

CARIËSGEVOELIGHEID EN FLUORIDE

A. GROENEVELD

Uit de werkgroep Tand- en Mondziekten
van de Centrale Organisatie TNO.

Inleiding

Onder de vele factoren die de cariësgevoeligheid van een individu beïnvloeden, neemt die van het fluoridegebruik, of dit nu actief (F-tabletten, F-tandpasta) dan wel passief (drinkwaterfluoridering, F-applicatie) gebeurt, een zeer belangrijke plaats in. In feite is de toepassing in de vorm van drinkwaterfluoridering (F/H₂O) de meest succesvolle methode gebleken om de cariësgevoeligheid van grote groepen personen te verminderen. Het blijkt dat 15-jarigen in Tiel, die vanaf de geboorte gefluorideerd water hadden gebruikt, 60% minder caviteiten hadden dan de controlegroep in Culemborg. Bij bestudering van de cariësgevoeligheid van afzonderlijke vlakken blijkt dat het effect van de drinkwaterfluoridering niet altijd voor alle vlakken hetzelfde is. Zo is de cariësremmende werking op de vrije gladde vlakken het grootst. In Tiel zijn 85% minder caviteiten dan in Culemborg. Ook proximale vlakken worden sterk door fluoride beïnvloed, want men vindt 75% minder proximale caviteiten in het gefluorideerde gebied. Putten en fissuren hebben het minst profijt van fluoride, de cariësremming ligt in de buurt van 30% minder caviteiten. Op grond van het Tiel/Culemborg-experiment en op grond van andere, buitenlandse onderzoeken kwam men tot de conclusie dat fluoride de cariësgevoeligheid sterk doet verminderen en wel *meer* naarmate het fluoride eerder toegediend wordt.

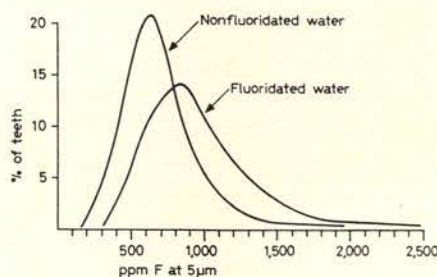
Het werkingsmechanisme

Het effect van fluoride werd toegeschreven aan het feit dat fluoride tijdens de vorming van het glazuur in het glazuurapatiet werd ingebouwd. Er zou fluorapatiet of hydroxylapatiet worden gevormd, dat meer bestand is

tegen zuren doordat het minder oplosbaar is.

Toch kwamen er al snel een aantal vragen op die in zekere zin in tegenspraak waren met het zojuist genoemde werkingsmechanisme van fluoride. In de eerste plaats bleek dat het verschil in fluorideconcentratie van het glazuur uit wel- en niet-gefluorideerde gebieden erg klein was; Aasenden en Peebles (1974) deden onderzoek hiernaar. Voor het blijvende gebit was dit een verschil van respectievelijk 2320 ppm (F/H₂O = 1 ppm) en 1870 ppm. In het glazuur van het melkgebit is de concentratie veel lager en dientengevolge is het verschil nog geringer (446 en 274 ppm). Mellberg et al. (1977) bepaalden het fluoridegehalte op 5 µm diepte in glazuur van melkelementen uit een wel- en niet-gefluorideerde streek. Uit de in afbeelding 1 weergegeven frequentieverdeling blijkt dat het verschil klein is en dat er een groot gebied van F-concentraties is dat elkaar overlapt.

Dit zijn bijna te verwaarlozen verschillen, zodat de enorme cariësreductie van 50-60% zeker niet op rekening van de fluorideconcentratie geschoven kan worden. Ten tweede blijkt, zoals een eenvoudige berekening leert, dat een concentratie van 37000 ppm, in het geval dat alle hydroxyl-ionen (OH⁻) uit het hydroxylapatiet door F⁻ zou-



Afb. 1. Fluoridegehalte van tandglazuur in streken met wel en niet gefluorideerd water. Horizontaal: F-gehalte in ppm, verticaal: aantallen malen (in procenten) dat een bepaald gehalte werd aangetroffen.

Samenvatting:

Uit longitudinaal onderzoek in wel en niet van gefluorideerd drinkwater voorziene streken blijkt dat de aantallen witte vlek-laesies op de buccale vlakken elkaar niet ver ontlopen, maar dat er ongeveer vijf maal zoveel caviteiten ontstaan in de niet-gefluorideerde streek.

Witte vlekken worden in een gefluorideerd areaal tot op zekere hoogte gere-mineraliseerd en blijven gedurende de rest van de onderzoeksperiode onveranderd.

Recente *in vitro* experimenten laten zien dat het voornaamste effect van fluoride geleverd wordt door een plaatselijke reactie van het fluoride met het glazuur.

Als glazuur wordt opgelost ontstaat het mineraal *brushiet*. Dit mineraal speelt een grote rol bij de remineralisatie van de laesie doordat het in een reactie met het fluoride overgaat in gefluorideerd hydroxylapatiet. Deze apatietsoort is minder oplosbaar in zuur dan het oorspronkelijke glazuur-apatiet en men beschouwt de vorming van gefluorideerd apatiet dan ook als de voornaamste factor in de cariësverminderende werking van fluoridebehandelingen.

den zijn vervangen, zelfs in sterk fluorotisch glazuur niet gehaald wordt maar dat in werkelijkheid minder dan 10% van OH⁻ inderdaad vervangen zijn.

Gevoegd bij het feit dat in dat geval geen fluorapatiet maar het met hydroxylapatiet in oplosbaarheid sterk overeenkomende hydroxy-fluorapatiet gevormd wordt, kan de verminderde cariësgevoeligheid niet verklaard worden uit het feit dat fluoride tijdens de vorming in het kristal ingebouwd wordt (Newesely, 1972). Wel is het zo, dat tijdens de primaire mineralisatie fase het hydroxylapatietkristal onder invloed van fluoride minder carbonaat zal bevatten en minder dislocaties vertoont, waardoor de oplosbaarheid in gunstige zin beïnvloed wordt.

Tenslotte toonde een interessant onderzoek van Poulsen et al. (1975) aan dat er geen duidelijke correlatie bestond tussen het fluoridegehalte van glazuur en het voorkomen van cariës bij een groep van 66 kinderen.

Op basis van recent onderzoek is de theorie omtrent het werkingsmechanisme van fluoride echter gewijzigd en

nu zijn bovenstaande uitkomsten begrijpelijk geworden.

Fluoride en 'witte vlekken'.

Tot nu toe is cariësgevoeligheid in relatie gebracht met het al of niet voorkomen van caviteiten. In de 60- en 70er jaren ging de belangstelling echter meer en meer uit naar het gedrag van de initiële cariëslaesie of de zogenaamde 'white spot', met name door het feit dat men *in vitro* erin was geslaagd kunstmatige cariëslaesies te maken. Deze white spot-laesie toont zich als een witte vlek op het buccale glazuur en als een glazuurlaesie (cariës I) op de bite wing-röntgenopname.

Het blijkt nu dat in Tiel een vergelijkbare hoeveelheid cariës I-aantastingen op het buccale vlak voorkomt als in Culemborg, hetgeen er op wijst dat de initiële oplosbaarheid van het glazuur niet sterk tussen de gebieden kan verschillen (Pot en Groeneveld, 1976). Cariësgevoeligheid op het niveau van deze initiële laesies is dus iets anders dan wanneer men cariësgevoeligheid betreft op het ontstaan van caviteiten. In het eerste geval verschilt de cariësgevoeligheid in een gefluorideerd gebied nauwelijks van die in een niet-gefluorideerd gebied. In het andere geval is de cariësgevoeligheid in een gefluorideerd gebied sterk afgenomen.

Om het werkingsmechanisme van fluoride te verklaren, moet men het glazuuroppervlak niet beschouwen als inactief, maar er vindt, door de steeds optredende pH-fluctuaties, voortdurend uitwisseling van ionen plaats met de omgeving, plaque en speeksel. Oplossen en precipitatie wisselen elkaar dus af. Het blijkt nu dat fluoride vooral bij de precipitatie of wel de remineralisatie een belangrijke rol speelt. Bij pH-waarden tussen 4 en 5 kan het glazuurapatiet overgaan in brushiet, het $\text{CaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Dit brushiet reageert bij hogere pH en lage concentraties fluoride (0.2-1 ppm) en vormt dan een hydroxy-fluorapatiet. Dit hydroxy-fluorapatiet is meer zuurresistent dan het oorspronkelijke apatiet en vanzelfsprekend fluoride rijker. Dit kan de verklaring zijn voor het feit, dat fluoride

Tabel I. De ontwikkeling van vlakken die op 9-jarige leeftijd reeds witte vlekken vertoonden (in Culemborg en Tiel van 9- tot 15-jarige leeftijd).

CULEMBORG geen fluoride		TIEL fluoride in drinkwater	
170	15 jr.	249	15 jr.
9 jr.	15 jr.	9 jr.	15 jr.
94 (55%)	16% gaaf 61% cw 23% cc	148 (59%)	8% gaaf 88% cw 4% cc

de zich vooral in de oppervlaktelaag van initiële laesies ophoopt en bovendien dat de fluorideconcentraties van cervicaal glazuur onder de aanwezige plaque ook relatief hoog zijn (Weatherell et al, 1977). Dit is ook in overeenstemming met de door Poulsen gevonden correlatie tussen cariës en fluorideconcentraties.

Tenslotte is dit de verklaring voor het feit, dat in Tiel het aantal cariës I-aantastingen op den duur dat in Culemborg te boven kan gaan. Misschien remineraliseren de meeste initiële laesies weliswaar onvolledig, want zij blijven zichtbaar, maar toch voldoende om de progressie van het cariësproces tot staan te brengen.

De cariësremmende werking van fluoride berust op de vorming van hydroxy-fluorapatiet. Dit hydroxy-fluorapatiet wordt niet of vrijwel niet ingebouwd gedurende de pre-eruptieve fase van het glazuur, zoals vroeger werd gedacht, maar wordt na de doorbraak door de lokale werking van fluoride aan de oppervlakte van het glazuur gevormd. De vorming wordt bevorderd door een relatief lage pH en de aanwezigheid van brushiet. Reeds bij zeer lage concentraties fluoride (1 ppm) kan het brushiet in hydroxyfluorapatiet overgaan.

Speeksel is in het algemeen verzadigd ten opzichte van brushiet en in de cariëslaesie ontstaat, door het oplossen van apatiet, een belangrijke hoeveelheid brushiet (Arends en Davidson, 1975). Tenslotte zij nog vermeld dat al een snelle vorming van hydroxy-fluorapatiet uit brushiet, vooral in aanwezigheid van CaF_2 , plaats vindt (Chow et al., 1980).

Toepassingswijzen

Bij de toepassing van fluoride kan men twee groepen onderscheiden, namelijk die met een lage fluorideconcentratie en een hoge frequentie bij de toediening (F/H₂O, F-spoelen) en die met een hoge fluorideconcentratie en lage tot zeer lage frequentie van toediening (lokale F-applicatie). De hoge frequentie van de eerstgenoemde toepassing zal een voortdurend verhoogde concentratie van fluoride in speeksel en plaque ten gevolge hebben. Op het moment dat er zuurvorming in de plaque plaats vindt, waardoor het onderliggende glazuur oplost en er een initiële cariëslaesie ontstaat, zal er een milieu ontstaan waar de pH laag is en tevens brushiet uit het glazuur gevormd wordt. Dit is dan precies de conditie die gunstig is voor het ter plaatse vormen van een hoeveelheid hydroxy-fluorapatiet en er kan gehele of gedeeltelijke remineralisatie plaatsvinden. Het intacte gezonde glazuur zal vrijwel niet beïnvloed worden.

Dit in tegenstelling tot de tweede toepassing. In het algemeen is de pH van applicatievloeistoffen laag waardoor gezond glazuur oplost onder de vorming van brushiet en calciumfluoride en er dus weer omstandigheden zijn die de hydroxy-fluorapatiet-vorming in het gezonde glazuur bevorderen. Tevens zullen de reeds aanwezige initiële laesies, zoals hierboven reeds is beschreven, kunnen remineraliseren. Hierbij is de rol van het calciumfluoride zeer belangrijk, omdat de reactie tussen calciumfluoride en brushiet, zoals eerder is vermeld, snel verloopt. Hierbij kan calciumfluoride goed als buffervoorraad dienen omdat voor de

vorming van hydroxy-fluorapatiet uit brushiet zowel Ca^{++} als F^- ionen nodig zijn.

Summary:

Title: Caries susceptibility and fluoride

Results of a longitudinal study on the occurrence of white spot lesions, in both a fluoridated and a non-fluoridated area, show that a comparable number of initial lesions exists on the buccal smooth surfaces of the permanent dentition. The number of cavities, however, is about five times higher in a non-fluoridated area. White spot lesions in a fluoridated area remineralize to a certain extent and remain unchanged during the length of the study.

Recent in vitro experiments show that the predominant effect of fluoride is caused by a direct local reaction of fluoride and the enamel. During the dissolution of enamel the mineral brushite is formed. This mineral plays an important role in

the remineralization of white spot lesions by reacting with fluoride solutions to form fluoridated hydroxyapatite. This apatite is less soluble in acids than the original enamel apatite and its formation is considered to be the major factor of the caries reducing capacity of fluoride treatments.

Literatuur:

1. Aasenden, R., Peebles, T. C. (1974): Effects of fluoride supplementation from birth on deciduous and permanent teeth. Arch Oral Biol 19: 321
2. Arends, J., Davidson, C. L. (1975): HPO_4^{2-} content in enamel and artificial carious lesions. Calcif Tissue Res 18: 65.
3. Chow, L. C., Guo, M. K., Hoier, C. C., Hong, Y. C. (1980): Reactions of powdered human enamel and fluoride solutions with and without intermediate $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ formation. J Dent Res 59: 1447

4. Mellberg, J. R., Singer, L. (1977): Discussion on assimilation of fluoride by enamel throughout the life of the tooth. Caries Res 11: Suppl 1: 101.
5. Newsely, H. (1972): Mechanisms and action of trace elements in the mineralisation of dental hard tissues. Zyma SA, Nyon, Switzerland.
6. Pot, Tj., Groeneveld, A. (1976): Het ontstaan en gedrag van de witte vlek; overwegingen aan de hand van klinische waarnemingen. Ned Tijdschr Tandheelk 83: 464.
7. Poulsen, S., Joost-Larsen, M. (1975): Dental caries in relation to fluoride content of enamel in the primary dentition. Caries Res 9: 59.
8. Weatherell, J. A., Deutsch, D., Robinson, C., Hallsworth, R. S. (1977): Assimilation of fluoride by enamel throughout the life of the tooth. Caries Res 11: Suppl 1: 85.

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

Boekbesprekingen

D. J. Timms: *Rapid maxillary expansion*. 140 pag., 61 afb. Quintessence Publishing Co. Inc., Chicago, Berlin, Rio de Janeiro and Tokyo 1981. Prijs \$ 42,—.

De Quintessence in Berlijn gaf een fraai uitgevoerd boekje uit over suturexpansie. De schrijver wil in het Engels een compleet overzicht geven over R.M.E., zoals Derichsweiler dat in 1956 in het Duits samenstelde. Door zijn volledigheid is dit werk als zodanig een bijdrage tot de literatuur.

De welhaast aloude methode die, zoals menige andere werkwijze in de orthodontie, repeterend weerkeert staat op het ogenblik weer in het centrum van levendige discussies. Daarin merken tegenstanders op dat de palatinale suture zich na deze ingreep als een genezen fractuur zou gedragen en dus verstoken is van elke verdere reactie. Het spreekt vanzelf dat Timms bij de lezer een positieve indruk wenst achter te laten. Hij propageert R.M.E. als een betrekkelijk simpele procedure met bijzondere mogelijkheden om de apicale basis van de bovenkaak te vergroten. Speciaal de gunstige invloed op de luchtpassage door de neus krijgt de nadruk met de door Derichsweiler gesignaleerde verderstreckende nevenverschijnselen, die onder de noemer van een toenemend welbevinden van de patiënt zijn samen te vatten.

De schrijver verbaast zich erover dat de ingreep sinds haar bestaan, omstreeks

1860, aan zoveel kritiek onderhevig is geweest. In zijn historische inleiding die interessant is, omdat er moeilijk toegankelijke bronnen in zijn aangehaald, noemt hij in dit verband 'The Comedy of Expansion and the Tragedy of Collapse', een verslag van 'The Great Debate', waarin alle expansievarianten over één kam zijn geschoren.

Snelle expansie ligt in de orde van een kwart tot een halve millimeter per dag, zo rond een centimeter in vier weken. Deze verbreding van de bovenkaak is geen orthodontische actie en reactie in de zin van het mechanisme van resorptie en appositie, maar meer wat men in moderne termen noemt een orthopedische ingreep. Met grote kracht wordt de sutura palatina mediana onder spanning gezet, geopend en verbreed. De mogelijkheid hiertoe is gebonden aan de technische grenzen die het gebit biedt en aan de leeftijd. Tussen 18 en 25 jaar verbeent de palatinale naad, daarna wordt aanbevolen de expansie te laten voorafgaan door een osteotomie, dus een ingreep in samenwerking met de chirurg. De kwintessens die we aan dit boekje ontleen betreft de constructie van de apparatuur en de wijze van retentie. Starre, gegoten spalken, die zoveel mogelijk elementen omvatten worden aanbevolen om apicale verbreding te bereiken. Alleen de centrale incisieven blijven vrij om het opengaan van de suture te kunnen constateren. Op dat moment ontstaat er een centraal diastem dat, zoals bekend, zich in de retentieperiode spontaan sluit. Constructies met banden

en met de Hyrax-schroef acht Timms niet voldoende stabiel om de kracht van de expansieschroef direct op de elementen over te brengen. Wat de retentie betreft, die moet van lange duur zijn om de sterke relapse-neiging op te vangen, minstens een jaar, eerst met de toegepaste apparatuur daarna met een plaatapparaat. Zoals de ervaring leert, stelt ruimtewinst voor het bovenfront meestal teleur. De indicatie ligt dus meer bij de belemmerde neuspassage dan bij orthodontische achtergronden.

Vanuit de orthodontie gezien komen de enkelzijdige en de dubbelzijdige kruisbeet voor R.M.E. in aanmerking. De auteur wijst er overigens op dat de kruisbeet van verderstreckende oorsprong is dan de dentale afwijking alleen doet vermoeden. Hij wijdt veel aandacht aan de gevolgen van mondademhaling of beter aan de gevolgen van niet door de neus ademen. Dit komt wellicht wat gezocht over maar wat referent betreft mag de lipservice die we verlenen gerust accent krijgen. Goede lipsluiting is ook voor de stabiliteit van het behandelresultaat van het grootste belang. Interpositie van de onderlip leidt bij vorderende leeftijd onherroepelijk tot sterkere eversie van de bovenincisieven die tijdens de teenage voor de omgeving wel enigszins charmant naar voren staan. Zo rond de veertig is dat charmante er wel af en neemt de afwijking toe naarmate de botresorptie voortschrijdt totdat het bovenfront tenslotte verloren gaat.

Kortom men denke ook aan de mogelijkhe-