

DE MOGELIJKHEDEN VAN CERVIN (M_6SiF_6) IN DE PRAKTIJK

DOOR M. F. RENEMAN JR.

*Blijvende locale desensibilisatie van dentine (b.v. aan de tandhals),
impregnering van dentine, cariesprophylaxe*

De problemen in de tandheelkunde blijken vaak zo gecompliceerd en zo veelzijdig te zijn, dat een tandarts in de dagelijkse praktijk deze nauwelijks meer kan bevatten. Immers bij het doornemen van binnen- en buitenlandse literatuur blijkt het telkens weer dat vele artikelen voor de gemiddelde tandarts moeilijk te volgen zijn, omdat hij de biologische en fysicochemische achtergrond mist, nodig bij de vele aspecten welke zo diepgaand bij het onderzoek betrokken worden. Het hele fluorvraagstuk is van jonge datum, zodat men gerust kan zeggen dat het laatste woord hierover zeker nog niet is gesproken. Toch omvat het reeds duizenden publikaties. Van theorieën, hypotheses, laboratoriumonderzoekingen en praktische resultaten wordt iedere maand in vakbladen verslag gedaan. Hierbij worden veelal juist zeer diepgaand de bio-chemische en fysiologische problemen van het vraagstuk belicht. Zij geven soms de indruk, dat de interne fluoridering hoe langer hoe meer een fysiologisch-medisch vraagstuk wordt, waarbij de tandarts de taak is toebedeeld van „gaatjester”. De lokale fluoridering wordt dan een chemisch-fysisch vraagstuk, waarin de tandarts in het kader der praktische verwerkelijking de instructeur en controleur wordt van dental nurses. Geen wonder dat vele tandartsen dan ook matige belangstelling tonen voor het fluorvraagstuk.

Gelukkig blijkt fluor, naast de caries-prophylactische werking (die vermoedelijk wel toegepast zal worden in georganiseerd verband) ook eigenschappen te bezitten die bijzonder bruikbaar zijn in de dagelijkse praktijk. Deze eigenschappen zijn bij het fluoronderzoek secundair ontdekt, maar de tandarts zou die mogelijk primair kunnen gaan benutten.

Een preparaat dat nu reeds vrij algemeen gebruikt wordt, is het *Cervin* (6% M_6SiF_6). Van deze fluorverbinding wordt vooral de desensibiliserende en impregnerende werking benut, terwijl ze eigenlijk bedoeld is voor de lokale fluoridering, ter vervanging van het betrekkelijk zwakwerkende natriumfluoride. Hoewel deze stof vrij gecompliceerd van samenstelling is, lijkt het voor de belangstellende practicus toch wel van waarde er iets meer van te weten dan de gebruikelijke summiere folders van de fabrikant hem bieden. Want alleen door de samenstelling en werking te kennen leert hij de toepassingsmogelijkheden, de te ver-

wachten resultaten en de beperkingen naar waarde te schatten. Mijn studie moet dan ook worden opgevat als een poging om door een vereenvoudigde voorstelling van gecompliceerde problemen op een doeltreffend gebruik de aandacht te vestigen.

Het onderzoek van de fluoriden verkeert nog in een beginstadium, het resultaat van de toepassing wordt vaak verschillend beoordeeld. Vooral het chemisch-fysisch onderzoek is in deze materie uiterst moeilijk omdat het vaak zeer geringe hoeveelheden betreft, die nauwelijks en moeilijk kwaliteitsverbeteringen bewerkstelligen. Daar komt nog bij, dat de geconstateerde materiële verbeteringen meestal nog niet rechtstreeks de vaak vermelde experimenteel vastgestelde „grote” resultaten kunnen verklaren. Misschien is het mogelijk deze, langs andere, indirecte wegen op te helderen. Deze mogelijkheid drong zich nog onlangs aan mij op bij een bezoek aan het Tandheelkundig Instituut van de Universiteit te Tübingen. In de afdeling van de fysiologische chemie, waar een uitgebreide staf van chemici en biologen onder leiding van Professor K n a p p w o s t, de geestelijke vader van het Cervin, werkt, wordt met behulp van een indrukwekkend instrumentarium de werking van fluor diepgaand onderzocht. Mede door dit onderzoek is K n a p p w o s t gekomen tot een nieuwe cariëstheorie. Hoewel er, gezien de vele bestaande opvattingen misschien niet direct behoefte bestaat aan een nieuwe theorie, volgt hier niettemin vooraf een kort résumé, omdat zij een gedeeltelijke verklaring bevat voor de verschillende resultaten, die (nog) niet direct uit de fluoronderzoekingen zelve volgen. Er is te meer aanleiding omdat aan deze zienswijze in Nederland nog maar weinig aandacht is besteed.

Het résumé van deze z.g. cariës-resistentie-theorie is een samenvatting uit de literatuur en uit de gesprekken die ik voerde met de assistent van Prof. K n a p p w o s t: Dr. A. E f f i n g e r.

De cariës-theorie van Miller is een chemo-parasitaire theorie, die verklaart hoe exogene oorzaken de tandsubstantie aantasten. In allerlei moderne varianten verklaart zij hoe de acidogene bacteriën in een speciaal milieu op glazuurweefsel kunnen inwerken. Het is in wezen een theorie van het *hoe* en *waar* en belicht als zodanig niet het *wanneer*. Dit wordt verklaard in de cariës-resistentie-theorie. Deze beschrijft de wisselwerking tussen de vorming van defecten en de genezing ervan door het speeksel. Zij bestrijdt de theorie van Miller niet. Deze is reeds tachtig jaar oud en ondanks het feit, dat hiertegen voortdurend storm wordt gelopen, houdt zij zich vermoedelijk nog wel langer staande, omdat zij betrekkelijk vaag is, ruimte laat voor vele interpretaties en bovendien haar bestrijders op een onvermijdelijke zuurvorming stuiten. Evenmin worden de theorieën, die de cariës vanuit endogene processen verklaren, ontzenuwd. (C e r n y e i, c.s.)

De theorie der *cariës-resistentie* laat aantastingsprocessen, zoals Miller c.s. ze beschrijven, pas dan beginnen, wanneer de fysiologische wisselwerking in opbouw en afbraak van het glazuur verbroken is. Voor deze resistentie-theorie is het niet van essentieel belang hoe deze defecten

tot stand komen en daarom worden zij eenvoudig *corrosie*-processen genoemd. Genezing van deze defecten geschiedt vanuit het speeksel door een neerslag, deklaag genoemd.

Voor zover men uit een theorie gaarne consequenties wil afleiden, zou de theorie van Miller kunnen voeren tot een of andere bestrijding van de acidogene bacteriën. De theorie der cariës-resistentie zal, zoals zal blijken, tot andere beslissingen leiden.

Evenals beenweefsel bestaan dentine en glazuur, behalve uit organische stoffen, voor een groot deel uit de anorganische stof apatiet. In het glazuur zijn de apatieten gegroepeerd in kristallieten, die de prisma's vormen. Deze zijn gescheiden en verbonden door de interprismatische organische stof, die weliswaar de chemische kwaliteit van het glazuur vermindert, maar zijn mechanisch weerstandsvermogen sterk verhoogt. Het glazuur bestaat voor een overgroot deel uit apatiet, en wel uit een hydroxylapatiet (H.A.), een speciale moleculaire groepering, die aldus voorgesteld kan worden: $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]_3 - \text{Ca}(\text{OH})_2$.

Het totale heterogene glazuurbouwsel is gevoelig voor de corrosie (K), die met wisselende snelheid verloopt.

Op deze glazuurprisma's wordt vanuit het speeksel een deklaag van eveneens hydroxylapatiet gevormd. Hoewel deze deklaag uit hetzelfde H.A. bestaat als de anorganische substantie van het glazuur, moeten wij ons haar niet voorstellen als een deel van het glazuur, als een groei van het glazuur naar buiten of als een remineralisatie van het aangetaste glazuur, maar als een speekselproduct, dat defecten regeneert.

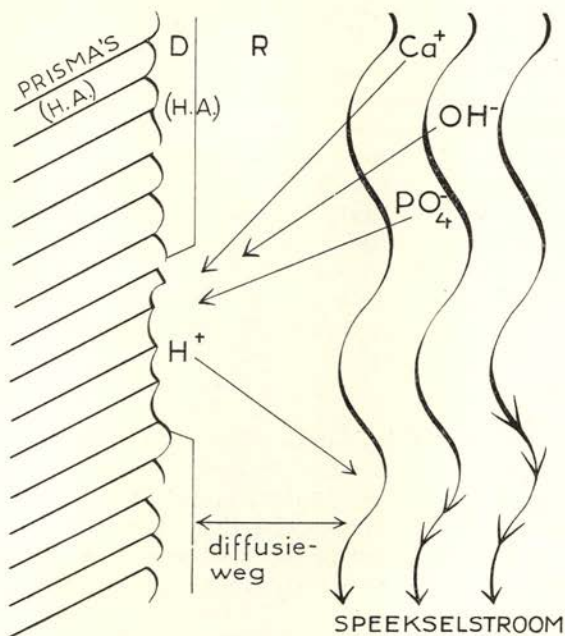
Deze deklaag van hydroxylapatiet wordt dan ook niet uitsluitend op het glazuur gevonden. Verschillende onderzoekers troffen haar ook aan op prothese-onderdelen, op dode elementen en op oppervlakkige glazuurdefecten. Zij wordt echter niet gevormd bij cariës-vatbare personen in perioden van verhoogde cariësfrequentie noch in diepe glazuurdefecten.

Hoe moeten wij ons deze vorming van een H.A. deklaag voorstellen? H.A. is n.l. een stof met zeer geringe kristallisatiesnelheid. Dit zou geschieden door hydrolyse van Ca HPO_4 .

Ca en PO_4 -ionen zijn in het speeksel aanwezig, hieruit vormt zich Ca HPO_4 en uit deze stof wordt langzaam secundair het H.A. gevormd, een stabiele, homogene, moeilijk oplosbare, fijn kristallijne deklaag. Op het glazuuroppervlak bevindt zich dus, naast Ca- en PO_4 -ionen, het intermediaire Ca HPO_4 , doch alleen de neerslag van H.A. wordt *deklaag* (D) genoemd. De snelheid (V) waarin deze deklaag gevormd wordt, is vrij uitgebreid onderzocht. Hierbij is komen vast te staan, dat de vorming ervan afhankelijk is van de gesteldheid van het speeksel, de concentratie van de Ca en PO_4 -ionen, de pH, de viscositeit en de secretiesnelheid. De concentratie van de Ca- en PO_4 -ionen is vrijwel altijd voldoende. Het speeksel is hiermee n.l. oververzadigd en deze concentratie ondergaat ook niet de invloed van verschillende dieetvormen. Ook bij personen met grote cariësvatbaarheid is zij ruim voldoende en de natuurlijke schommelingen oefenen geen merkbaar

verschil uit bij de vorming van de H.A.-deklaag. De viscositeit, de intensiteit van de secretie, de snelheid van de speekselstroom en de pH blijken echter niet constant.

Uit de bijgevoegde schematische voorstelling (zie figuur) verkrijgt men gemakkelijk inzicht in het belang van deze factoren.



Vanuit de speekselstroom dringen Ca -, OH - en PO_4 -ionen in de grensspeeksellaag (R), die in rust is. Daarin kan onder gunstige voorwaarden hydrolyse plaats vinden. Gunstig voor de hydrolyse is een geringe H -ion concentratie.

Deze kan natuurlijk alleen maar laag zijn als de H -ionen, die in de grensspeeksellaag worden gevormd, door acidogene bacteriën snel worden weggevoerd. Een snelle afvoer is mogelijk als de grensspeeksellaag betrekkelijk dun en de speekselstroom groot is. Deze rustende speeksellaag is niet overal even dik. In de interdentale ruimten, in caviteiten, bij geprononceerde crista's (in het algemeen bij predilectieplaatsen) is zij natuurlijk omvangrijker. De snelheid van de speekselstroom is mede afhankelijk van de secretiesnelheid van het speeksel en van haar viscositeit. Van al deze factoren is de vorming van de deklaag op haar beurt afhankelijk. Door een wisselende verhouding dezer factoren is zij ook te beïnvloeden. In het licht van de cariës-resistentie-theorie is deze deklaagvorming van zó groot belang, dat de cariësfrequentie en de cariës-

resistentie rechtstreeks in verband staan met de snelheid, waarmee deze vorming plaats heeft. In een formule uitgedrukt:

$$\begin{aligned} \text{VD} < \text{VK} & \text{ geeft cariësresistentie} \\ \text{VD} > \text{VK} & \text{ geeft cariës.} \end{aligned}$$

Als praktische consequentie ligt ook de cariësbestrijding in een vermindering van de VK- en een vergroting van de VD-component. Beide methoden zijn mogelijk en de fluorbehandeling vormt in dit opzicht een belangrijke bijdrage.

Verbetering van de hoedanigheid van het glazuur achten de aanhangers van deze theorie via perorale en locale fluoridering mogelijk. Tevens is fluor belangrijk voor de samenstelling van het speeksel, zij kan de viscositeit verminderen en de secretiesnelheid vergroten, waardoor de vorming van de H.A.-deklaag versneld wordt. Beide methoden moeten onderzocht worden omdat de geringste vergroting van de VD-component en (of) de geringste verkleining van de VK-component de cariësfrequentie aanzienlijk kan verminderen. Immers bij een klein verschil tussen VK en VD kan een geringe invloed op een van beide snelheden grote gevolgen hebben, n.l. de definitieve doorslag ten gunste van de VD-component.

Fluor en speeksel

C h e y n e toonde reeds de belangrijke functie aan van het speeksel: proefdieren, waarvan hij de speekselklieren verwijderde, toonden, ondanks een rijk fluor-dieet, een sterke toeneming van cariës.

Dat de hoedanigheid van het speeksel door fluor beïnvloed kan worden toonde K n a p p w o s t met de volgende interessante proef aan. Onder overigens gelijke omstandigheden kregen enkele proefdieren geen, en enkele andere proefdieren wel, per dag 0.04 mg. fluor-ionen in de vorm van Na F in hun overigens gelijke dieet, gedurende 32 dagen. Op de 24e en 30e dag werden alle dieren onderhuids ingespoten met een fysiologische zoutoplossing, waarin tien microcurie radioactief fosfor. Op de 32e dag werden de dieren gedood en de oppervlakte van de ondertanden tien minuten lang afgezuurd, dit ingedampt en gemeten met de Geigerteller. De radioactiviteit van het glazuerooppervlak van de dieren, die een fluordieet hadden gekregen, bleek tweemaal zo groot als die van de controledieren. Hierin schuilt dus een maat voor de verhoogde neerslag van het H.A.

De proef, die de invloed van fluor op de speekselactiviteit (VD) aantoonde, geeft tevens eindelijk een verklaring voor een zo vaak vermeld fenomeen. Volwassenen toonden, nadat het drinkwater gefluorideerd werd, ook een verminderde cariësvatbaarheid terwijl het onwaarschijnlijk is dat na het glazuurvormingstijdvak het glazuur nog door fluor wordt versterkt. De verminderde cariësfrequentie kan bij deze leeftijds-groep nu worden verklaard vanuit de verhoogde speekselactiviteit (VD).

Rechtstreekse metingen van speekselviscositeit en secretiesnelheid zijn uiterst moeilijk omdat psychische oorzaken de hoedanigheid van het speeksel snel beïnvloeden en de opname in speeksel zeker een psychisch

beïnvloedbaar proces is. Daarom is deze proef ook goed te gebruiken voor andere dan fluor-diëten. Fluor is immers slechts een, zij het belangrijke factor in het beïnvloedbare cariëscomplex. Alle door van Hartingsvelt genoemde regionale invloeden zijn wellicht via deze proef te toetsen op hun invloed op het speeksel.

De cariës-resistentie-theorie zou echter geen onderscheid maken tussen causale en conditionele factoren, zoals van Hartingsvelt doet. Omdat zij zich niet rechtstreeks uitspreekt over „de” oorzaak van de cariës, is voor haar iedere factor eigenlijk een conditionele.

Het is misschien in dit verband nog van belang te vermelden, dat tijdens de fosforproef, bij een verrijkt Ca + vit. D.-dieet, geen verhoogde neerslag van fosfor kon worden geconstateerd.

In recente onderzoeken werd er ook al op gewezen, dat een Ca + vit. D.-therapie geen effect kan sorteren omdat cariës nu eenmaal geen ontkalkingsziekte is: de ontkalking is een gevolg en niet de oorzaak van de cariës. Hoe de werking van fluor op de speekselactiviteit plaats vindt, is nog niet geheel duidelijk; mogelijk geschiedt dit via een invloed op de secretie van de schildklier.

Fluor en glazuur

Welke invloed fluor op de substantie van het glazuur heeft, is moeilijk te achterhalen en waar de fluor precies aangrijpt is nog steeds een strijd-vraag. Men heeft het gezocht in de actieve aantrekking van fluoriden door het glazuur met behulp van het calcium in het speeksel. De interprismatische ruimte zou aldus gevuld worden met een onoplosbaar Ca-F₂-neerslag, dat de bacteriën tegenhoudt. Fluoridering wordt zodoende een soort impregnerings-techniek. De afzetting van CaF₂ is aantoonbaar, maar men heeft verder gezocht.

Leimgruber gaf een bijzonder intelligente verklaring, waarin hij veronderstelde, dat het F-ion als een soort katalysator in staat was een brug te slaan tussen het anorganische H.A. en de organische interprismatische substantie. Dit zou dan gebeuren over het zwavel-ion in het apatiet en het zwavel-ion in een polypeptide zijketen. Zodoende zou er een stabiele zuurresistente organo-apatiet verbinding ontstaan:

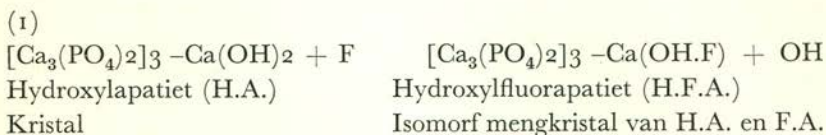
Organische substantie	Anorganische substantie
Keratine, polypeptide zijketen	- S-S-Apatiet
	Zwavelbrug
	(F-ion is katalysator)

De mogelijkheid is niet uitgesloten, dat fluor een rechtstreekse verbinding aangaat met het apatiet.

En inderdaad: in het cariës-resistentie gebit blijkt reeds een kleine hoeveelheid fluor-apatiet (F.A.) aanwezig. Deze ontdekking opende verder de weg voor de chemici. In vitro werden talrijke proeven genomen: Rathje fabriceerde kunstmatig H.A.-kristallen, F.A.-kristallen en mengsels van beide: H.F.A.-kristallen. Het zuivere F.A. bleek on-

bestaanbaar in een waterige omgeving. Maar een isomorf hydroxyl-fluorapatiet (H.F.A.)-kristal, dat slechts 5% F.A. bezit, is reeds duidelijk minder oplosbaar in zuren dan F. Dit percentage vormt tevens het maximum, dat door middel van fluoridering van het drinkwater kan worden bereikt.

Het chemische substitutieproces kunnen wij ons ongeveer als volgt voorstellen:



Rathje heeft voor verschillende concentraties in het H.F.A. de oplossingsmogelijkheid berekend. Ofschoon de oplossnelheid door 5% substitutie absoluut gesproken niet zo veel afneemt, dat hieruit de in de literatuur vermelde 40% tot 70% cariësreductie rechtstreeks verklaard kan worden, achten de aanhangers van de cariës-resistentie-theorie deze verminderde oplossnelheid belangrijk genoeg om bij een gering verschil tussen VD en VK een definitieve doorslag ten gunste van VD-component te verklaren.

Het is natuurlijk mogelijk, dat tijdens de periode van de glazuurvorming rechtstreeks en derhalve niet via de substitutie H.F.A.-kristallen worden gevormd. Hiertegen pleit, dat bij volwassenen altijd meer fluor gevonden wordt in het apatiet dan bij jongere personen. Deze fysiologische verrijking kan alleen maar via substitutie tot stand komen.

Effinger deelde mij mee, dat het thans mogelijk is, in vitro doseerbaar, het H.A. in H.F.A. om te zetten. Hoewel dit en de voorgaande overweging samen nog geen absoluut bewijs vormen voor een analoog proces in vivo, neemt men toch wel als vaststaand aan, dat het apatiet door fluorsubstitutie resistenter kan worden gemaakt tegen caries. Door het onderzoek in Tübingen is men in Duitsland zo zeer geïmponeerd, dat men de mogelijkheid aanwezig acht, het apatiet van het totale beenweefsel immuun te maken voor het radioactieve strontium, zoals bekend een stof, die vrijkomt bij atoomontploffingen. Het lijkt een utopie, maar de Duitse regering stelt hierin toch zo zeer belang, dat zij Effinger met een nieuw onderzoek hiernaar heeft belast.

Met de mogelijkheid tot substitutie wordt nóg een mogelijkheid geopend. De natuurlijke bindingen tussen de OH-groepen van het H.A. en de OH-groepen van de organische substantie worden versterkt. Dit geschiedt door vervanging van de waterstofbrug door een sterkere F-ionenbrug (Perdok).

Uit al deze en andere onderzoeken kan de tandarts alleen opmaken dat fluor via substitutie, vorming van H.F.A., het anorganische deel van het glazuur resistenter kan maken, en dat daarnaast of in combinatie hiermee fluor het vermogen bezit, de verbinding tussen organische en anorganische substantie hechter te maken.

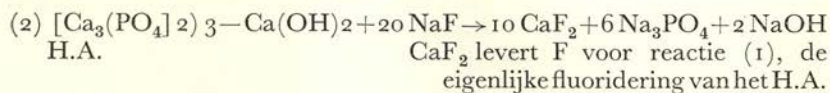
Verdere onderzoeken zijn voorbehouden aan chemici, kristallografen en fysici. Op eerbiedige afstand kan de tandarts met interesse en waardering op eigen veilige tandheelkundige bodem de strijd volgen en met enige voldoening vaststellen, dat de door hem geconstateerde klinische feiten aanleiding werden voor een zo grootscheeps onderzoek.

Interne verrijking met fluor via het drinkwater of via het dieet (vis, thee, tabletten) kan dus naast de verbetering van de samenstelling van het speeksel VD gunstig werken op de hoedanigheid van het glazuur VK, (zeker gedurende het glazuurvormingstijdvak). De cariës-resistentietheorie geeft een voldoende verklaring voor de gemelde gunstige resultaten, maar tevens houdt zij een waarschuwing in: dat eenzelfde fluorideringsmethode niet overal dezelfde resultaten behoeft op te leveren, omdat regionale slechte voedingsgewoonten de VD zoveel kleiner kunnen maken dan de VK, zodat deze therapie op zich zelf dit verschil niet kan overbruggen.

Over het algemeen zijn de resultaten met fluoridering van drinkwater zeer gunstig en verdere proefnemingen (Tiel) alleszins gerechtvaardigd.

Dit kan helaas niet gezegd worden van de lokale applicatie van fluor, waarbij ook voortdurend naar verbetering wordt gezocht.

Het klassieke preparaat, dat voor de lokale fluorbehandeling gebruikt wordt (Amsterdam) is het relatief sterke 1% tot 2% natriumfluoride. Is bij geringe F-concentratie (drinkwater slechts 1 mg/l L) een rechtstreekse substitutie te verwachten, volgens onderzoek van Rathje en anderen bewerken hogere concentraties dan 18 mg op 1 L. op een andere manier het H.A.; primair wordt n.l. bij dergelijke hogere concentraties (2% NaF) het H.A. afgebroken.



Primair kunnen wij dus spreken van een soort ontkalking.

Het gevormde CaF₂ is een moeilijk oplosbare kristallijne substantie, die in een dunne laag op het glazuuroppervlak neerslaat en die maar betrekkelijk weinig ionen levert voor de eigenlijke fluorsubstitutie in het H.A. Wil dit plaats vinden dan moet het CaF₂ wel zeer lang op het glazuuroppervlak liggen. Helaas gebeurt dit niet. Daarom is een voorbehandeling nodig. In die zin is dan ook het gebruikelijk borstelen met puimsteen aan te bevelen. Hierdoor worden a.h.w. retentieplaatsen gevormd. Zonder die bewerking met de borstel blijkt de lokale NaF-applicatie veel geringer resultaat op te leveren.

Omdat het bekend was, dat het CaF₂ zo snel verwijderd werd, zijn behalve NaF nog vele andere fluoriden geprobeerd, o.a. zinkfluoride en loodfluoride. Bij zinkfluoride krijgt men een neerslag van calciumfluoride in het moeilijk oplosbare zinkhydroxyde, dat het CaF₂ op het

glazuuroppervlak impregneert. Helaas is de diffusie van het F-ion door het substraat vrijwel onmogelijk. Bij loodfluoride zijn giftige nevenverschijnselen waargenomen.

Na al de vele onderzoeken met de eenvoudige fluoriden levert het NaF nog wel de beste uitkomsten. De betrekkelijk geringe werking blijft een nadeel en het middel is (zeker in caviteiten) niet geheel onschadelijk voor de pulpa. Hierop wordt later nog ingegaan.

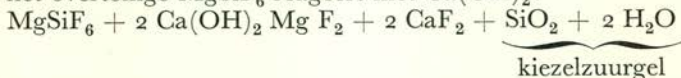
Door K n a p p w o s t zijn verscheiden proeven genomen met verschillende fluoriden, o.a. proeven, waarbij de oplosbaarheid van het glazuur voor en na de touchering werd nagegaan. De methode om met behulp van zuren het glazuur enige tijd op te lossen en het in het zuur opgeloste glazuur te meten, bleek te grof. Daarom paste hij een andere methode toe: het meten van de oplossingsnelheid van glazuur in stromend water. De hoeveelheid PO_4 -ionen, die in oplossing was gegaan, werd gemeten. Het bleek, dat het weinig verschil maakte, welk fluoride voor de touchering gebruikt werd. Of het nu het eenvoudige NaF was, of het gecompliceerde natrium-fluorsilicaat ($Na_2 SiF_6$), dan wel het magnesium-fluorsilicaat ($MgSiF_6$); door al deze toucheringen werd de oplossingsnelheid tijdelijk met ongeveer 20% verminderd.

Bij de fluorsilicaten blijkt het echter mogelijk, via een „kunstgreep” een aanmerkelijk beter resultaat te bereiken. Appliceert men na de bewerking met fluorsilicaat nog eens basische oplossingen als $Ca(OH)_2$, (Calxyl) of Ca caseinaat (Reogan), dan wordt het overtollige fluoride gesplitst onder vorming van een kiezelzuurgel. De in deze reacties ontstaande fluoriden worden nu vastgehouden in de eindeloos complexe ketens van het gel op het glazuur. De fluoridering geschiedt dus nu in drie fasen:

a) in de eerste fase breekt het $MgSiF_6$ het H.A. af, in een reactie analoog aan reactie (2).

Hierbij wordt gevormd: het CaF_2 dat nodig is voor de eigenlijke fluoridering van H.A. via reactie (1), en enige afbraakproducten: H_3PO_4 , $Mg_3 (PO_4)_2$ en H_2SiO_3 .

b) het overtollige $MgSiF_6$ reageert met $Ca(OH)_2$:



c) het nieuw gevormde CaF_2 en het MgF_2 leveren F-ionen voor reactie (1).

Het gevormde gel ligt zo vast op het glazuur, dat de oplossingsnelheid van het glazuur in een waterstroom 100% verminderd wordt (het glazuur is dus enige tijd onoplosbaar). Na één intensieve borsteling is het glazuur nog 27% minder oplosbaar dan normaal glazuur. De fluoridering van het H.A. kan dus vanuit CaF_2 en MgF_2 aanmerkelijk langer inwerken.

Naast het voordeel van één moeilijk oplosbaar gel heeft Cervin (6% $MgSiF_6$) nog een voordeel. Er werd, behalve CaF_2 , nog MgF_2 gevormd en dit MgF_2 is in staat een hogere F-ionen concentratie af te geven, waardoor de H.A.—H.F.A.-snelheid aanmerkelijk vergroot wordt.

K n a p p w o s t beschrijft in zijn publikaties de proef, waaruit

blijkt dat MgF_2 in staat is binnen enkele seconden het OH-ion in het H.A. door een F-ion te substitueren.

De voordelen van deze gecombineerde applicatie acht hij dan ook zo groot, dat hij zich aldus stellig uitspreekt: „Die Versuche zeigen daß das Natrium Fluorid als lokales Fluorierungsmittel als überholt anzusehen ist und daß mit Magnesium-fluorsilikatlösungen wesentlich bessere Fluorierungs- und Imprägnierungseffekte erzielt werden können als mit den Natrium Fluorid Lösungen!”

Geleidelijk aan schijnt dit standpunt in bredere kringen wel erkenning te vinden. In het speciale fluornummer van het Belgisch Tijdschrift voor Stomatologie 1957 no. 2 schrijft H. J. S c h m i d t :

„Des résultats théoriques fondamentaux qui de plus touchent de très près à la pratique, ont été obtenus par K n a p p w o s t. Le premier il a mis au point la fluoridation de la dentine et développé jusqu'à un haut degré d'efficacité, la topic application”.

In Duitsland zijn met deze door K n a p p w o s t ontwikkelde nieuwe methode proeven genomen met groot succes. Men heeft mij toezending van nauwkeurige gegevens toegezegd. Het lijkt mij daarom juist hierop nu niet verder in te gaan. Daar, waar lokale fluoridering wordt toegepast of zal worden toegepast, zal mende resultaten kunnen toetsen door de elementen van één kaakhelft met NaF en de elementen van de andere kaakhelft met de $MgSiF_6$ -methode te behandelen.

Desensibilisatie en impregnering

Door genoemde onderzoeken kwamen enkele secundaire begeleidende symptomen aan het licht, die voor de tandarts wel eens van primair belang zouden kunnen zijn.

C s e r n y e i merkte reeds op, dat NaF-oplossingen, die in caviteten geraakten, pulpanecrose veroorzaakten.

R e v e l s t a d vond zelfs geheel cariësvrije elementen na behandeling met fluor volkomen gevoelloos voor temperatuurverschillen en constateerde duidelijk een verminderde gevoeligheid bij het boren.

Iedere tandarts heeft helaas wel ervaring, dat elementen met silicaatvullingen *pijnlijk* kunnen afsterven, hetgeen pas veel later aan de dag treedt. Lange tijd werd dit afsterven toegeschreven aan de hoeveelheid ongebonden zuur in de verharde silicaatvulling. De schade door silicaatvullingen aan de pulpa toegebracht, werd o.a. onderzocht door P. H e y d e n en S t o l l e y. Zij stelden vast, dat hiervoor niet in de eerste plaats de pH van de vloeistof verantwoordelijk is. Deze is immers ook bij de gewone oxyfosfaat-cementen kortere of langere tijd duidelijk zuur. Belangrijker voor de pulpa-afwijkingen vonden zij het fluorgehalte, dat in ieder silicaatpoeder aanwezig is.

CaF_2 is een belangrijk bestanddeel van het poeder (tot 14%, zie de onderzoeken van Prof. T e k e n b r o e k). Zij vonden, dat dit moeilijk oplosbare CaF_2 vermoedelijk door het fosforzuur, (en misschien ook door het zuur in de achtergebleven carieuze substantie!) omgezet wordt in het $Ca_3(PO_4)_2$ waarbij fluorwaterstof (HF) vrij komt, dat via het H^+ -ion zeer gemakkelijk reageert op de organische substantie (een

extra aanwijzing om bij het gebruik van silicaat-cementen de caviteit goed uit te wassen met het basische $\text{Ca}(\text{OH})_2$ of Ca caseinaat, ook als men gebruik wenst te maken van fosfaat-cementen als onderlaag!

Deze en dergelijke overwegingen hebben Effinger er toe gebracht proefnemingen met fluoriden te ondernemen, om de desensibiliserende werking van fluor (verlamming van de sensibele zenuwuiteinden) te kunnen benutten en de necrotiserende werking van fluor (vermoedelijk via het HF) uit te sluiten. Bij deze proeven bleek wederom MgSiF_6 in combinatie met CaOH_2 of Ca caseinaat een bijzondere positie onder de fluoriden in te nemen.

Ik ben in de gelegenheid geweest verscheidene histologische coupes door Effinger vervaardigd, te bekijken. Enkele hiervan werden reeds gepubliceerd. In hondetanden werden caviteiten geprepareerd tot vrij dicht bij de pulpa. Enkele werden 3 minuten getoucheerd met 2% NaF en andere 3 min. met Ca caseinaat. De caviteiten werden hierna afgesloten. Na 8 dagen werden de elementen geëxtraheerd en werden de histologische preparaten vervaardigd. Alle coupes, die met NaF werden behandeld toonden duidelijk in de pulpa onder de caviteit een celinfiltraat. De odontoblasten vertoonden geen neiging tot vorming van het hier zo nodige secundaire dentine en de gehele pulpa was hyperemisch. Bij de preparaten, behandeld met MgSiF_6 + calcium caseinaat viel geen afwijking te constateren.

Persoonlijk heb ik verscheidene keren tandhalzen, die gevoelig waren voor thermische en mechanische (sonde) prikkels met Cervin behandeld. Na reiniging(tandsteen) werden de elementen drooggelegd met wattenrollen, getoucheerd met Cervin, na 3 min. wachten oppervlakkig gedroogd met watten en hierna rijkelijk getoucheerd met Calcium caseinaat (Reogan). Na wederom 3 minuten was de eerste behandeling geëindigd. Op dit moment viel reeds een duidelijk verminderde gevoeligheid waar te nemen. Bij gevoelige tandhalzen dient deze behandeling in de loop van enkele dagen twee keer te worden herhaald. Voor desensibilisatie van dentine (temperatuurgevoeligheid) onder gegoten kronen en inlays behoeft de behandeling niet te worden herhaald. Het geïmpregneerde gel met de desensibiliserende fluoriden kan hier immers niet door borstelen verwijderd worden. Mijn ervaring is, dat voor dit soort gevallen deze behandeling uitstekend voldoet. Slechts in een enkel geval van gevoeligheid van de tandhals werd het verlangde totale effect niet volledig bereikt. Voor de patiënt was echter de bereikte ongevoeligheid voor temperatuur reeds een grote uitkomst. Voor zover er na 2 jaar een oordeel kan worden uitgesproken over de blijvende duurzaamheid der verminderde gevoeligheid luidde dit in de gecontroleerde gevallen gunstig; de behandelde elementen reagerden alle vitaal. Over de beweerde cariëspofylactische werking, die deze behandeling tevens zou bewerkstelligen en die bij bloot liggende tandhalzen zo zeer gewenst is, kan ik door het te geringe beschikbare materiaal geen oordeel vellen.

Deze methode van desensibilisatie wordt ook aanbevolen bij cavi-

teitspreparatie. Mijns inziens is dit enigszins te optimistisch. Afgezien van de omstandigheid, dat hier het tijdselement (6 minuten + droogleggen) een ongunstige factor vormt tegenover de moderne snel inwerkende injectievloeistoffen, tellen ook nog andere overwegingen. Weliswaar wordt in een betrekkelijk korte tijd een duidelijk verminderde gevoeligheid bereikt, ook voor het slijpen en boren, echter nog geen totale gevoelloosheid voor deze mechanische prikkels en zeker niet in de diepere lagen. Om psychologische redenen echter kan men vaak geen genoegen nemen met een verminderde gevoeligheid. De patiënt verlangt immers „geen pijn” en hij kent het middel, dat dit mogelijk maakt: „de spuit”. Elk resultaat, dat minder ver reikt, al is dit voor de behandelende tandarts nog zo belangrijk, zal de patiënt subjectief als een mislukking van de behandeling beschouwen; zeker als bij hem de angst voor de pijn groter is dan die voor de injectie.

Het impregneringseffect, dat verkregen wordt door de vorming van het kiezelzure gel, leidt tot oppervlakkige verstopping van de dentinekanalen. E f f i n g e r nam dentineschijfjes van 0,2 mm dikte. Enkele hiervan werden met Cervin en Reogan behandeld. Hierna werden alle schijfjes onder in glazen buisjes gecementeerd. De buisjes werden in water geplaatst en nu bleek na 10 uur, dat de buisjes met de behandelde schijfjes tienmaal minder water doorlieten dan de buisjes met de niet behandelde schijfjes.

Men kan dit effect rechtstreeks benutten b.v. onder silicaat-vullingen, ter vervanging van de fosfaatcement onderlagen. Voor dit geval is het dienstiger, vooral bij diepe caviteiten de methode in omgekeerde volgorde toe te passen. Immers desensibilisatie t.o.v. de thermische prikkels wordt hier niet verlangd. Door eerst Reogan rijkelijk te appliceren kunnen de zure stofwisselingsprodukten van het cariësproces geneutraliseerd worden. Dan pas, na droogblazen, wordt er een weinig MgSiF₆ toegevoegd. Het is duidelijk, dat door deze omgekeerde behandeling de fluoridering van het H.A. sterk verminderd wordt; op de gelvorming heeft het echter geen enkele invloed.

Steeds werd er facultatief gesproken over: Ca(OH)₂ (calxyl, e.d.) of Ca caseinaat (Reogan). Beide preparaten leveren de Ca- en OH-ionen, nodig voor de vorming van het kiezelzure gel en beide kunnen de aanwezige of gevormde zuren volledig neutraliseren. Beide hebben een zeer hoge pH-waarde (12.45) en een grote desinfecterende kracht. In dit opzicht zijn zij dus volkomen gelijkwaardig.

Het Ca caseinaat heeft echter nog meer bruikbare eigenschappen, waarvan in verband met het behandelde de volgende moeten worden genoemd:

met betrekking tot eventuele secundaire dentinevorming wordt het OH-ion beter gedoseerd en

met betrekking tot de gelvorming: de zeer fijne dispersie van het gel.

Voor de overige toepassingen wordt verwezen naar de uitgebreide Duitse publicaties, op dit preparaat betrekking hebbend, van G r ö b e r, B r i n k m a n n, K n a p p w o s t en R u c k t e s c h l e r.

Samenvatting:

Samenvattend kan de desensibiliserings- en impregneringsmethode met $MgSiF_6 + Ca$ caseinaat als een methode worden beschouwd, die in de praktijk mogelijkheden biedt, welke tot nu toe niet ter beschikking stonden.

De gebruikelijke methoden waren of reversibel (van korte duur) of schadelijk voor de pulpa. Schubert onderzocht vele hiervan: nitrates argenti, zinkchloride + kalium-ferrocyanide (Gottlieb); NaF_2 , Tiranal.

Al deze middelen moest hij afwijzen. Een enkele kon hij slechts aanbevelen in die gevallen, waar de dentinelaag voldoende dik is (hetgeen moeilijk te constateren valt).

Wat Schubert door middel van vele histologische preparaten kon bevestigen, ondervond de practicus reeds lang aan de pulpa van de patiënt; vele van de middelen, die „werkten” waren schadelijk en de onschadelijke werkten niet. Ook dit $MgSiF_6$ heeft een nadeel. Reiniging, tweemaal 3 minuten appliceren, herhaalde behandeling in gevallen van tandhalsdesensibilisatie, kosten nog vrij veel tijd. Een voordeel is, dat de relatief vrij grote groep patiënten met deze onaangename klachten geholpen kan worden. Voor het overige trooste zich de collega met de overweging dat hij door de aard van zijn beroep nu eenmaal zelden met een recept hulp kan bieden, maar dat deze vrijwel altijd een zorgvuldige, door hem zelf verrichtte be„hand”eling veronderstelt.

Literatuur:

- C. Leimgruber: Fluor und Kariesresistenz. Schw. Monatschr. f. Zahnheilkunde, november 1946, No. 11.
- C. Leimgruber et B. Kerébel: Etude critique de la prophylaxie des caries dentaires par les applications locales de Fluor. Revue de Stomatologie 1955, blz. 129 e.v.
- Knapwost: Grundlagen der Resistenztheorie der Karies. D.Z.Z. No. 12, juni 1952.
- Knapwost: Zur Kenntnis der lokalen Fluorierung. D.Z.Z. No. 12, juni 1952.
- Knapwost: Experimentelle Untersuchungen zur Resistenztheorie der Karies. D.Z.Z. No. 12, 1956.
- W. Rathjé: Verminderung der Kariesanfälligkeit durch fluorhaltiges Trinkwasser. D.Z.Z. 2 juni 1953.
- W. G. Perdok: Tandglazuur en Fluor ionen. Belg. Tijdschr. voor Stomatologie 1957, No. 2.
- J. N. Tekenbroek: Silikaatcement. T.v.T. Februari 1953.
- H. van Hartingsveld: Regionale invloeden op de tandcaries. T.v.T. maart 1956.
- K. A. Effinger: Untersuchungen über die desensibilisierende und Dentinabdichtende Wirkung von Cervin Reogan Liquid Touchierungen zum Schutze der Pulpa. D.Z.Z. No. 4, 1953.
- Csernyei: Einiges über neuzeitliche Theorien zur Kariesätiologie. Z.W. No. 5, 1953.
- L. Schubert: Über Fragen des Pulpenschutzes. D.Z.Z. No. 3, 1951.

- R u c k t e s c h l e r : Untersuchungen über die Erfolgzahlen bei der direkten Überkappung der Pulpen. Z.W. No. 8, 1952.
- K n a p p w o s t : Zur Kinetik der Bildung von Hydroxylapatitkristalle auf Zahnschmelzoberflächen. Z. f. Elektrochemie und exper. phys. Chemie 1951, blz. 586-590.
- K n a p p w o s t - E f f i n g e r : Zum Mechanismus der Wirkung alkalischer Ca-Caseinat bei der directen Pulpenüberkappung, Zahnärztl. Welt 1953, No. 10, 23 mei.