

CARIËS ZONDER CAVITEIT

A. GROENEVELD

*Uit de Werkgroep TNO Tand- en Mondziekten.
Hoofd: Dr. A. Groeneveld.*

Trefwoorden: Cariologie – Epidemiologie – Drinkwaterfluoridering – Cariës

Gedurende de laatste decennia is er een belangrijke wijziging opgetreden betreffende de opvatting over de pathogenese van het cariësproces.

Aanvankelijk werd op grond van de chemo-parasitaire theorie van Miller, uit het eind van de vorige eeuw, het cariësproces gezien als een eenvoudige progressief verloopende ontkalking van het glazuur. Het glazuur werd beschouwd als een inert materiaal, onderhevig aan zuuraanvallen vanuit de tandplaque, leidend tot het oplossen ervan zonder dat het glazuur zich daartegen kon verzetten. Later werd duidelijk dat fluoride het glazuur te hulp kan komen, naar men dacht door de vorming van het minder oplosbare fluorapatiet.

Tegenwoordig zijn de onderzoekers het erover eens dat het cariësproces een dynamisch proces is waarbij uitwisseling van ionen tussen glazuur en zijn omgeving (plaque, speeksel) bij voortdurend plaatsvindt. Bij een neutrale pH zal de ionenuitwisseling langzaam plaatsvinden en in een fase van evenwicht verkeren: evenveel ionen zullen uit het glazuur komen als er weer ingaan. Wanneer de pH daalt, door zuurproductie van de bacteriën in de plaque, zal dit evenwicht verbroken worden en calcium- en fosfaat-ionen zullen snel uit het glazuur de plaque binnen diffunderen. De plaque zal oververzadigd worden met deze ionen, zeker als de pH op een later tijdstip weer stijgt, met het gevolg dat de ionen weer in het glazuur kunnen worden opgenomen. Er treedt in het glazuur afwisselend een fase van demineralisatie en een fase van remineralisatie op. Wanneer gedurende een zekere tijd meer calcium- en fosfaat-ionen het glazuur verlaten dan er in terugkeren, zal het cariësproces een aanvang hebben genomen. In het tegenovergestel-

de geval is 'genezing' van het glazuur mogelijk op grond waarvan de remineralisatie van initiële cariëslesies, theoretisch, verklaard kan worden.

Hoewel remineralisatie reeds in 1912 door Head in een serie experimenten getoond werd, gaf de publikatie 'Post-eruptive changes in enamel' van Backer Dirks in 1966 de aanzet tot verder onderzoek naar dit verschijnsel zowel in vivo (Von der Fehr) als in vitro (Silverstone, Ten Cate). Backer Dirks toonde aan dat van 72 witte cariëslesies die op het buccale vlak van de eerste bovenmolaar op 8-jarige leeftijd voorkwamen, er op 15-jarige leeftijd 37 onzichtbaar zijn geworden. Hoe belangrijk deze waarneming was moge blijken uit het feit dat vrijwel alle huidige publikaties, die handelen over de remineralisatie, naar dit artikel verwijzen. Het denkbeeld dat het cariësproces onomkeerbaar voortschrijdt, is op grond van deze niet voor een andere uitleg vatbare gegevens, tegenwoordig dan ook verlaten.

Fluoride speelt in dit proces een belangrijke rol. Maar voordat hierop nader wordt ingegaan is het voor een goed begrip noodzakelijk een aantal klinische waarnemingen te bespreken betreffende de initiële cariëslesies, zoals die gedaan werden in het onderzoek betreffende het effect van de drinkwaterfluoridering.

Klinische waarnemingen

In de epidemiologie is het gebruikelijk om bij het scoren van cariës een gradatie toe te passen waarbij op (gestandaardiseerde) röntgenfoto's de penetratiediepte van de aantasting bepaald wordt. Zo betekent 'cariës I' dat de aantasting op de foto zich beperkt tot het glazuur, bij 'cariës II' is de penetratie voortgeschreden tot in het dentine, 'cariës III' geeft een diepte

Samenvatting:

Epidemiologische gegevens, verzameld in het kader van het drinkwaterfluorideringsexperiment in Tiel (+F) en Culemborg (-F), tonen aan dat het totaal aantal aangetaste buccale en proximale vlakken op het 15e en 18e jaar in beide gebieden aan elkaar gelijk is. Dit geldt alleen wanneer men de glazuurcariës, het beginstadium van het cariësproces waarbij nog geen caviteit is opgetreden, bij de beschouwingen betreft. Wat de buccale vlakken betreft zijn de gegevens verkregen uit een in duplo uitgevoerd klinisch onderzoek. Het aantal aangetaste proximale vlakken werd verkregen door middel van een berekening. Dit omdat de proximale vlakken gediagnostiseerd werden aan de hand van gestandaardiseerde röntgenfoto's die, zoals uit onderzoek blijkt, slechts 20% van het aantal initiële cariëslesies zichtbaar kunnen maken.

Aangetoond kon worden dat in een gefluorideerd gebied de cariësprogressie juist sterk beïnvloed wordt, waardoor een hoog percentage van de aangetaste vlakken in Tiel in het stadium van de glazuurcariës blijft steken.

Op grond van deze gegevens en resultaten van in vitro onderzoek wordt een hypothese ontwikkeld over het werkingsmechanisme van fluoride.

aan die verder reikt dan halverwege het dentine, om tenslotte bij 'cariës IV' de pulpakamer te raken. 'Cariës V' geeft aan dat het betreffende vlak van een vulling is voorzien. Men kan met behulp hiervan nu in Tiel (destijds gefluorideerd) en Culemborg (niet gefluorideerd) deze verschillende stadia met elkaar vergelijken. Ook vroegere onderzoekers constateerden reeds dat, naarmate de aantasting ernstiger wordt, de reductie van het aantal lesies uitgedrukt in procenten groter wordt. In tabel I worden op deze wijze de proximale vlakken in de premolaar/molaarstreek uit Tiel met die van Culemborg vergeleken, bij een groep 15-jarigen die in Tiel vanaf de geboorte gefluorideerd drinkwater gebruikten. Men ziet de reductiepercentages voor cariës II, III en IV oplopen van 58% voor cariës II tot 74% voor cariës IV. Bij extracties, uitgedrukt in het aantal geëxtraheerde caviteiten (II+III+IV) loopt de reductie zelfs op tot 83%. De relatief lage reductie die optreedt bij

Tabel I. Aantal aangetaste vlakken en het percentage reductie op de proximale vlakken in de premolaar/molaarstreek per 100 kinderen op het 15e jaar

Cariësgraad	TIEL (+ F) aantal vlakken	CULEMBORG (- F) aantal vlakken	reductie in %
I	631	630	0
II	135	322	58
III	33	111	70
IV	5	19	74
V(ulling)	56	154	64
Extractie	19	107	83
Totaal	871	1357	36

het aantal gevulde vlakken is niet verwonderlijk als men bedenkt, dat in het algemeen vlakken van een vulling worden voorzien wanneer de cariës het stadium 'laat' II of 'vroeg' III bereikt heeft.

Het meest opvallend in de tabel is echter het ontbreken van enige reductie in stadium I; het aantal vlakken met glazuurcariës is in Tiel op het 15e jaar gelijk aan het aantal in Culemborg. Een goede reden om dit verschijnsel eens nader te onderzoeken.

Heeft fluoride geen effect op het optreden van glazuurcariës: het stadium waarbij nog geen caviteit is ontstaan en het oppervlak nog relatief intact is?

Wellicht ten overvloede zij hier opgemerkt dat uit een dergelijk gegeven niet de conclusie getrokken mag worden dat het effect van de drinkwaterfluoridering geringer is dan men aanvankelijk heeft aangetoond. Immers, voor het restauratief ingrijpen van de practiserende tandarts zijn juist de stadia II, III en IV van belang en daar zijn de reductiepercentages aanzienlijk. De scherpzinnige lezer zal opmerken dat de vlakken die op het 15e jaar het stadium II, III of IV hebben bereikt of

gevuld of geëxtraheerd zijn, toch ook alle eens het stadium I hebben doorlopen. En hij heeft gelijk. Het percentage reductie van alle vlakken die in het stadium I verkeren of het stadium I hebben doorlopen is dan ook 36 voor de premolaar/molaarstreek (zie tabel I, onderste regel). Er schuilt echter een addertje onder het gras. De proximale glazuurcariës is gediagnostiseerd aan de hand van gestandaardiseerde röntgenfoto's.

Uit onderzoek is bekend, dat deze glazuurcariës relatief ver voortgeschreden moet zijn (verder dan de röntgenfoto aangeeft) voordat zij met behulp van de röntgenfoto zichtbaar gemaakt kan worden (Purdell-Lewis, 1974). Met andere woorden het aantal vlakken met glazuurcariës zal aanzienlijk groter zijn dan de röntgenopname aangeeft.

Deze complicatie treedt niet op wanneer de diagnose gesteld kan worden bij vlakken die voor directe klinische waarneming toegankelijk zijn, nl. de buccale gladde vlakken van de elementen. Vandaar dat wij deze vlakken eerst eens aan een nader onderzoek onderwerpen en daarna weer naar de proximale vlakken terugkeren.

Het buccale vlak

Bij het scoren van cariës op het buccale vlak wordt een andere graduatie toegepast, omdat de penetratiediepte van de aantasting klinisch niet waarneembaar is. Een viertal categorieën wordt onderscheiden, waarin de progressie van het cariësproces weergegeven wordt.

Cariës, die zich manifesteert als een glimmende witte vlek, waarbij het oppervlak intact gebleven is, wordt als 'cw?' (cariës witte vlek) gescoord. Het volgende stadium wordt aangeduid met 'cw', waarbij het oppervlak meestal nog wel intact is maar als een doffe witte vlek ook in natte toestand waar te nemen is.

Een caviteit op het buccale vlak wordt gescoord als 'cc', ongeacht het feit of de pulpa al dan niet bereikt is (vergelijkbaar met cariës II, III en IV op het proximale vlak).

Tabel II laat bij een longitudinaal gevolgde groep van 7 tot 18 jaar het verloop van de cariës in Tiel en Culemborg zien voor vlakken die glazuurcariës hebben gehad. Er is een correctie toegepast voor de vlakken die geëxtraheerd werden. Als er voor de extractie bij de laatste diagnose sprake was van cc of vulling op het vlak dan wordt dit vlak geplaatst bij elk volgend onderzoek in de categorie cc of V. Wanneer bij de laatste diagnose het vlak gaaf was of glazuurcariës vertoonde werd op grond van andere gebitsgegevens het vermoedelijke verloop van de cariës op dat vlak genoteerd en in de betreffende categorie opgenomen. De invloed van een dergelijke herberekening is in Culemborg op het 18e jaar het grootst en ligt in de orde van grootte van 7 à 8% terwijl die invloed vóór het 15e jaar verwaarloosbaar klein is. De tabel toont een aantal interessante feiten.

1. Het aantal vlakken met cw? is in het gefluorideerde Tiel groter dan in Culemborg voor alle leeftijdscategorieën.
2. Het aantal vlakken met cw is in Culemborg aanvankelijk groter, maar op het 15e jaar gelijk en op het 18e jaar kleiner.

Tabel II. Aantal aangetaste buccale vlakken per 100 kinderen. Longitudinaal onderzoek van het 7e tot en met het 18e jaar bij de geboorteklasse 1953. In Tiel werd het drinkwater in 1953 gefluorideerd. Gecorrigeerd voor extracties.

Leeftijd	TIEL (+ F)			totaal	CULEMBORG (- F)			totaal
	cw?	cw	cc+V		cw?	cw	cc+V	
7	47	128	4	180	23	199	41	263
9	154	158	11	324	107	275	83	465
11	337	173	16	525	214	274	134	622
13	436	288	24	749	231	440	255	926
15	527	429	42	998	288	451	324	1063
18	419	721	87	1227	193	527	418	1138

3. Het aantal buccale vlakken met een caviteit en vulling is in Culemborg zeer veel groter dan in Tiel. Zelfs op het 18e jaar is de reductie in Tiel nog erg groot, namelijk 79%.
4. Het totaal aantal aangetaste vlakken is op het 15e en 18e jaar in Tiel en Culemborg gelijk.

Approximale vlakken

Het is niet onwaarschijnlijk dat ook bij de approximale vlakken het totaal aantal vlakken dat aangetast werd op latere leeftijd gelijk is. Rugg-Gunn toonde aan dat bij approximale vlakken die toegankelijk waren voor klinisch onderzoek $\pm 50\%$ van de vlakken met een cw en slechts $\pm 20\%$ van de vlakken met een cw? op de röntgenfoto's gediagnostiseerd konden worden. Dit onderzoek werd op dezelfde gestandaardiseerde wijze uitgevoerd als gebruikelijk was bij de studie in Tiel en Culemborg. Als men aanneemt dat dit ook voor het Nederlandse onderzoek geldt en men bovendien aanneemt dat de verhouding tussen de vlakken met glazuurcariës en het totaal aantal aangetaste vlakken buccaal en approximaal gelijk is kan men berekenen hoeveel glazuurcariës er op de approximale vlakken aanwezig zou kunnen zijn als deze vlakken voor klinisch onderzoek toegankelijk zouden zijn geweest.

Toepassing van de volgende formule:

$$\frac{\text{totaal aantal aangetaste vlakken}}{20\% \text{ cw?} + 50\% \text{ cw} + \text{cc} + \text{V}} \text{ buccaal : } \frac{\text{totaal aantal aangetaste vlakken}}{\text{totaal aantal aangetaste vlakken volgens de X-foto}}$$

leidt tot de berekening van het totaal aantal aangetaste approximale vlakken. Het resultaat wordt in de tabel III getoond. Het verschil in totaal aangetaste vlakken is op het 18e jaar tussen Tiel en Culemborg erg klein geworden. Het is goed om hier vast te stellen, dat deze berekening berust op veronderstellingen en dat de werkelijkheid een andere zou kunnen zijn. Men kan echter niet anders, omdat de approximale vlakken in het algemeen nu eenmaal niet toegankelijk zijn voor visuele inspectie. Aan de andere kant is de uitkomst niet zo onwaarschijnlijk als men in het oog houdt dat juist de initiële

Tabel III. Totaal aantal aangetaste approximale vlakken (exclusief onderfront, inclusief bovenfront) per 100 kinderen. Longitudinaal onderzoek bij de geboorteklasse 1953. De tabel geeft het aantal berekende vlakken. Tussen haakjes het aantal werkelijk op de röntgenfoto aangetroffen aantastingen.

Leeftijd	TIEL (+ F)	CULEMBORG (- F)
7	106 (46)	219 (121)
9	488 (183)	672 (350)
11	1243 (412)	1656 (835)
13	2435 (832)	2982 (1678)
15	2960 (1073)	3456 (1973)
18	3480 (1506)	3506 (2218)

lesies over het hoofd worden gezien bij de röntgenopname. De tendens uit tabel I, dat het reductiepercentage tussen Tiel en Culemborg juist geringer wordt naarmate de aantasting minder ernstig is wordt door deze berekening bevestigd.

Men kan ook op een andere manier nog informatie verwerven over het gedrag van de glazuurcariëslesie. In tabel IV is weergegeven de verhouding tussen het aantal glazuurlesies en het totale aantal aangetaste vlakken op verschillende leeftijd. Naarmate het quotiënt groter is, is de fractie van het aantal glazuurlesies eveneens groter. Men ziet in Culemborg het quotiënt met de leeftijd aanzienlijk sterker dalen dan in Tiel. Op 15-jarige leeftijd is het aantal glazuurlesies gedaald tot de helft van het totaal aantal aangetaste vlakken.

In Tiel is op 15-jarige leeftijd het quotiënt nog 0.8, dat wil zeggen 80% van het totaal aantal aangetaste vlakken bevindt zich nog in het stadium van de glazuurcariës.

De conclusie uit het voorgaande is:

- 1e. Het totaal aantal aangetaste vlakken is op latere leeftijd (15e of 18e jaar) in een gefluorideerd gebied gelijk aan het aantal in een niet-gefluorideerd gebied. In ieder geval geldt dit voor de buccale vlakken, maar waarschijnlijk ook voor de approximale vlakken.

Tabel IV. Verhouding tussen aantal glazuurlesies en totaal aantal aantastingen ($\frac{1}{1-V}$) per 100 kinderen.

Longitudinaal onderzoek bij de geboorteklasse 1953. Bij de berekening is gebruik gemaakt van de werkelijk op de röntgenfoto aangetroffen aantastingen op de approximale vlakken (exclusief onderfront, inclusief bovenfront).

Leeftijd	TIEL (+ F)	CULEMBORG (- F)
7	0.9	0.8
9	0.9	0.7
11	0.9	0.65
13	0.85	0.6
15	0.8	0.5
18	0.7	0.45

- 2e. De cariësprogressie in Tiel is lager dan in Culemborg, hetgeen blijkt uit tabel IV. In Tiel blijft het cariësproces in relatief veel vlakken als het ware steken in het stadium van de glazuurcariës.

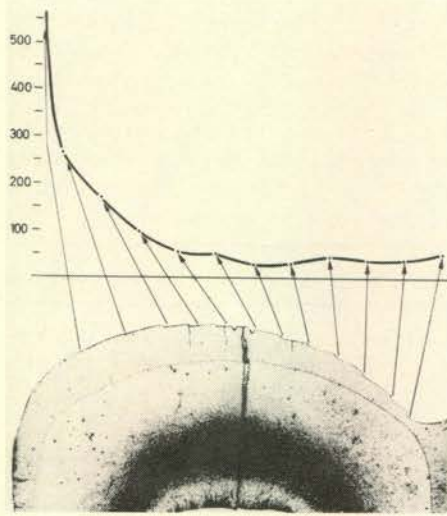
Deze conclusie roept een aantal belangrijke vragen op. We beperken ons tot de twee volgende.

Ten eerste: Als het aantal aangetaste vlakken in Tiel en Culemborg gelijk is, volgt daar dan niet uit dat het effect van de remineralisatie in Tiel en Culemborg ook gelijk moet zijn?

Immers, wanneer onder invloed van fluoride een aantal aantastingen door remineralisatie zou verdwijnen zou het totale aantal vlakken met aantastingen in Tiel toch aanmerkelijk minder moeten zijn dan in Culemborg. Bovendien zou het percentage reductie naarmate de aantasting minder ernstig is juist groter moeten worden en in ieder geval in de tijd moeten toenemen. Het tegendeel blijkt echter het geval te zijn.

Ten tweede: Hoe komt het dat juist aan het oppervlak van het glazuur, waar het fluoridegehalte van het glazuur het hoogst is, de reductie het kleinst is?

Afbeelding 1 geeft het fluoridegehalte van het glazuur vanaf het oppervlak naar binnen toe weer. Wanneer fluoride post- maar vooral pre-eruptief ingebouwd zou worden als het minder oplosbare fluorapatiet zou men verwachten dat het gehalte aan fluorapatiet in het glazuur een zelfde verloop heeft. Op grond hiervan zou men veronder-



Afb. 1. Fluoridegehalte van glazuur in ppm als functie van de diepte (naar Weatherell en Hargreaves, 1965).

stellen dat het glazuur aan het oppervlak het minst oplosbaar is. Dientengevolge zou de reductie aan het oppervlak het grootst moeten zijn en bij voortschrijden van het cariësproces naar binnen toe moeten afnemen. Ook hier is weer het tegendeel het geval. Het zal duidelijk zijn dat de werking van fluoride niet eenvoudig verklaard kan worden door de cariësremming toe te schrijven aan de vorming van het minder oplosbare fluorapatiet in het glazuur. De werking van het fluoride-ion is veel ingewikkelder. Evenals de inzichten omtrent het cariësproces gewijzigd zijn, zo zijn ook de opvattingen omtrent het werkingsmechanisme van fluoride de laatste jaren sterk veranderd.

Het werkingsmechanisme van fluoride

Vroegere onderzoekers gingen uit van de gedachte dat fluoride vooral tijdens de vorming van het glazuur als fluorapatiet werd ingebouwd. Fluorapatiet zou dan vanwege zijn geringere oplosbaarheid in vergelijking met het hydroxylapatiet de oorzaak zijn van het verminderde optreden van cariës.

Chemisch-analytisch onderzoek toont echter aan dat gefluorideerd hydroxylapatiet bij hogere pH stabiel is dan fluorapatiet. Onder fysiologische omstandigheden bij een pH dicht bij 7 (waarschijnlijk de situatie tijdens de

glazuurvorming) mag men dan ook verwachten dat gefluorideerd hydroxylapatiet wordt gevormd in plaats van fluorapatiet. Inderdaad hebben verschillende onderzoekers aangetoond (Elliot, 1969) dat dit in glazuur uit een gefluorideerde streek inderdaad het geval is. Het verschil in oplosbaarheid tussen hydroxylapatiet en gefluorideerd hydroxylapatiet is dermate klein dat niet de vorming van het laatstgenoemde mineraal de oorzaak kan zijn van een significant minder voorkomen van cariës in een gefluorideerd gebied.

Russell (1949) toonde aan dat kinderen die gefluorideerd water gebruikten tot dat zij de leeftijd van 6 jaar bereikten slechts tijdelijk profijt van deze maatregel hadden (enige cariësreductie tot het 10e jaar), maar dat dit effect op 14- tot 16-jarige leeftijd verloren was gegaan. Alleen bij kinderen die ook na de doorbraak nog gefluorideerd water hadden gebruikt, bleef het effect behouden. Met andere woorden: fluoride moet beschikbaar blijven in de post-eruptieve fase van het glazuur. Deze posteruptieve fase van het glazuur kenmerkt zich zoals we reeds zagen door een voortdurende wisseling van demineralisatie- en remineralisatieperioden en blijktbaar is het van belang dat fluoride dan aanwezig is. Dit is in overeenstemming met in vitro experimenten die laten zien dat fluoride zelfs in lage concentratie (0,2 - 1 ppm), toegevoegd aan demineralisatie-oplossingen, de oplosbaarheid van glazuur aanzienlijk kan vertragen. Bovendien blijkt uit verschillende in vitro experimenten dat fluoride de remineralisatie van cariëslesies sterk bevordert.

Dit zijn twee verschillende manieren waarop fluoride werkzaam kan zijn. Theuns (persoonlijke mededeling) toonde aan dat de voortschrijding van de lesie aanvankelijk snel verloopt, maar na relatief korte tijd vertraagt. Dit treedt ook op onder omstandigheden waarbij weinig fluoride aanwezig is. Bij verhoogde fluorideconcentraties blijkt dit echter nog sterker het geval te zijn. De lesies worden dan in het begin wel gevormd, maar na verloop van tijd, wanneer de lesies enige diepte hebben bereikt, wordt de demi-

neralisatie zelfs tot staan gebracht. Dit zou kunnen betekenen dat er tijdens de ontkalking door de oververzadiging aan fluorapatiet in de poriënvloeistof in het glazuur een situatie is ontstaan waarbij het meeste glazuurmineraal niet meer in oplossing kan gaan. Men stelt zich nu voor dat de poriënvloeistof door het voortdurend vervangen of transformeren van mineralen tijdens de demineralisatie in een evenwichtstoestand komt met het glazuurmineraal zodat de cariëslesie niet meer voortschrijdt.

Maar ook remineralisatie speelt een rol bij het cariësproces. Driessens (1982) heeft in recente publikaties aannemelijk gemaakt dat tandglazuur niet is samengesteld uit een enkel soort apatiet, maar dat drie verschillende soorten apatiet met sterk verschillend oplosgedrag in tandglazuur voorkomen. Tijdens de demineralisatie verdwijnen de meest oplosbare mineralen preferent uit het glazuur, terwijl tijdens de remineralisatie juist de minder oplosbare mineralen in het glazuur precipiteren. Deze precipitatie wordt door fluoride in lagere concentraties (zoals bijvoorbeeld ook in Culemborg in de plaque voorkomen) sterk bevorderd. Op deze wijze kan men zich voorstellen dat na verloop van tijd het glazuur meer cariësresistent wordt dan het oorspronkelijk was.

Deze hypothese van de tweevoudige werking van fluoride past bij de reeds gevonden klinische waarnemingen in Tiel en Culemborg. Men kan stellen dat het uiteindelijke resultaat van de afwisselende perioden van de- en remineralisatie onder invloed van fluoride leidt tot een verminderde oplosbaarheid van het glazuur. Hierbij dient opgemerkt te worden dat reeds zeer lage concentraties (≤ 1 ppm) fluoride de remineralisatie kunnen bevorderen, maar dat de vertraging van het demineralisatieproces een hogere fluorideconcentratie vereist (≥ 3 ppm).

De vragen die we ons stelden kunnen nu als volgt worden beantwoord. Fluoride gaat pas zijn werking uitoefenen wanneer het glazuur in zekere mate gedemineraliseerd is. Vandaar dat in Tiel en Culemborg een gelijk aantal

aangetaste vlakken wordt gevonden. In Tiel ontstaat vrij spoedig onder invloed van fluoride een oververzadiging ten opzichte van fluorapatiet tijdens de demineralisatie in de poriën-vloeistof waardoor transformatie van mineraal plaats vindt in fluoride-rijk apatiet en het proces tot stilstand komt. Het aantal witte vlekken blijft daardoor hoog in Tiel. In Culemborg schrijft het cariësproces voort zodat een aantal witte vlekken overgaat in caviteiten en dus afneemt.

Remineralisatie speelt geen rol in dit proces waardoor het begrijpelijk is dat Tiel en Culemborg in dit opzicht niet van elkaar verschillen. Zoals Backer Dirks (1966) aantoonde verdwijnen er echter wel witte vlekken in Culemborg. Deze vorm van remineralisatie verdient nadere bestudering, blijkbaar kan er in de plaque een conditie ontstaan die dit verdwijnen bevordert. Dit gebeurt bij relatief lage concentraties fluoride, dus zowel in Tiel als in Culemborg, maar extra fluoride speelt hierbij dan geen rol. We hebben gezien dat de aanwezigheid van fluoride de oplosbaarheid van het glazuur vertraagt waardoor het aantal aantastingen pas op latere leeftijd in Tiel en Culemborg gelijk wordt.

De tweede vraag laat zich nu gemakkelijk beantwoorden. Het fluoridegehalte van het glazuur speelt een ondergeschikte rol. Immers, de concentratie van fluoride in het ontkalkingsmedium is in eerste instantie bepalend voor het verdere verloop van het cariësproces. In de in vivo situatie is dus het fluoridegehalte van de plaque uiterst belangrijk. Hoewel fluoride in de plaque ge-

deeltelijk in gebonden toestand voorkomt wijzen experimentele gegevens uit, dat bij daling van de pH in de plaque fluoride tot een concentratie van 1,5 ppm of meer in de plaquevloeistof vrij kan voorkomen.

De praktische consequenties van het een en ander zijn dat de aanwezigheid van fluoride in het bijzonder tijdens perioden van verhoogde cariësgevoeligheid (bijvoorbeeld op jonge leeftijd na de doorbraak van de elementen) van cruciaal belang is. In het algemeen kan men zeggen dat het niet gaat om het toedienen van fluoride in hoge concentraties maar dat vooral de frequentie van toediening van belang is. Veelvuldig gebruik van fluoride in lage concentraties, zoals bij drinkwaterfluoridering, geeft de optimale bescherming. Bij een lage frequentie van toediening, zoals bij de lokale applicatie, dient een systeem te worden gekozen waarbij gedurende langere tijd fluoride aan de plaque kan worden afgegeven.

Summary:

Title: Caries without a lesion.

Data from the waterfluoridation study in Tiel (+F) and Culemborg (-F) show that the total number of carious lesions, if the white spot lesions are included, is the same in the two cities. This applies both to the children of 15 and of 18 years old and both for the approximal and the buccal surfaces. The total number of lesions were scored on the buccal surfaces in duplo by visual inspection with mirror and probe. The total number of lesions on the approximal surfaces were obtained by extrapolation of the data obtained with X-ray photographs.

It was demonstrated that in a fluoridated area a high percentage of the total number of lesions remain in the stage of the white spot lesion.

According to these data and some results of in vitro experiments a hypothesis of the mode of action of fluoride is discussed.

Literatuur:

1. Backer Dirks, O. (1966): Posteruptive changes in dental enamel. *J Dent Res* 45: 503.
2. Cate, J. M. ten (1979): Remineralisation of enamel lesions. Proefschrift, R.U. Groningen.
3. Driessens, F. C. M., Dijk, J. W. E. van, Verbeeck, R. M. H., Borggreven, J. M. A. M. (1981): Anorganische samenstelling en cariësgevoeligheid van tandglazuur. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 88: 286.
4. Elliot, J. C. (1969): Recent progress in chemistry, crystal chemistry and structure of the apatites. *Calcif Tiss Res* 3: 293.
5. Fehr, F. R. von der, Loe, H., Theilade, E. (1970): Experimental caries in man. *Caries Res* 4: 131.
6. Head, J. P. (1912): A study of saliva and its action on tooth enamel in reference to its hardening and softening. *J Am Med Assoc* 49: 2118.
7. Purdell-Lewis, D. J., Groeneveld, A., Pot, Tj., Kwant, G. W. (1974): Proximal carious lesions. A comparison of visual, radiographical and microradiographical appearance. *Neth Dent J* 81: suppl. 10,6.
8. Rugg-Gunn, A. J. (1972): Approximal carious lesions. A comparison of the radiological and clinical appearances. *Br Dent J* 133: 481.
9. Russell, A. L. (1949): Dental effects of exposure to fluoride bearing Dakota SANDSTONE waters at various ages and for various lengths of time. I and II. *J Dent Res* 28: 298 en 600.
10. Silverstone, L. M. (1977): The effect of fluoride ions on the remineralisation of enamel lesions in vitro. *Caries Res* 11: 134.

Oktober 1982.

Adres: Dr. A. Groeneveld,
Catharijnesingel 59,
3511 GG Utrecht.