervlaktelaag de onderliggende laesie bedekt (afb.

Samenvatting:

Cariësreductie is te bereiken door het demineralisatieproces tegen te gaan en het remineralisatieproces te bevorderen. In dit onderzoek is getracht het aandeel van de remineralisatie in de cariësreductie te bepalen en de invloed van fluoride in de vorm van 1500 ppm NaF-tandpasta en 50 ppm NaF-spoelvlloeistof op dit remineralisatieproces te bestuderen. Daartoe zijn 30 patiënten met uitneembare onderprothesen, waarin stukjes menselijk glazuur waren geplaatst, in drie gelijke groepen verdeeld. De stukjes glazuur bestonden voor een deel uit nog gezond glazuur, terwijl het andere gedeelte was gedemineeraliseerd, hetzij tot 'subsurface' laesies (eerste experiment), hetzij tot 'surface softened' glazuur (tweede experiment). De drie patiëntengroepen bestonden uit: een controlegroep die uitsluitend met water poetste, een spoelgroep die bovendien een 50 ppm fluoridespoelvlloeistof gebruikte en een poetsgroep die met een 1500 ppm fluoridetandpasta poetste. Het remineralisatieproces werd gevolgd met behulp van microhardheidsmetingen. De resultaten toonden een hogere efficiëntie van het remineralisatieproces aan in de poetsgroep voor beide remineralisatieexperimenten. Hierbij lijkt o.a. de fluorideconcentratie en de abraderende werking van de tandpasta een belangrijke rol te spelen.

1). Vanuit deze laesie worden mineralen in de vorm van calcium- en fosfaat ionen door de oppervlaktelaag naar buiten getransporteerd. De aanwezigheid van een 'intacte' oppervlaktelaag die de laesie bedekt, is door diverse auteurs op verschillende wijzen verklaard⁷⁻¹² en in een overzichtartikel samengevat.¹³

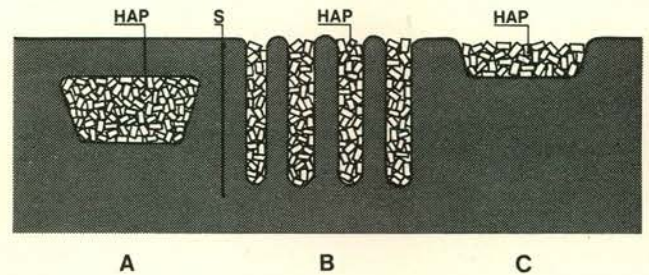
In principe kan in alle genoemde typen van defecten remineralisatie vanuit het speeksel optreden (afb. 2). In dit artikel wordt alleen de remineralisatie van 'subsurface'



Afb. 1. Schematische weergave van drie typen glazuurdefecten. A: carieuze laesie,

B: 'surface softened'-glazuur en C: geëtt glazuur.

S is gezond glazuur. SO is de 'softened'-glazuurlaag. L is subsurface laesie welke bedekt wordt door een permeabele oppervlaktelaag (SL). (Uit: Gelhard, 1982.)



Afb. 2. Zeer geschematiseerde weergave van een geremineeraliseerde 'subsurface'-laesie, geremineeraliseerd 'surface softened'-glazuur en geremineeraliseerd geëtt glazuur. HAP is hydroxyapatiet dat zich heeft afgezet vanuit het speeksel. S is gezond glazuur.

laesies en 'surface softened' glazuur besproken en wordt voor remineralisatie van geëst glazuur naar andere literatuur verwezen.¹⁴⁻¹⁷

2. Literatuuroverzicht

Hoewel in het verleden vrij algemeen werd aangenomen dat het cariësproces niet reversibel is, zijn de afgelopen 70 jaar toch verscheidene artikelen in de tandheelkundige literatuur verschenen die op herstel van beginnende laesies wijzen. Head was de eerste auteur die in 1912 de beschermende werking van het speeksel tegen zuur-aanvallen op het tandglazuur heeft aange-toond.¹⁸ Daarna zijn in toenemende mate artikelen verschenen die het remineralisatieproces van verschillende typen glazuur-aandoeningen beschreven.

De meer recente onderzoeken omvatten studies van het remineralisatieproces in vitro²¹ en in vivo. De artikelen over in vivo remineralisatie zijn te verdelen in twee soorten onderzoeken.

Allereerst onderzoeken die het remineralisatieproces bestudeerden van natuurlijke laesies. Dit werd gedaan aan de hand van DMFS-getallen, met behulp waarvan de invloed van preventieve maatregelen of fluoridetoepassingen op de cariësreductie werd onderzocht.²²⁻²⁷ Hieruit kan echter geen informatie worden verkregen over het aandeel van het remineralisatieproces in de totale cariësreductie. Alleen door Backer Dirks is ook per patiënt en per element het remineralisatieproces gevolgd.²⁸ Daarbij bleek dat meer dan de helft van de 'white spots' op de eerste bovenmolaren bij kinderen van acht jaar, na zeven jaar waren verdwenen.

Bekend zijn ook de onderzoeken van Von der Fehr et al.²⁹ en Loë et al.³⁰, die o.a. werkten met groepen studenten die gedurende 23 dagen negen maal per dag hun mond spoelden met een sucrose-oplossing, zonder verdere mondhygiënische maatregelen. Na deze periode, waarin een duidelijke toename van het aantal 'white spots' was opgetreden, werd dagelijks met een fluoride-oplossing gespoeld (0.2% NaF) en de mondhygiëne weer op peil gebracht. Er werd vervolgens weer een duidelijke afname van de 'white spots' waargenomen.

De andere onderzoeken omvatten het bestuderen van het remineralisatieproces bij experimenteel geproduceerde glazuur-laesies. Deze laesies werden vaak in de mond geproduceerd door bijvoorbeeld een dun plaatje goud op een tand zodanig aan te brengen, dat er een kleine kier tussen tand en plaatje aanwezig was om zodoende verhoogde plaqueretentie te bewerkstelligen.³¹ Was na enige weken een 'white spot' gevormd, dan werd het plaatje verwijderd en kon remineralisatie optreden.

Een andere vorm was het zogenaamde ICT-model (Intra-oral Cariogenicity

Test),³² waarbij stukjes glazuur van geëxtraheerde elementen in uitneembare prothesen werden geplaatst en bedekt met Teflon-gaas om plaqueretentie te bevorderen. Na verloop van tijd werd het gaas verwijderd en kon worden waargenomen dat de hardheid van het glazuur was afgenomen. Vervolgens werd vastgesteld dat de hardheid met de tijd langzaam toenam. In dit artikel zal aansluitend op de methode, zoals deze door Koulourides³² is beschreven, verslag worden gedaan van onderzoeken naar het in vivo remineralisatieproces van 'subsurface' laesies en 'surface softened' glazuur.

Het hoofddoel van het onderzoek was om te bepalen of het remineralisatieproces in vivo optreedt en wat de invloed is op dit proces van poetsen met NaF-tandpasta of spoelen met een NaF-oplossing.

3. Materiaal en methoden

Om het remineralisatieproces te kunnen vervolgen werden in eerste instantie van geëxtraheerde menselijke gebitselementen, stukjes glazuur gezaagd van ongeveer 3 bij 5 mm en vlakgeslepen. Deze stukjes werden ingebed in kunsthars en gedeeltelijk afgelakt om een stukje gezond glazuur als controle te houden. Vervolgens werden de preparaten gedemineraleerd² om, hetzij 'subsurface' laesies te verkrijgen voor het eerste experiment, dan wel 'surface softened' voor het tweede experiment. Na het demineralisatieproces werd de lak verwijderd en werden telkens twee stukjes glazuur in de buccale vleugel van de (partieële) onderprothese van 30 patiënten geplaatst. De glazuurpreparaten waren in beide experimenten gedurende 87 dagen in de mond aanwezig; de prothesen werden dag en nacht gedragen.

Beide remineralisatie-experimenten waren analoog van opzet en verschilden alleen in de uitgangssituatie, voor wat betreft het type glazuurdefect: de 'subsurface' laesie en de 'surface softening'.

In beide experimenten waren de 30 patiënten onderverdeeld in drie groepen van tien patiënten. Iedere groep had zijn eigen specifieke instructies, te weten:

Controlegroep (A): de patiënten van deze groep werden geïnstrueerd om de stukjes glazuur éénmaal per dag gedurende 30 seconden met water te poetsen.

Spoelgroep (B): de patiënten van deze groep werden geïnstrueerd om de stukjes glazuur éénmaal per dag gedurende 30 seconden met water te poetsen en vervol-

gens 5 minuten in een neutrale NaF-oplossing te leggen die 50 ppm fluoride bevatte.

Poetsgroep (C):

de patiënten van deze groep werden geïnstrueerd om de stukjes glazuur éénmaal per dag gedurende 30 seconden te poetsen met de bijgeleverde NaF-tandpasta die 1500 ppm fluoride bevatte.

Het remineralisatieproces werd gevolgd met behulp van microhardheidsmetingen, die bestaan uit het laten neerkomen van een diamant met een speciaal geslepen vorm onder een van te voren bepaald gewicht en vaste snelheid. Deze diamant laat in het glazuur een indeuking (indentatie) achter waarvan vervolgens in de microscoop de lengte kan worden afgelezen (afb. 3). Afname van de indentatielengte duidt op het harder worden van het glazuur.

Na afloop van de experimenten zijn de stukjes glazuur uit de prothesen verwijderd en met behulp van andere onderzoekstechnieken bestudeerd. In dit artikel zullen uitsluitend de resultaten van de microhardheidsmetingen worden besproken. De parameters die uit de experimenten worden verkregen, zijn:

- de indentatielengte in gezond glazuur: I^s ;
- de indentatielengte in gedemineraleerd glazuur: I_0 (hetzij in 'subsurface' laesies, hetzij in 'surface softened' glazuur);
- de indentatielengte na verschillende tijdstippen (t) in het geremineraleerde glazuur: $I(t)$.

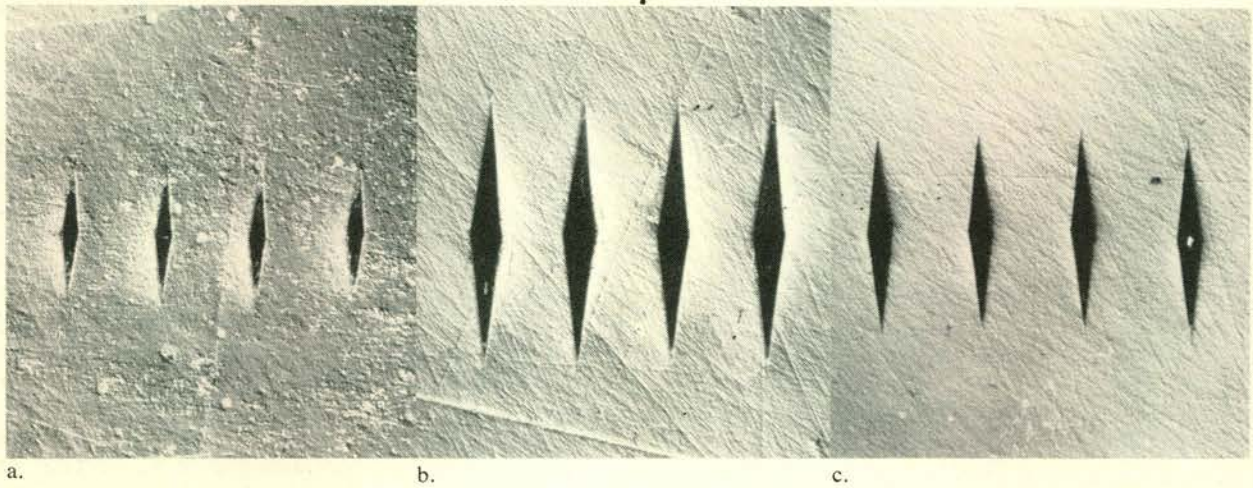
Hiervan kunnen de volgende parameters worden afgeleid:

- de indentatielengtereductie in μm : $\Delta I(t)$. Deze parameter geeft het herstel van de hardheid ten opzichte van de gedemineraleerde uitgangssituatie. De waarde wordt als volgt berekend: $\Delta I(t) = I_0 - I(t)$.
- de relatieve indentatielengtereductie in %: α .

Deze waarde geeft het percentage herstel aan op een bepaald moment ten opzichte van het maximaal haalbare herstel. Hiertoe wordt de volgende formule gebruikt:

$$\alpha = \frac{I_0 - I(t)}{I_0 - I^s} \times 100\%.$$

Indien het geremineraleerde glazuur de waarde van gezond glazuur bereikt ($I(t) = I^s$), is er 100% herstel, doch indien er geen remineralisatie optreedt ($I(t) = I_0$), bedraagt het herstel 0%.



Afb. 3. Microhardheid indentaties in:
a. gezond glazuur;
b. gedemineraliseerd glazuur;
c. geremineraliseerd glazuur.

Tabel I. Gemiddelde indentatielengte reductie ΔI in $\mu\text{m} \pm \text{S.E.}$

| t in dagen | Groep A (controle) | Groep B (spoel) | Groep C (poets) |
|------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| 2 | 0.5 ± 3.6 | -12.0 ± 6.5 | 5.3 ± 2.2 |
| 4 | 11.7 ± 3.6 | 1.3 ± 5.4 | 5.3 ± 3.8 |
| 16 | 21.5 ± 5.4 | 13.1 ± 5.6 | 25.3 ± 4.2 |
| 30 | 21.8 ± 7.2 | 5.6 ± 5.8 | 33.5 ± 5.1 |
| 44 | 29.6 ± 5.1 | 20.2 ± 6.9 | 36.5 ± 5.4 |
| 58 | 20.7 ± 8.3 | 20.5 ± 7.6 | 36.7 ± 6.5 |
| 87 | 26.2 ± 6.9 | 25.1 ± 6.7 | 34.4 ± 6.3 |

4. Resultaten

4.1. Resultaten van remineralisatie-experimenten van 'subsurface' laesies

4.1.1. Gezond glazuur

Bij het vergelijken van de hardheid vóór en na het remineralisatie-experiment, werd in de spoel- en controlegroep een 'softening' van het oorspronkelijk gezonde glazuur waargenomen. De verschillen die werden gevonden bedroegen een toename van de gemiddelde indentatielengte van 7 en 14 μm voor respectievelijk groep A en B. Deze verschillen waren statistisch significant ($p < 0.005$).

Na afloop van het experiment werd in de poetsgroep geen verschil gevonden tussen de aanvangswaarde en de waarde in het gezonde glazuur.

4.1.2. 'Subsurface' laesies

De uitgangssituatie met betrekking tot de gemiddelde indentatielengte (I) toonde geen statistisch significante verschillen tussen de drie groepen. De gemiddelde indentatielengte bij aanvang van het experiment bedroeg 321 μm . De eindwaarden voor de drie groepen A, B en C bedroegen respectievelijk 295, 301 en 283 μm . De standaardfout (SE) bedroeg voor alle gemiddelden ongeveer 6.5 μm . Alleen de verschillen tussen de poets- en spoelgroep en de poets- en controlegroep waren significant.

Het verloop van de gemiddelde indentatielengten, uitgezet tegen de tijd, is grafisch weergegeven in afbeelding 4.

De verschillen (ΔI) tussen de gemiddelde aanvangswaarden van de indentatielengten en de gemiddelde waarden op tijdstip t zijn weergegeven in tabel I. Uit tabel I kan worden afgeleid dat de mate van significant zijn van de verschillen tussen de groepen met de tijd afneemt.

Het percentage herstel (in%) van de indentatielengten (α) na afloop van het experiment voor de drie groepen is weergegeven in tabel II.

4.2. Resultaten van remineralisatie-experimenten van 'surface softening' glazuur

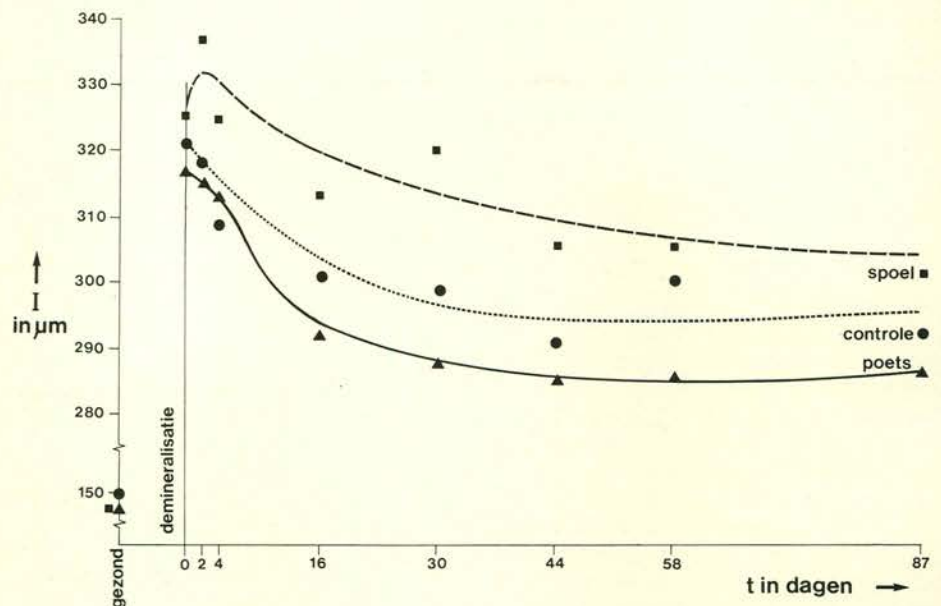
4.2.1. Gezond glazuur

Vergelijking van de gemiddelde indentatielengten in gezond glazuur vóór en na het

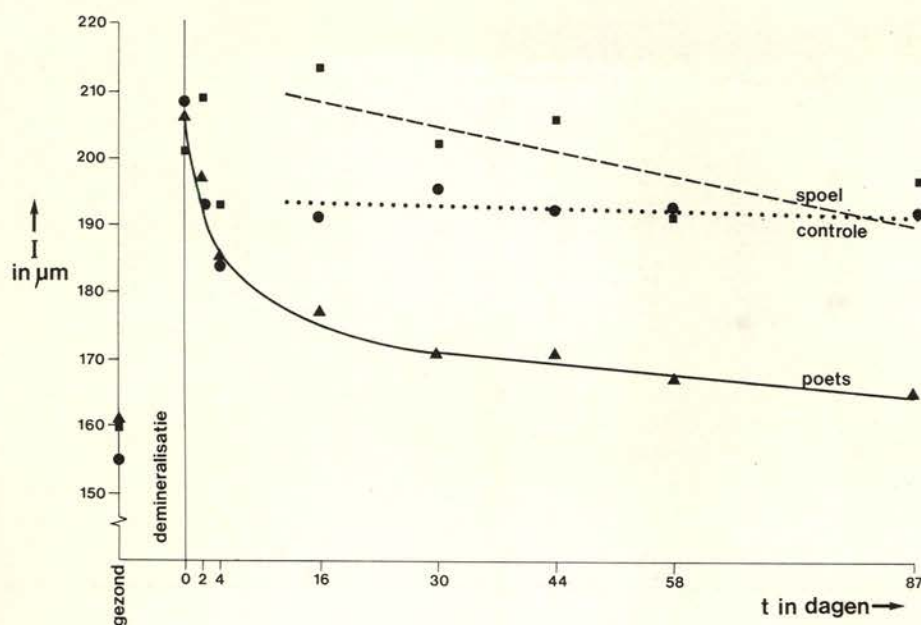
experiment leverden een toename op van de indentatielengten ('softening') van 12 μm voor de controlegroep en 26 μm voor de spoelgroep. In de poetsgroep was er geen verschil tussen de gemiddelde begin- en eindwaarden.

4.2.2. 'Surface softening' glazuur

De gemiddelde waarde van de indentatielengte bij aanvang van het experiment in het 'surface softened' glazuur bedroeg 205



Afb. 4. Gemiddelde indentatielengte van de poets-, spoel- en controlegroep als een functie van de tijd.



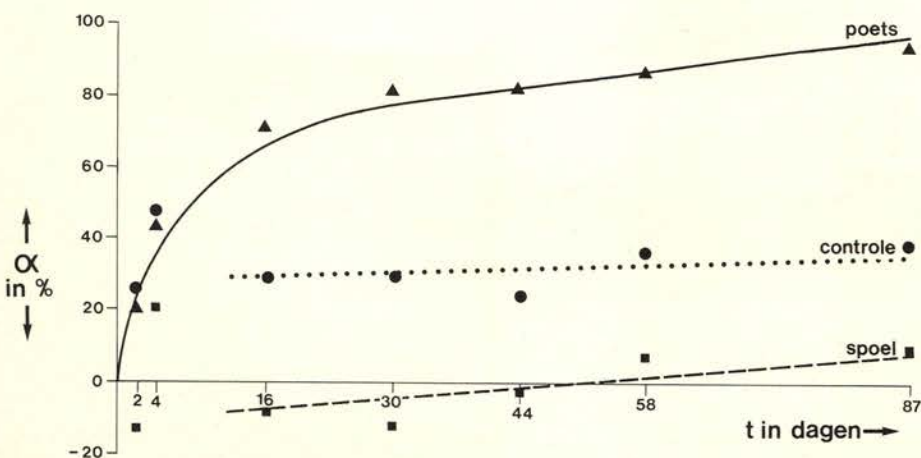
Afb. 5. Gemiddelde indentatielengte van de drie groepen als een functie van de tijd.

Tabel II. Relatieve indentatielengte reductie α in % \pm S.E. bij t = 87 dagen.

| Groep | α bij t= 87 | Vergelijk | p-waarde |
|-------------|--------------------|-----------|----------|
| A: Controle | 16 \pm 2.8 | A - C | < 0.01 |
| B: Spoel | 13 \pm 2.7 | B - C | < 0.005 |
| C: Poets | 20 \pm 2.8 | A - B | < 0.05 |

Tabel III. Gemiddelde indentatielengte reductie ΔI in $\mu\text{m} \pm$ S.E.

| t in dagen | Groep A (controle) | Groep B (spoel) | Groep C (poets) |
|------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| 2 | 15.2 \pm 3.3 | -8.0 \pm 2.7 | 10.6 \pm 2.3 |
| 4 | 23.5 \pm 3.8 | 8.3 \pm 1.6 | 22.0 \pm 4.9 |
| 16 | 18.3 \pm 4.2 | 0.9 \pm 5.3 | 30.6 \pm 2.9 |
| 30 | 13.6 \pm 3.0 | -0.7 \pm 4.0 | 35.5 \pm 3.4 |
| 44 | 11.8 \pm 4.2 | -5.1 \pm 6.4 | 36.6 \pm 5.1 |
| 58 | 15.2 \pm 3.3 | 4.1 \pm 4.8 | 39.3 \pm 4.8 |
| 87 | 17.1 \pm 4.3 | 3.0 \pm 5.0 | 41.7 \pm 5.0 |



Afb. 6. Relatieve reducties van de indentatielengten (α) voor de drie groepen als een functie van de tijd.

μm . De verschillen tussen de drie groepen, met betrekking tot de aanvangswaarden, waren niet statistisch significant. Na afloop van het experiment was er in de controle- en de poetsgroep een significante reductie van de gemiddelde indentatielengte opgetreden. Dit was niet het geval in de spoelgroep. Het verloop van de gemiddelde indentatielengten, gedurende het experiment, is weergegeven in afbeelding 5. De gemiddelde indentatielengtereductie in $\mu\text{m}(\Delta I)$ is weergegeven in tabel III. Uit deze gegevens is af te leiden dat de significantie met de tijd eerst toeneemt en daarna weinig verandert.

Het percentage herstel van de gemiddelde indentatielengten (α) bedraagt na afloop van de remineralisatieperiode 35% voor de controlegroep, 7% voor de spoelgroep en 93% voor de poetsgroep (alle verschillen $p < 0.005$).

Het percentage herstel van de indentatielengten (α) uitgezet tegen de tijd voor de drie groepen is in afbeelding 6 weergegeven.

5. Discussie

Met betrekking tot het gedrag van het gezonde glazuur is te zien dat tijdens beide experimenten, zowel in de spoel- als in de controlegroep, 'softening' optreedt. Het gezonde glazuur van de poetsgroep blijft in beide experimenten gelijk wat betreft de indentatielengte. Een mogelijk vergelijkbaar fenomeen werd ook bij afzonderlijke preparaten, wat betreft het gedemineraliseerde gedeelte, waargenomen direct na het plaatsen van de stukjes glazuur in de mond. Het minder hard worden heeft hier waarschijnlijk te maken met het feit dat op het moment van het aanbrengen de glazuur in de mond er (nog) geen evenwichtssituatie bestaat tussen het mondmilieu (speeksel van de patiënt) en het glazuur. Immers doordat tijdens het vervaardigen van de glazuurpreparaten de buitenste glazuurlaag is afgeslepen, zijn daarmee ook de aanwezige chemische gradiënten verwijderd.³³ Aangezien alleen bij aanvang en einde van het experiment hardheidsmetingen in het gezonde glazuur zijn uitgevoerd, is niet bekend of het minder hard worden van het gezonde glazuur direct in het begin is opgetreden, dan wel zich langzaam in de tijd heeft afgespeeld. Gedurende de experimenten hebben dezelfde remineraliserende eigenschappen van het speeksel en de fluoride-maatregelen op zowel gezond als gedemineraliseerd glazuur gewerkt en heeft remineralisatie in het aanvankelijk zachter geworden gezonde glazuur op een vergelijkbare wijze plaatsvonden als in het aangrenzende stukje gedemineraliseerd glazuur.

In beide experimenten was het remineralisatieproces van het gedemineraliseerde glazuur in de poetsgroep effectiever dan in de beide andere groepen. Vooral in het

experiment met 'surface softened' glazuur was de effectiviteit erg hoog (93%). In zijn algemeenheid was de mate van remineralisatie in deze proeven groter dan in die met 'subsurface' laesies.³⁴⁻³⁶ De oorzaak hiervoor is ongetwijfeld gelegen in het type glazuurdefect.¹⁹

Aangezien de groepen zich van elkaar onderscheiden in het toepassen van verschillende fluorideconcentraties en het al dan niet gebruiken van tandpasta, zullen de verklaringen voor de gevonden resultaten allereerst moeten worden gezocht in het abraderende of oppervlaktespanning verlagende effect van de tandpasta en de verschillen in fluorideconcentraties. Het abraderende effect van de tandpasta heeft mogelijk een plaatselijke verwijdering of 'verdunding' van de pellicel tot gevolg, waardoor het diffusieproces van mineralen door de pellicel in de richting van het glazuur wordt vergemakkelijkt.

De fluorideconcentratie van 50 ppm in de spoeloplossing is mogelijkwijze te laag om voor een voldoende bevordering van het remineralisatieproces te kunnen zorgen. Dit in tegenstelling tot de in vitro onderzoeken waarbij reeds een zeer laag fluoridegehalte (1 ppm) tot duidelijke verbetering van het remineralisatieproces leidde.³⁷ Kennelijk vormt de aanwezigheid van speeksel en pellicel een dusdanige barrière dat de effectiviteit van het fluoride hierdoor sterk afneemt. Aan de hand van fluorideprofielen, die na afloop van de experimenten van enkele stukjes glazuur zijn gemaakt,^{2,38} kan worden afgeleid dat het fluoride in de poetsgroep tot diep in de glazuurdefecten penetreert. Dit is niet het geval bij de preparaten uit de spoelgroep, waarbij het fluoride minder diep in de laesie doordringt en bovendien de concentratie op vergelijkbare diepten veel lager was dan bij de poetsgroep. Op grond hiervan lijkt het van belang dat voor een goede remineralisatie het fluoride tot diep in de laesie binnendringt.

Vergelijking van de resultaten van beide remineralisatie-experimenten leidt tot de volgende conclusies:

1. Het remineralisatieproces van 'surface softened' glazuur verloopt veel sneller en vollediger dan de remineralisatie van 'subsurface' laesies.
2. Het gebruik van gefluorideerde 1500 ppm F⁻-tandpasta was veel efficiënter met betrekking tot het remineralisatieproces dan het spoelen met de 50 ppm F⁻-oplossing.
3. Remineralisatie in vitro en in vivo verlopen voor zover het snelheid en efficiëntie betreft geheel verschillend.

6. Klinische relevantie

Uit de literatuur is bekend dat zowel het spoelen met NaF-oplossingen, als poetsen met fluoridetandpasta tot reductie van de

hoeveelheid cariës leidt.^{22-24 26 27 39} Reductie van cariës is te bewerkstelligen door enerzijds het demineralisatieproces af te remmen en anderzijds het remineralisatieproces te bevorderen. Combinatie van de in de literatuur vermelde resultaten met de bovengenoemde leidt tot de conclusie dat het gebruik van de fluoridehoudende tandpasta zowel de de- als de remineralisatie beïnvloedt.

Voor wat betreft de spoelvoelstoffen kan deze uitspraak niet worden gedaan. Het afremmen van het demineralisatieproces is mede op grond van de beschreven resultaten mogelijk de belangrijkste werking van de spoelvoelstof. Echter hierbij moet worden opgemerkt dat de in het onderzoek gebruikte spoelvoelstof 50 ppm F⁻ bevatte en gedurende vijf minuten werd gebruikt, terwijl in de literatuur voor het dagelijks spoelen meestal oplossingen van 200 ppm F⁻ worden toegepast gedurende één minuut.

Hoewel er momenteel een tendens is om de lokale fluoride-applicaties met lagere fluorideconcentraties uit te voeren is mogelijk de 50 ppm-waarde te laag om voor een voldoende grote drijvende kracht te zorgen bij het remineralisatieproces. Hiermee samenhangend zal de laesiediepte van het glazuurdefect ook van belang zijn bij de mate van remineralisatie omdat voor een optimaal herstelproces het fluoride tot diep in de laesie zal moeten kunnen penetreren. Hierbij lijkt de gradiënt een belangrijke rol te spelen. Naast de rol van het fluoride mag echter eveneens een belangrijk onderdeel worden toegeschreven aan het effect van het gebruiken van tandpasta. De hierin aanwezige abraderende middelen en detergentia kunnen een bevorderende rol spelen bij het diffusieproces.

Op grond van deze experimenten en de in de literatuur vermelde gegevens mag daarom van de fluoridetandpasta een hoger cariësbestrijdend effect worden verwacht dan van fluoridespoelingen.

Summary:

Title: Remineralization of enamel in vivo.

Keywords: Cariology - Remineralization - Enamel lesions

Caries reduction can be a result of both preventing demineralization of enamel and stimulating the remineralization process. In this investigation the influence was studied of the remineralization process on the total of caries reduction. Furtheron the effect of using of a 50 ppm NaF rinse solution or 1500 ppm NaF toothpaste on the remineralization process has been investigated. Human enamel specimens were placed in the lower prosthesis of 30 patients. Except for an untreated control area the sound enamel specimens were demineralized (subsurface lesions

being formed in experiment 1 and surface softened enamel in experiment 2). Microhardness measurement were carried out to follow the remineralization process.

The patients were divided into three groups, each with specific instructions. The control group brushed daily with water only, the 'rinse' group additionally used a 50 ppm NaF solution and the 'brush' group brushed with 1500 ppm NaF toothpaste. The results showed the highest efficiency of the remineralization process in the brush group for both experiments.

The fluoride concentrations and the abrading effect of the toothpaste seem to play an important role.

Literatuur:

1. Purdell-Lewis DJ. Stannous Fluoride. Its effect on artificially demineralized enamel. Thesis Utrecht, 1977.
2. Gelhard TBFM. Remineralization of human enamel in vivo. Thesis Groningen, 1982.
3. Gustafson G, Sundström B. Enamel: Morphological Considerations. J Dent Res 1975; Spec Iss B, 54: 114-120.
4. Arends J, Cate JM ten. Tooth enamel remineralization. J Cryst Growth 1981; 53: 135-147.
5. Goldberg M, Arends J, Septier D, Jongbloed WL. Microchannels in the surface zone of artificially produced caries like enamel lesions. J Biol Buccale 1981; 9: 297-314.
6. Haikel Y, Frank RM, Voegel JC. Scanning electron microscopy of the human enamel surface layer of incipient carious lesions. Caries Res 1983; 17: 1-13.
7. Bartheld F von. Decalcification in initial caries. Ned Tijdschr Tandheelkd 1958; 65: 76-88.
8. Gray JA, Francis MD. Physical Chemistry of enamel dissolution. In Mechanisms of hard tissue destruction. Washington: American Association for the advancement of Science 1963: 213-260.
9. Holly FJ, Gray JA. Mechanism for incipient carious lesion growth utilizing a physical model based on diffusion concepts. Arch Oral Biol 1968; 13: 319-334.
10. Moreno EC, Zahradnik RT. Chemistry of enamel subsurface demineralization in vitro. J Dent Res 1974; 53: 226-235.
11. Zahradnik RT, Moreno EC. Progressive stages of subsurface demineralization of human tooth enamel. Arch Oral Biol 1977; 22: 585-591.
12. Christofferson J, Arends J. Progress of artificial carious lesions in enamel. Caries Res 1983; in druk.
13. Arends J. Mechanism of dental caries. In: Biological Mineralization and Demineralization ed. Nancollas GH. Dahlem Conference. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag 1982: 303-324.
14. Sognaes RF. Mechanism of hard tissue destruction. Chapter IV publication 75. American Association for advancement of Science 1963: 91-153.

15. Lenz H, Mühlemann HR. In-vivo and in-vitro effects of saliva on etched or mechanically marked enamel after certain periods of time. *Helv Odont Acta* 1963; 7: 30-33.
16. Lenz H, Mühlemann HR. Repair of etched enamel exposed to the oral environment. *Helv Odont Acta* 1963; 7: 47-49.
17. Johansson B. Remineralization of slightly etched enamel. *J Dent Res* 1965; 44: 64-70.
18. Head J. A study of saliva and its action in tooth enamel in reference to its hardening and softening. *J Am Med Assoc* 1912; 59: 2118-2122.
19. Cate JM ten. Remineralization of enamel lesions. A study of the physico-chemical mechanism. Thesis, Groningen: 1979.
20. Arends J, Cate JM ten. Tooth enamel remineralization. *J Cryst Growth* 1981; 53: 135-147.
21. Silverstone LM. Remineralization phenomena. *Caries Res* 1977; 11 (suppl 1): 59-84.
22. Torall P, Ericsson Y. Two year clinical tests with different methods of local caries preventive fluoride applications in Swedish school-children. *Acta Odontol Scand* 1965; 23: 287-322.
23. Ericsson Y, Forsman B. Fluoride retained from mouth rinses and dentifrices in pre-school-children. *Caries Res* 1969; 3: 290-299.
24. Reed MW, King JD. A clinical evaluation of a sodium fluoride dentifrice. *Pharm and Ther in Dent* 1975; 2: 77-82.
25. Axelsson P, Lindhe J. The effect of a plaque control program on gingivitis and dental caries in school-children. *J Dent Res* 1977; Spec Issue C: 56: 142-148.
26. Fehr FR von der, Møller IJ. Caries preventive fluoride dentifrices. *Caries Res* 1978; 12 (suppl 1): 31-37.
27. Poulson S, Gadegaard E, Mortensen B. Cariostatic effect of daily use of a fluoride-containing lozenge compared to fortnightly rinses with 0.2% sodium fluoride. *Caries Res* 1981; 236-242.
28. Backer Dirks O. Posteruptive changes in dental enamel. *J Dent Res* 1966; 45: 503-511.
29. Fehr FR von der, Loë H, Theilade E. Experimental caries in man. *Caries Res* 1970; 4: 131-148.
30. Loë H, Fehr FR von der, Schiott CR. Inhibition of experimental caries by plaque prevention. The effect of chlorohexidine mouth rinses. *Scand J Dent Res* 1972; 80: 1-9.
31. Nygaard Ostby B, Mørch T, Kals E. A method for caries production in selected tooth surfaces in vivo. *Acta Odontol Scand* 1975; 15: 357-363.
32. Koulourides T. Dynamics of tooth surface oral fluid equilibrium. In: *Advances in Oral Biology*. Peter Staple: ed. Academic Press Inc., New York 1966; 2: 149-171.
33. Arends J, Schuthof J, Jongbloed WL. Mineral properties of the outer tooth surface. Proceedings: Workshop on dental plaque and surface interactions in the oral cavity: ed. Leach SA, London: I R L 1980.
34. Gelhard TBFM, Arends J. In vivo remineralization of artificial subsurface lesions in human enamel (I). *J Biol Buccale Res* 1983; in voorbereiding.
35. Gelhard TBFM, Arends J. Microradiography of in vivo remineralized human enamel (II). *J Biol Buccale* 1983; in voorbereiding.
36. Gelhard TBFM, Arends J. In vivo remineralization and rehardening of softened human enamel (III). *J Biol Buccale* 1983; in voorbereiding.
37. Cate JM ten, Arends J. Remineralization of artificial enamel lesions in vitro. *Caries Res* 1977; 11: 277-286.
38. Gelhard TBFM, Lodding A, Arends J. Fluoride gradients after in vivo remineralization of human enamel lesions. *Caries Res* 1983; in voorbereiding.
39. Birkeland JM, Torell P. Caries preventive fluoride mouthrinses. *Caries Res* 1978; 12 (suppl 1): 38-51.

Maart 1983. Adres: Dr. T.B.F.M. Gelhard,
Ant. Deusinglaan 1,
9713 AV Groningen.

INNOVATIE IN DE TANDHEELKUNDE: NIET BOREN

O. BACKER DIRKS

Trefwoorden: Cariologie – Beginnende laesie – Remineralisatie – Indicatie

Inleiding

Meestal is de tijd die verloopt tussen de publikatie van klinische onderzoekresultaten, de vertaling daarvan in laboratoriumexperimenten en het gebruik van beide gegevens bij de behandeling van de patiënt lang.

Zo is het ook met het onderzoek van Martha Ehrensberger¹ geweest, die reeds in 1930 met behulp van Andresens remineralisatiepoeder in vivo witte vlekken 'genas'. Nu, 40 jaar later, geloven veel tandartsen in deze mogelijkheid, maar slechts weinigen behandelen bewust initiële cariëslaesies op een niet-destructieve wijze.

De interactie van het glazuur met het fysisch-chemische gebeuren in de tandplaque leidt uiteindelijk óf tot een caviteit óf tot een sterker glazuur. De vraag is nu hoe kunnen wij – dat wil zeggen patiënt en tandarts te zamen – dit proces in de juiste richting sturen en dus de caviteit met de dan meestal onvermijdelijke vulling voorkómen.

Waarom vullen?

In het verleden is de basisgedachte geweest dat elke carieuze laesie uiteindelijk altijd een caviteit wordt. De stelling van Kantorowicz, 'elke kleine laesie moet zo snel mogelijk gevuld worden', sloot hier nauw op aan en werd vooral in de schooltandverzorging sterk gepropageerd. De wetenschap dat de laesie meestal dieper is dan verondersteld wordt, of op de foto te zien is, onderstreepte nog eens de genoemde stelling.

Het was op grond hiervan vanzelfsprekend dat men poogde de diagnose zo vroeg mogelijk te stellen, de hardstalen sonde – occlusaal maar ook proximaal en gingivaal – en de röntgenfoto speelden hierbij een grote rol. De vragen hoelang de levensduur van de vulling zou zijn en welke gevaren de vulling zou inhouden, werden zelden gesteld.

Indien men zich van het remineralisatieproces bewust is, zullen de beslissingscriteria voor wel of niet vullen, geheel andere

Samenvatting:

In dit artikel wordt gepoogd een basis te leggen voor een verschuiving van de indicatie tot operatief behandelen van cariëslaesies naar een grotere plaats voor het scheppen van voorwaarden voor het genezen, in de eerste plaats van glazuurlaesies.

Aangetoond wordt dat vooral gingivale en proximale glazuurlaesies er vele jaren over doen voordat zij tot dentinelaesies worden. In de tandplaque heerst een bewegelijk evenwicht dat enerzijds tot het ontstaan van caviteiten kan leiden, maar anderzijds juist tot versterking van het glazuur. Glazuurlaesies blijken te kunnen genezen, terwijl tweederde van de laesies stationair worden. Hierdoor zijn er op 15-jarige leeftijd 2-3 keer zoveel proximale glazuurlaesies als dentinelaesies.

De diagnostiek van deze glazuurlaesies in een jong stadium en hun behandel mogelijkheden worden kort besproken.

zijn. De primaire vraag is dan: is een vulling nodig of is er nog tijd voor een niet-restauratieve oplossing? Het antwoord wordt onder meer bepaald door: is er progressie en