

HET MECHANISME VAN DE CARIËSWERENDE WERKING  
VAN FLUORIDEN\*)

J. L. HARDWICK, M.D.S., Ph.D., M.Sc., F.D.S.R.C.S.

Turner Dental School,  
University of Manchester, England.

Waarschijnlijk bestaat er geen maatregel van volksgezondheid, waarvan het heilzaam effect door gedegen onderzoek zó duidelijk is komen vast te staan als de cariëswerende werking van fluoriden in drinkwater. Des te merkwaardiger is het dat er met betrekking tot het werkingsmechanisme nog veel onzekerheid bestaat. Ware dit geheel bekend, dan zouden hieruit nog doeltreffender methoden van cariëspreventie kunnen voortvloeien.

De voordracht omvatte een beschouwing over de verschillende theorieën die omtrent de werking van de fluoriden zijn opgebouwd. Waarschijnlijk is in werkelijkheid meer dan één mechanisme in het spel.

1. De meest gangbare theorie is die, dat door een hoog fluoridegehalte, in het bijzonder van de buitenste glazuurlaag, de oplosbaarheid van glazuur in zuren wordt verminderd. Aangenomen wordt dat deze verminderde oplosbaarheid het gevolg is van de vervanging van hydroxyl-ionen in het kristalrooster door fluor-ionen.
2. Een tweede bekende hypothese is, dat fluor-ionen de enzymsystemen van de micro-organismen in de plaque aantasten. Dit mechanisme veronderstelt dus een meer actieve rol van de fluoriden.

Daarnaast zijn nog andere theorieën gepostuleerd: wellicht zijn deze hoogstens van ondergeschikte betekenis. Zo is op grond van dierexperimenten en van metingen aan menselijke gebitselementen gevonden dat consumptie van fluoriden in de formatieve fase wellicht leidt tot kleinere tanden en kiezen met bredere knobbels en minder diepe fissuren. Dit zou uiteraard de zelfreiniging ten goede komen en het gebit minder vatbaar maken. Hoe het zij, uit onderzoekingen van zeer verschillende aard heeft men sterke aanwijzingen gewonnen dat fluoriden in concentratie van 1 mg per liter drinkwater een solide structuur van het glazuur bevorderen. Daarom kan fluoride worden beschouwd als een spoelement dat essentieel is voor een goede verkalking. Ook zijn er aanwijzingen, dat de aanwezigheid van fluor-ionen ertoe kan bijdragen, dat apatietstructuren in gedeeltelijk ontkalkt glazuur weer kunnen neerslaan. Uit een dergelijk mechanisme zou het klinisch dikwijls waargenomen verschijnsel te verklaren zijn van tot stilstand gekomen oppervlakkige cariës in gladde vlakken. De betrokken fluoriden zullen dan aanvankelijk aanwezig hebben moeten zijn in de plaque, waar zij wellicht eerst een enzymremmende werking hebben kunnen ontplooiën alvorens in de oppervlakkige glazuurlagen te worden neergeslagen.

1. Verschillende feiten die over de betrekkingen tussen het fluoridegehalte van het

\*) Samenvatting van de voordracht gehouden op de Najaarsvergadering van de Ned. Ver. v. Tandartsen op 19 nov. 1965.

glazuur en de cariësverbreiding bekend zijn geworden kunnen met de onder 1. genoemde theorie inzake de verminderde oplosbaarheid worden verklaard. Zo kan de verminderde cariësvatbaarheid van oudere personen aan een langzame stijging van het fluoride-gehalte van het glazuur worden toegeschreven. Toch zijn er ook verschijnselen waargenomen, die minder goed in overeenstemming zijn met deze theorie. Er zijn bv. verschillende anionen en kationen bekend, zoals lood, zink en oxalaat, die de oplosbaarheid in zuren kunnen doen verminderen, terwijl zij bij plaatselijke applicatie geen cariëswerend effect opleveren.

Ook zijn in het algemeen geen significante verschillen gevonden tussen de oplosbaarheid van met lokale applicatie van fluoride-oplossingen behandelde elementen en die van onbehandelde controletanden, hoewel toch het fluoride-gehalte van de buitenste glazuurlagen door dergelijke applicaties toeneemt en de meeste klinische onderzoekingen de – zij het beperkte – cariëspreventieve waarde ervan hebben aangetoond. De auteur noemt meer van zulke nog onverklaarde tegenstrijdigheden.

2. Recente experimenten hebben steun verleend aan de theorie, dat fluoriden de enzymatische activiteit van bacteriën remmen. In Engeland hebben JENKINS en medewerkers (Newcastle) onderzocht welke fluoride-concentraties nodig zijn om de zuurproductie te remmen; FREMLIN en HARDWICK (Birmingham en Manchester) hebben speciale studie gemaakt van de fluoride-concentratie, die in de plaque wordt aangetroffen.

Voor de kwantitatieve bepaling van de uiterst geringe hoeveelheden fluoride in de plaque van bijvoorbeeld één proximale ruimte waren uiteraard bijzonder gevoelige methoden noodzakelijk.

Voor de remming van de zuurproductie in de plaque zijn fluoriden in gedissocieerde vorm nodig. JENKINS c.s. vonden dat bij concentraties van  $6 \mu\text{g}$  fluoride of meer per gram en een pH van omstreeks 5,0 deze fluor-ionen een verdere daling van de pH in speeksel-sedimenten verhinderen, ook al is een voor zuurvorming geschikt substraat in voldoende mate aanwezig. Algemeen wordt aangenomen dat – hoewel er geen absoluut kritisch pH-niveau voor de ontkalking van glazuur door zuren is aan te wijzen – een meetbare ontkalking door zuren pas optreedt bij pH-waarden beneden 5,0–5,5. De aanwezigheid van actieve, d.i. gedissocieerde fluoriden in de plaque in een concentratie van  $6 \mu\text{g}$  of meer per gram zou dus betekenen dat er niet voldoende zuur wordt geproduceerd om de pH tot waarden beneden 5,0 te doen dalen.

Fluor-ionen zijn inderdaad zeer werkzame enzymremmers. Het is echter niet zeker in welke chemische samenstelling zij in de plaque hun invloed doen gelden: gedacht wordt aan een complexe magnesium-fluor-fosforverbinding.

Indien fluoriden echter in de plaque worden neergeslagen, bv. als calciumfluoride of fluorapatiet, kunnen zij de bacteriële enzymactiviteit niet langer remmen. Hoewel HARDWICK c.s. fluoriden in deze toestand niet in de plaque konden ontdekken, is hun aanwezigheid in amorphe of micro-kristallijne vorm toch niet uitgesloten. Het is onder die omstandigheden waarschijnlijk dat zij snel in oplossing gaan, zodra de pH beneden een bepaalde waarde daalt. Zo zouden fluoriden de status quo in het glazuur helpen handhaven tijdens de processen van demineralisatie en remineralisatie, die bij het cariësproces optreden.

HARDWICK en medewerkers vonden in diverse experimenten een verrassend hoge fluoride-concentratie in de plaque van verschillende personen, ook in gebieden waar – zoals in Manchester – het fluoride-gehalte van het drinkwater laag is. Hierbij moet worden aangetekend dat om verschillende redenen fluoriden in het milieu van de plaque niet lang als ion kunnen blijven bestaan.

Aangenomen wordt dat rond pH 7,0 de fluor-ionen, hetzij door anorganisch materiaal (bv. calcium), hetzij door organisch materiaal worden gebonden. In dat geval zou a.h.w. een reservoir ontstaan, waaruit zij onder bepaalde omstandigheden weer zouden kunnen worden vrijgemaakt om als ion actief te kunnen worden. In hoeverre de hier genoemde mogelijkheden met de werkelijkheid in overeenstemming zijn, zal door voortgezet onderzoek moeten worden uitgemaakt. V.