

HET ONTSTAAN EN GEDRAG VAN DE WITTE VLEK; OVERWEGINGEN AAN DE HAND VAN KLINISCHE WAARNEMINGEN

Werkgroep Tand- en Mondziekten
van de Gezondheidsorganisatie T.N.O.

TJ. POT
A. GROENEVELD

Trefwoorden: Cariës – Remineralisatie – Epidemiologie – Drinkwaterfluoridering

Inleiding

Bij het verrichten van klinisch gebitsonderzoek wordt als het ware een momentopname verkregen van het cariësproces. Er doet zich een scala van verschijningsvormen voor, dat varieert van initiële ontkalkingen, die zich beperken tot het glazuur, tot uitgebreide laesies die tot in het cavum pulpae reiken. In een dynamisch gebeuren, dat het cariësproces eigenlijk is, zijn dergelijke statische beelden moeilijk te plaatsen. Het wordt anders als er een periodieke continuïteit in het gebitsonderzoek gaat optreden, zoals in een longitudinaal uitgevoerd onderzoek het geval is. Dan wordt de beschikking verkregen over een aantal opeenvolgende momentopnamen van het cariësproces in dezelfde gebitselementen. Het aaneenrijgen van deze statische beelden maakt het mogelijk dat een indruk omtrent de progressie van het dynamische cariësproces kan worden gevormd. Daarin valt een grote verscheidenheid waar te nemen.

Soms blijkt een beginnende glazuurlaesie zich snel tot een caviteit te ontwikkelen, een andere keer blijft een dergelijke laesie onveranderd bestaan en kan van gearresteerde cariës worden gesproken. Het komt ook voor dat van de oorspronkelijke glazuurlaesie na verloop van tijd niets meer is terug te vinden zodat van een restitutie in integrum zou kunnen worden gesproken.

Tandcariës is dus een proces dat nu eens continue en progressief verloopt dan weer discontinu en dat soms zelfs reversibel van aard kan zijn. Blijkbaar wisselen de- en remineralisatie elkaar af, waarbij nu eens de een dan weer de ander de overhand heeft.

De snelle ontwikkeling van een glazuurlaesie tot een diep in het dentine penetrerende caviteit kan in elk longitudinaal onderzoek klinisch en röntgenologisch veelvuldig worden geconstateerd. Een grotere zorgvuldigheid in onderzoek is vereist om 'arrest' en 'restitutie' van laesies vast te stellen.

In een longitudinaal gebitsonderzoek kunnen genoemde fenomenen uitvoering worden bestudeerd. Het klinisch onderzoek van de fissuren en het röntgenolo-

gisch onderzoek van de proximale vlakken verschaffen gegevens over de progressieve en in mindere mate ook over de gearresteerde cariësvormen. De restitutie is het beste aan de hand van de veranderingen in de vrije gladde vlakken te bestuderen (Backer Dirks, 1966).

In het kader van het Tiel/Culemborg-project zijn indertijd gegevens verzameld ter bestudering van deze fenomenen. Door vergelijking van de waarnemingen uit beide steden is vast te stellen of en in welke mate het fluoride-ion in deze processen een rol speelt. Voor het volgende onderzoek werden uitsluitend de gegevens betreffende de vrije gladde vlakken gebruikt.

Materiaal en methoden

Het onderzoek werd verricht bij in 1953 geboren kinderen uit Tiel en Culemborg, die vanaf hun geboorte onafgebroken in de plaats hunner inwoning waren gevestigd. Het betreft 62 jongens en 66 meisjes uit Tiel, 57 jongens en 55 meisjes uit Culemborg; te zamen 128 kinderen in Tiel en 112 in Culemborg.

De drinkwaterfluoridering werd in Tiel op 1-3-1953 ingevoerd, zodat de Tielse kinderen vanaf hun geboorte gefluorideerd drinkwater gebruikten (1 mg F/liter). Het gebitsonderzoek werd vanaf 1960 (dus het 7e levensjaar) tweejaarlijks verricht. In deze studie worden de gegevens van het onderzoekjaar 1962 met die van 1968 vergeleken, dus de toestand op 9-jarige leeftijd met die op 15-jarige leeftijd.

De gegevens werden verkregen uit waarnemingen aan de vestibulaire vrije gladde vlakken van de eerste molaren in de onder- en bovenkaak en van de incisivi in de bovenkaak. De goed zichtbare buccale en labiale vlakken werden onderzocht, nadat zij zorgvuldig waren gereinigd met een tandenborstel en vervolgens de nog resterende plaque voorzichtig met de zijkant van een sonde was afgeschoven. Voor- en nadat elk te onderzoeken vlak met behulp van samengeperste lucht gedurende 3 seconden was drooggeblazen, werd het met behulp van een speciaal mondlampje onderzocht.

Na deze procedure bleek zich een aantal verschillende beelden te manifesteren met ieder bepaalde kenmerken. Om deze beelden reproduceerbaar te kunnen interpreteren werden de volgende categorieën en hun criteria samengesteld:

gaaf (.): het licht doorschijnende, glanzende glazuur vertoont noch vóór het droogblazen noch erna enige verandering in beeld;

zwakke demineralisatie (cw? = cariës wit): het glazuur vertoont na het droogblazen een niet-doorschijnende witte vlek waarvan het oppervlak zijn natuurlijke glans heeft behouden;

sterker demineralisatie (cw): het glazuur vertoont na het droogblazen een niet-doorschijnende witte vlek, waarvan het oppervlak zijn natuurlijke glans heeft verloren en krijtachtig van aard is;

cw? en *cw*: zijn gelijk aan *cw?* en *cw*, met dien verstande dat beide zich reeds manifesteren vóór het droogblazen terwijl na het droogblazen kan worden geconstateerd dat zij wel of niet glanzend van oppervlak zijn. (Dit onderscheid ten opzichte van *cw?* en *cw* werd bij de verwerking van de gegevens prijsgegeven.)

caviteit (cc): het glazuur vertoont voor en na het droogblazen een met de sondepunt waarneembare discontinuïteit in het oppervlak. (Sonde Maillefer 6, om de 10 patiënten vernieuwd.)

In het algemeen bleek het niet moeilijk te zijn om uit te maken of een witte vlek van nature een hypoplasie was, dus pre-eruptief van aard, of een demineralisatie en dus post-eruptief van aard. De lokalisatie en de vorm bleken waarborgen te zijn voor een juiste interpretatie van beide.

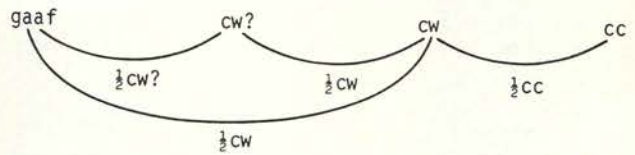
Het onderzoek werd in duplo verricht; verschillen tussen beide onderzoekers werden, na signalering door de administratieve medewerkers, nogmaals beoordeeld. Deze procedure, waarbij de oorspronkelijke diagnosen onveranderd werden gehandhaafd, had ten doel een eventuele verschuiving in standaard van de onderzoekers te voorkomen. Was er ten opzichte van de laatst voorgaande diagnose een duidelijk afwijkende bevinding, dan werd tot een herbeoordeling overgegaan; het resultaat daarvan werd als bindend aanvaard. De gevallen waarin gave vlakken werden geconstateerd terwijl er vroeger laesies waren, werden nogmaals onderzocht. Ter meerdere zekerheid werden zij langduriger drooggeblazen. Incidenteel bleek een zeer geringe afwijking van het als gezond gediagnostiseerde glazuur op te treden; slechts in een enkel geval kon alsnog een laesie worden geconstateerd. De conclusie leek gewettigd, dat de vastgestelde restitutio niet kon

worden geweten aan een verschuiving in de beoordeling.

Resultaten

Zoals reeds eerder werd vermeld, werden op 9- en 15-jarige leeftijd alleen de vestibulaire vlakken van de 4 bovenincisivi en de onder- en bovenmolaren in deze studie betrokken. De resultaten van het onderzoek zullen voor deze 3 categorieën vlakken afzonderlijk worden gegeven, omdat het aannemelijk is dat zij onderling verschillen ten aanzien van voedselretentie (plaqueformatie) en ten aanzien van de fysiologische en ook mechanische reiniging. Bovendien is hun lokalisatie ten opzichte van de diverse speekselklieren verschillend.

Bij de verwerking van de verkregen onderzoeksgegevens werd bij niet-gelijkluidende diagnoses van de onderzoekers de volgende middeling gehanteerd:



Alle in dit schema aangegeven diagnosecombinaties kwamen voor, de 'gaaf-cw'-combinatie sporadisch. De theoretisch denkbare combinaties 'gaaf-cc' en 'cw?-cc' traden niet op.

De verschillen bij de onderzoekerscombinaties waren niet systematisch en bleken in belangrijke mate gelijk over de diverse onderzoekers te zijn verdeeld. Met handhaving van de oorspronkelijk uitgesproken diagnosen werd in het geval van soms optredende ernstiger discrepanties tussen de onderzoekers tot een herbeoordeling overgegaan. Bij een 'gaaf-cw'-verschil bleek doorgaans door één der onderzoekers een demineralisatie door een wat afwijkende lokalisatie in de sulcus gingivalis over het hoofd te zijn gezien. In het geval van een 'cw-cc'-verschil bleek nu eens de ene onderzoeker dan weer de andere een zekere discontinuïteit in de witte vlek als een caviteit (cc) te interpreteren. Bij de incisivi, onder- en bovenmolaren (zie tabel I) bleken door beide onderzoekers respectievelijk bij 80.2, 77.7 en 83.7% van de totaal onderzochte vlakken overeenkomstige diagnosen te zijn gesteld. Van de respectievelijk 19.7, 22.3 en 16.3% ongelijke diagnosen werd het grootste gedeelte in beslag genomen door 'gaaf-cw?'- en 'cw?-cw'-verschillen en een zeer klein

deel door 'cw-cc'-verschillen. Dit op 9-jarige leeftijd in Culemborg vastgestelde resultaat kan op 15-jarige leeftijd met een kleine variatie eveneens worden waargenomen.

Tabel I. De mate van overeenstemming van de onderzoekers bij het duplo-onderzoek.
Culemborg; (n inc. 436, n mol. inf. 170, n mol.sup. 249).

	percentage <i>gelijke</i> diagnosen				percentage <i>ongelijke</i> diagnosen		
	Inc.	Mol.inf.	Mol.sup.		Inc.	Mol.inf.	Mol.sup.
9 jaar							
.	55.3	31.2	42.9	$\frac{1}{2}$ cw?	8.5	8.2	5.8
cw?	5.0	2.4	2.6	$\frac{1}{2}$ cw	10.1	8.2	6.8
cw	18.1	36.5	23.0	$\frac{1}{2}$ cc	1.1	5.9	3.7
cc	1.8	7.6	15.2				
	80.2	77.7	83.7		19.7	22.3	16.3
15 jaar							
.	60.3	21.8	50.8	$\frac{1}{2}$ cw?	10.6	8.2	8.4
cw?	4.1	5.3	7.3	$\frac{1}{2}$ cw	6.7	11.8	7.3
cw	8.0	27.1	4.7	$\frac{1}{2}$ cc	0.7	2.9	2.1
cc	9.6	22.9	19.4				
	82.0	77.1	82.2		18.0	22.9	17.8

Tabel II. De mate van overeenstemming van de onderzoekers bij het duplo-onderzoek.

Tiel; (n inc. 318, n mol.inf. 249, n mol.sup. 253).

	percentage <i>gelijke</i> diagnosen				percentage <i>ongelijke</i> diagnosen		
	Inc.	Mol.inf.	Mol.sup.		Inc.	Mol.inf.	Mol.sup.
9 jaar							
.	78.3	39.8	50.6	$\frac{1}{2}$ cw?	5.7	8.0	7.9
cw?	7.6	5.6	8.7	$\frac{1}{2}$ cw	6.4	22.1	15.4
cw	2.0	23.6	14.6	$\frac{1}{2}$ cc	0.0	0.0	0.0
cc	0.0	0.8	2.8				
	87.9	69.8	76.7		12.1	30.1	23.3
15 jaar							
.	66.7	22.1	44.7	$\frac{1}{2}$ cw?	14.3	14.5	17.4
cw?	5.7	12.0	13.8	$\frac{1}{2}$ cw	6.7	24.5	13.8
cw	5.4	22.9	6.7	$\frac{1}{2}$ cc	0.2	0.4	0.4
cc	1.0	3.6	3.2				
	78.8	60.6	68.4		21.2	39.4	31.6

Voor Tiel is de situatie in tabel II weergegeven. Op 9-jarige leeftijd waren bij de incisivi, onder-

bovenmolaren respectievelijk 87.9, 69.8 en 76.7% gelijklopende uitspraken. De respectievelijk 12.1, 30.1 en 23.3% ongelijke uitspraken werden volledig in beslag genomen door 'gaaf-cw?' – en 'cw?-cw'-verschillen; ten aanzien van de (zelden optredende) 'cc's' bestond géén verschil van mening. Het is duidelijk, dat in Tiel en Culemborg bij de meer demineralisatiegevoelige ondermolaren het aantal ongelijke diagnoses groter is. Op 15-jarige leeftijd is in Tiel, in tegenstelling tot Culemborg, het aantal ongelijke uitspraken toegenomen in vergelijking tot die op 9-jarige leeftijd; er zijn in Tiel echter ook meer witte vlekken geconstateerd. Ter wille van de overzichtelijkheid zijn de bij de middeling van ongelijke diagnoses ontstane ' $\frac{1}{2}$ cw?', ' $\frac{1}{2}$ cw en ' $\frac{1}{2}$ cc', te omschrijven als respectievelijk geringe demineralisatie met en zonder behoud van een glanzend oppervlak en een beginnende caviteitvormig, ondergebracht in de categorieën 'cw?', 'cw' en 'cc'.

De resultaten zijn voor de incisivi, onder- en bovenmolaren successievelijk vermeld in figuur 1. Het onderscheid in de 4 categorieën kan achtereenvolgens het beste worden omschreven met gaaf, zwakkere en sterkere demineralisatie met behoud van de continuïteit van het oppervlak en caviteitformatie.

In deze figuur kunnen alle van links naar rechts naar beneden verlopende lijnen worden beschouwd als teken dat tussen de eerste en tweede waarneming aan de vlakken beginnende dan wel verdergaande demineralisatie heeft plaatsgevonden. De naar boven gerichte lijnen duiden er op dat in de betreffende vlakken remineralisatie heeft overwogen. In een aantal gevallen zijn de eerste en tweede waarneming gelijk, hetgeen overigens niet wil zeggen dat in alle gevallen de toestand gedurende de 6 jaren stationair is gebleven.

Het is duidelijk, dat het aantal oorspronkelijk gave vlakken door demineralisatie te allen tijde kleiner wordt. Er is echter te zien dat door remineralisatie van minder (cw?) en meer (cw) ontcalcite laesies het resterende aantal gave vlakken weer wordt aangevuld. Meestal niet tot het oorspronkelijke aantal, behalve echter bij de incisivi en de bovenmolaren in Culemborg, waar dit aantal zelfs wordt overtroffen. Het aantal vlakken met een discontinuïteit in het glazuur is veel sterker toegenomen in Culemborg.

Door percentages te gebruiken kan per groep van elementen vergelijkenderwijs in Tiel en Culemborg worden nagegaan wat het lot is van achtereenvolgens de oorspronkelijk gave (.), zwakker (cw?) en sterker

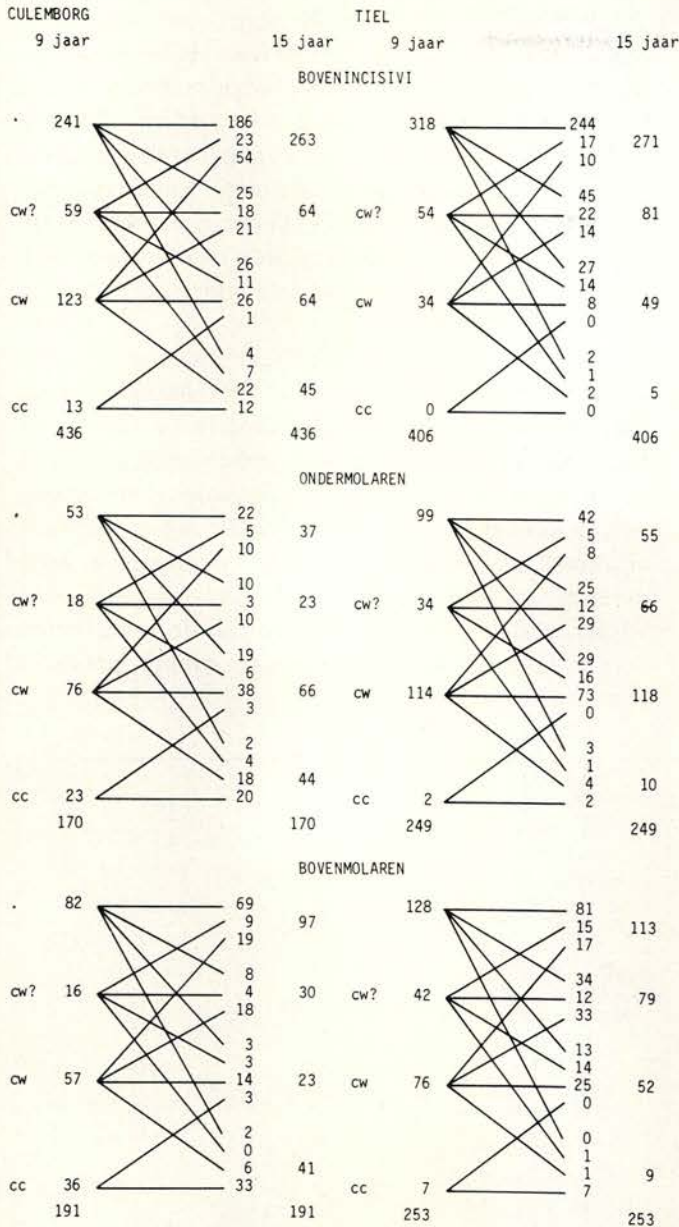


Fig. 1. De frequentieverdeling van dezelfde vestibulaire vlakken van bovenincisieven, eerste onder- en bovenmolaren met betrekking tot de diagnosen 'gaaf (.)', 'cw?', 'cw' en 'cc' op 9- en 15-jarige leeftijd in niet- en wel-gefluorideerd gebied.

(cw) gedemineraliseerde vlakken na verloop van 6 jaren.

Figuur 2A toont wat er met het oorspronkelijke aantal gave vlakken van de 3 categorieën elementen is gebeurd. Hieruit blijkt, dat de incisivi en de bovenmolaren aanzienlijk resistenter zijn voor demineralisatie dan de ondermolaren. Van de oorspronkelijk gave vlakken zijn er in Culemborg na 6 jaren ongeveer evenveel gaaf als in Tiel en bij de bovenmolaren zelfs

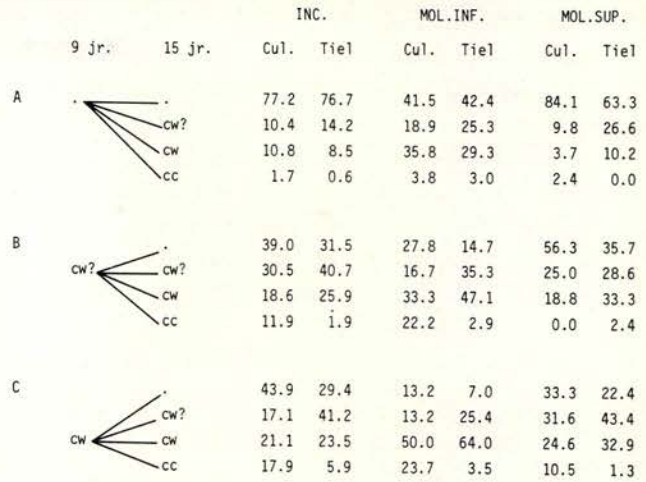


Fig. 2A, B, C. De percentages 'gaaf', 'cw?', 'cw' en 'cc'-diagnosen na verloop van 6 jaren ten opzichte van het op 9-jarige leeftijd aanwezige aantal gaaf-diagnosen (A), 'cw?'-diagnosen (B) en 'cw'-diagnosen (C) in niet- en wel-gefluorideerd gebied.

20.8% meer. Er ontstaan bij alle 3 categorieën vlakken in Tiel duidelijk meer 'cw?', bij de bovenmolaren zelfs opvallend meer. Dit laatste is in Tiel ook het geval bij de 'cw', terwijl deze in Culemborg weer wat meer optreden bij de incisivi en ondermolaren. Wat de caviteitvorming betreft is de situatie in Tiel gunstiger. Samenvattend kan worden vastgesteld, dat er vanuit de gave vlakken na verloop van 6 jaren in Tiel minder gave vlakken resulteren, maar tevens minder caviteiten ontstaan. Dat is vooral het geval bij de buccale vlakken van de bovenmolaren.

In figuur 2B is te zien, dat er in Culemborg van de oorspronkelijk zwakkere demineralisaties (cw?) in alle 3 categorieën elementen duidelijk meer vlakken gaaf worden; het remineralisatieproces verloopt er schijnbaar beter. In Tiel blijft een groter gedeelte van de 'cw?' constant dan in Culemborg, terwijl er tevens een groter gedeelte verder demineraliseert tot 'cw'. Het meest uitgesproken komen deze verschillen in remineralisatie en verdergaande demineralisatie tot uiting bij de relatief weinig cariësgevoelige bovenmolaren (zie fig. 2A).

Wat de caviteitvorming in het verloop van 6 jaren betreft, vanuit de 'cw?', is er bij de incisivi en ondermolaren een aanzienlijk verschil ten gunste van Tiel. Dat is niet het geval bij de bovenmolaren. Samenvattend kan worden gesteld, dat er in Culemborg meer remineralisatie en caviteitvorming optreden

dan in Tiel. In Tiel blijven er van de zwakkere demineralisaties meer constant en worden er eveneens meer verder gedemineraliseerd tot een wat ernstiger ontkalking.

Figuur 2C geeft uitsluitel omtrent het lot van de sterkere demineralisaties (cw) na het verloop van 6 jaren. Vanuit de 'cw' treden in Culemborg in alle 3 categorieën elementen meer remineralisaties op tot gaaf dan in Tiel, maar minder remineralisaties tot de minder ernstige laesie (cw?). Er blijven in Tiel meer 'cw' constant, er ontstaan aanzienlijk minder caviteiten.

Discussie

Bij de glazuurvorming (König, 1971) wordt in eerste instantie een organische matrix aangelegd, die langzamerhand wordt gemineraliseerd. Gedurende deze primaire mineralisatiefase wordt het organische materiaal vervangen en verdrongen door het anorganische octacalciumfosfaat, waaruit het hoofdbestanddeel van het glazuur, het hydroxylapatiet, wordt gevormd (fig. 3).

De primaire mineralisatie, die enkele jaren in beslag neemt, verloopt het beste indien fluoride in de concentratie van een sporelement aanwezig is; het heeft een katalytische functie bij de apatietvorming. Bij een fluoride-deficiëntie treedt een hypomineralisatie op en is de kristallietvorming niet optimaal. Een teveel aan fluoride in dit stadium geeft eveneens een gestoorde apatietontwikkeling; deze kan zich na de eruptie van het gebitselement in een mindere of meerdere mate van fluorosis manifesteren.

Met behulp van de radioactieve isotoop F-18 is vastgesteld dat, onafhankelijk van het aanbod, glazuur nauwelijks fluoride opneemt in deze fase.

Indien de ameloblasten het glazuur hebben gevormd en de primaire mineralisatie is afgesloten, treedt een volgende fase in de glazuurontwikkeling op, de pre-eruptieve maturatiefase. In deze, ongeveer 4 jaren durende, periode wordt het nog weke glazuur door verder gaande mineralisatie, waarbij de kristallieten verder uitgroeien, tot meerdere rijping gebracht (Newesely, 1972).

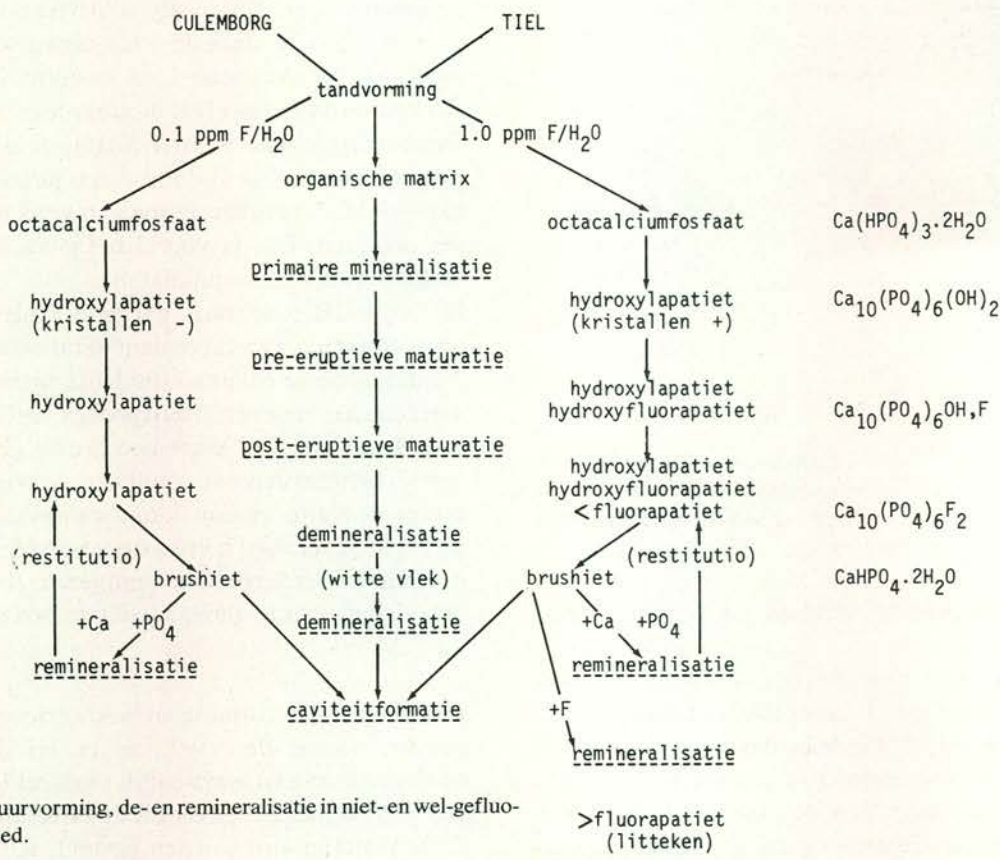


Fig. 3. Glazuurvorming, de- en remineralisatie in niet- en wel-gefluorideerd gebied.

In dit stadium, waarin de ameloblasten geen rol meer spelen en dus geen ontwikkelingsstoornissen in het glazuur meer kunnen optreden, worden uit de rondom het glazuur aanwezige weefselvloeistof de voor de mineralisatie benodigde mineralen aangetrokken. Fluoride-analyses van glazuur van nog niet-geërupteerde en geretineerde elementen tonen aan dat de buitenste glazuurlaag meer fluoride bevat dan de meer naar binnen gelegen lagen. Er is in dat opzicht een duidelijk verschil tussen glazuur in wel- en niet-gefluorideerd gebied.

In tegenstelling tot de fase van de primaire mineralisatie wordt in deze rijpingsfase, bij voldoende aanbod, wel fluoride in het glazuur ingebouwd onder vorming van hydroxyfluorapatiet.

Er is dusdanig weinig verschil in de oplosbaarheid van dit hydroxyfluorapatiet en het hydroxylapatiet, dat dit niet de oorzaak kan zijn van het klinisch waargenomen kleine cariësreducerende effect van pre-eruptieve fluoridetoediening. Dit effect is waarschijnlijk het gevolg van de optimale kristallietvorming, die tijdens de primaire mineralisatie door de aanwezigheid van het fluoride is bewerkstelligd.

Na de pre-eruptieve maturatiefase voltrekt zich het eruptieproces van het gebitselement. Het in de mondholte verschijnend glazuur is dan nog niet volledig gemineraliseerd. In de nu aangebroken posteruptieve maturatiefase dient het hydroxylapatiet respectievelijk hydroxyfluorapatiet door opneming van de in het speeksel aanwezige ionen tot definitieve rijping te komen. Er worden calcium- en fosfaationen opgenomen en indien fluoride-ionen aanwezig zijn vindt eveneens uitwisseling plaats met hydroxylionen uit het glazuur.

Bij de in de drinkwaterfluoridering gebruikelijke concentratie van 1 ppm leidt dit tot de vorming van fluorapatiet. De oplosbaarheid hiervan is aanzienlijk kleiner dan die van hydroxylapatiet. Zonder het belang van de, door fluoride bepaalde, optimale kristallietformatie tijdens de vormingsfase te onderschatten, kan worden gesteld dat het cariësremmende effect van fluoride grotendeels posteruptief wordt bepaald door de lokale werking ervan op het glazuur, leidend tot de vorming van fluorapatiet.

Na eruptie vinden op het raakvlak van glazuur en mondmilieu behalve mineraliserende eveneens demineraliserende activiteiten plaats. Direct na de eruptie vormt zich plaque en zal zuurvorming optreden; waterstofionen diffunderen in het glazuur en calcium- en fosfaationen treden uit.

Onder normale, niet-cariogene, omstandigheden overwegen tijdens de posteruptieve maturatiefase de mineraliserende activiteiten en komt het geleidelijk tot een volledige mineralisatie van het glazuur. Er stelt zich een evenwicht in, waarbij zich beurtelings demineraliserende activiteiten vanuit de plaque voordoen en herstellende remineraliserende activiteiten vanuit het speeksel. In feite ontstaat er nu eens cariës op microschaal, als ten gevolge van suikeraanbod de zuurgraad daalt, dan weer remineralisatie en herstel van het gelaedeerde glazuur als de zuurgraad weer stijgt.

Onder abnormale omstandigheden, die in het huidige leefpatroon evenwel veel voorkomen, namelijk een groot en vooral een frequent suikeraanbod, krijgen de demineraliserende invloeden de overhand en wordt het evenwicht verbroken. Er ontstaat een klinisch waarneembare witte vlek met behoud van een intact glazuuroppervlak. In dat stadium kan het evenwicht verbroken blijven ten gunste van de demineralisatie, hetgeen na enige tijd tot caviteitvorming zal leiden.

Het kan ook zo zijn dat de omstandigheden zich dusdanig wijzigen, dat na het ontstaan van de witte vlek een herstel van de evenwichtstoestand optreedt; in dat geval kan worden gesproken van een gearresteerde laesie.

Tenslotte kan het zo zijn dat het verbroken evenwicht zich niet alleen herstelt, maar vervolgens weer wordt verbroken ten gunste van de remineralisatie. In dat geval zal de witte vlek verdwijnen en herkrijgt het glazuur zijn oorspronkelijke uiterlijk.

Wat de omstandigheden betreft, die de demineralisatie-remineralisatiebalans verstoren, kan worden gedacht aan meer of minder drastische veranderingen van voedings- en/of poetsgewoonten, maar ook aan lokaal optredende fysiologische en niet-fysiologische veranderingen in de mond.

Er kunnen niet zelden gearresteerde carieuze laesies en zelfs kleine caviteiten worden geconstateerd op de vestibulaire vlakken, vrij hoog ten opzichte van de marginale gingiva. Op jongere leeftijd, in een vroeger eruptiestadium, waren de omstandigheden voor het nog weinig gematureerde glazuur kennelijk ongunstiger en trad laesie- respectievelijk caviteitvorming op. Later kon een herstel van het evenwicht optreden.

Bekend is ook het verschijnsel dat, na extracties van gebitselementen, beelden van gearresteerde cariës op de proximale vlakken van de achtergebleven buurelementen kunnen worden aangetroffen. De retentiemo-

gelijkheden voor voedselresten zijn door de extracties verdwenen.

Cariës ontstaat doordat bacteriën suikers vergisten en melkzuur vormen. Bij het oplossen van glazuur door melkzuur is het kenmerkend, dat bij het optredende mineraalverlies de continuïteit van het oppervlak niet wordt verbroken. In eerste instantie ontstaat een klinisch waarneembare witte vlek en na het droogblazen van het glazuur blijkt, dat het oppervlak zijn glanzende uiterlijk heeft behouden.

Analyse van het glazuur met behulp van microradiografie en densitometrie leert, dat er onder een relatief intacte oppervlakkige laag (de surface layer), waarin enig mineraalverlies is opgetreden, een laesie is ontstaan met een aanzienlijk groter mineraalverlies (de subsurface aantasting).

In een verder stadium van het cariësproces wordt de witte vlek duidelijker doordat het subsurface mineraalverlies groter wordt. Tevens neemt, hoewel in mindere mate, het mineraalverlies in de oppervlakkige laag dusdanig toe, dat het glanzende glazuuroppervlak dof wordt. Het is duidelijk poreus geworden en met de sonde is een zekere ruwheid te constateren. Uitoefening van enige druk leidt tot beschadiging van het oppervlak.

In een nog verder stadium van demineralisatie treedt tenslotte zoveel mineraalverlies op dat de structuur van het glazuur onder het oppervlak geen behoorlijke samenhang meer vertoont. De relatief intacte, maar verzwakte oppervlakkige laag, stort in en er ontstaat een caviteit.

Uit het onderzoek is gebleken, dat de onderzochte Culemborgse en Tielse elementen grote aantallen witte vlekken vertonen. In het algemeen worden er in Tiel meer lichte demineralisaties waargenomen. Een wezenlijker verschil tussen beide steden is echter, dat de in Tiel gevormde witte vlekken meer constant van aard bleken te zijn, terwijl zij in Culemborg in meerdere mate bleken te remineraliseren tot gaaf en te demineraliseren tot caviteit.

Voor de mogelijke verklaring van dit verschil is het nodig te weten wat er, afgezien van het klinisch waarneembare, bij het cariësproces in feite gebeurt.

Als bij het beginnende cariësproces calcium- en fosfaationen uittreden, wordt uit het hydroxylapatiet het zogenaamde brushiet gevormd (Groeneveld, 1974). Deze calciumverbinding is bij een lage zuurgraad (Ph 4.2 – 4.6) stabiel en is in staat met fluoride te reageren onder vorming van het slecht oplosbare fluorapatiet. De vorming van brushiet bij het initiële cariësproces

betekent dat daarmee de mogelijkheid is geschapen om de oplosbaarheid van het glazuur te verkleinen, dus de weerstand tegen cariës te vergroten. Anders gezegd: indien aan de voorwaarde wordt voldaan dat voldoende fluoride-ionen aanwezig zijn, is het nuttig dat er initiële cariës ontstaat.

In de Culemborgse situatie zijn geen, of beter gezegd, onvoldoende fluoride-ionen aanwezig. De aldaar klinisch vastgestelde remineralisatie heeft plaatsgevonden op basis van het uit het speeksel naar binnen diffunderen van calcium- en fosfaationen, daarmede een visueel waarneembare volledige restitutie bewerkstellend. Blijft de uittreding van calcium- en fosfaationen overwegen, dan leidt dit tot vorming van een caviteit. In Tiel daarentegen vindt, bij een voldoende aanwezigheid van fluoride-ionen, een reactie plaats met het eerder gevormde brushiet en wordt fluorapatiet gevormd. Dit gebeurt voornamelijk in de oppervlakkige laag, terwijl de subsurface-aantasting zich in mindere mate 'herstelt'.

Een mogelijke verklaring voor het in Tiel waargenomen fenomeen, het meer constant blijven van witte vlekken, zou kunnen zijn, dat de versterkte oppervlakkige laag moet worden beschouwd als een zone, die zowel verdergaande demineralisatie als remineralisatie belemmert.

In tegenstelling tot Culemborg wordt hier dus niet de oorspronkelijke situatie hersteld, maar wordt wel een verkleinde oplosbaarheid van het glazuur en dus een versterking ervan bewerkstelligd.

Het in feite niet herstellen van de oorspronkelijke structuur betekent, dat dit visueel ook niet als een volledige restitutie zal worden waargenomen. Behalve recalcificatie (Ca- en PO_4 -ionen) vindt in Tiel ook remineralisatie (F-ionen) plaats.

De toegepaste criteria, die voor een visuele beoordeling van recalcificatie gelden en waaraan kwalitatieve consequenties zijn verbonden, blijken voor de remineralisatie niet juist te zijn. Er kan in Tiel bij de meer constant blijvende witte vlekken worden gesproken van een littekenformatie, met dien verstande dat de kwaliteit van het littekenweefsel, met betrekking tot het ontstaan van cariës, superieur is aan die van het oorspronkelijke weefsel.

Dat er in Tiel na verloop van 6 jaren een aantal witte vlekken klinisch niet meer wordt waargenomen, berust mogelijk op het feit, dat in deze gevallen de voor de fluorapatietvorming noodzakelijke zuurgraad van 4.2 – 4.6 niet wordt bereikt. Het is denkbaar dat bij een wat minder lage zuurgraad een normaal recalcificatie-

proces plaatsvindt met als gevolg een klinisch waarneembare restitutie.

Hoewel de resultaten van in vitro remineralisatie-experimenten met tinfluoride bij kunstmatig gemaakte cariëslaesies aanwijzingen geven voor de bovenstaande verklaringen, is ter bevestiging hiervan nader onderzoek noodzakelijk.

Samenvatting:

Gedurende een longitudinaal onderzoek te Culemborg en Tiel (sinds 1-3-1953 1 ppm F/H₂O) werden bij dezelfde kinderen in 1962 en 1968 (op 9- en 15-jarige leeftijd) de vestibulaire vlakken van de eerste blijvende onder- en bovenmolaren alsmede van de bovenincisivi onderzocht. Bij het in duplo-onderzoek werden naast de diagnose 'gaaf (.)' de cariësstadia 'zwakke demineralisatie (cw?)', 'sterke demineralisatie (cw)' en 'caviteitformatie (cc)' aan de hand van daartoe ontwikkelde criteria visueel onderscheiden.

Uit de resultaten bleek, dat na het verloop van 6 jaren tussen beide onderzoeken in Tiel, vanuit de situatie gaaf, meer demineralisaties (cw? en cw) maar minder caviteiten (cc) ontstonden dan in Culemborg.

Vanuit het bij het begin vastgestelde aantal zwakke en sterke demineralisaties werden er na 6 jaren in Culemborg meer geremineeraliseerd tot gaaf en eveneens meer gedemineraliseerd tot caviteit dan in Tiel.

Van het op 9-jarige leeftijd geconstateerde aantal zwakke en sterke demineralisaties bleven er in Tiel meer constant dan in Culemborg en gingen er meer in elkaar over.

In Culemborg leidt heropname van de bij demineralisatie verloren gegane Ca- en PO₄-ionen in het bij de initiële laesie gevormde brushiet tot een herstel van het gelaedeerde hydroxylapatiet (recalcificatie) en daarmee tot een visueel waarneembare restitutie in integrum.

In Tiel (F) daarentegen kan, afhankelijk van de zuurgraad, het bij de initiële laesie gevormde brushiet naast Ca- en PO₄-ionen (recalcificatie) ook F-ionen opnemen (remineralisatie) onder vorming van fluorapatiet. Deze remineralisatie leidt tot een versterking maar niet tot een klinisch waarneembare restitutie van het oorspronkelijke glazuur. De persisterende witte vlekken kunnen worden beschouwd als littekens van vroegere laesies; het littekenweefsel is evenwel superieur aan het oorspronkelijke glazuur met betrekking tot het ontstaan van cariës. Het vooral in de oppervlakkige laag gevormde fluorapatiet belemmert zowel verder gaande demineralisatie als recalcificatie.

Resultaten van in vitro uitgevoerde remineralisatie-experimenten met tinfluoride bij kunstmatig gemaakte cariëslaesies vormen een indicatie voor bovenstaande verklaringen. Ter bevestiging is nader onderzoek noodzakelijk.

Summary:

Title: The origin and behaviour of the white spot.
The vestibular surfaces of the permanent upper incisors and upper

and lower first molars were regularly examined in the course of a longitudinal caries study in Culemborg (-F) and Tiel (+F from 1-3-1953). The same children were examined in 1962 and 1968 when they were 9 and 15 years of age respectively.

In surfaces not designated as 'sound' (.) a distinction was made in the diagnosis between 'light demineralisation' (cw?), 'heavier demineralisation' (cw) and 'cavity' (cc).

The results show that in the six years between examinations, starting from the diagnosis 'sound', there was more demineralisation but less cavity formation in Tiel as compared to Culemborg.

In surfaces which were initially demineralised to some extent there was both more remineralisation to 'sound' and more demineralisation to a 'cavity' in the non-fluoridated town of Culemborg. More white spots remained unchanged in Tiel during the six years of this study.

Remineralisation, defined here as the visual reversal from light or heavy demineralisation to sound occurred in both communities.

It can be postulated that in Culemborg the initial lesion is remineralised (Ca- and PO₄-ions). The light dispersion characteristics of the remineralised area are then similar to enamel and the lesion appears to be restored to a visible restitutie in integrum.

Remineralisation in Tiel can occur in two forms, dependent on the pH. At higher values remineralisation occurs by the reintroduction of Ca- and PO₄-ions, leading to a visible restitutie as described above. At a lower pH (4.2-4.6) F-ions are also involved and fluorapatite is formed. This reaction probably occurs in the surface layer of the lesion, whilst the subsurface demineralised enamel remains relatively unaltered. The light dispersion characteristics of the lesion thus remain unaltered, and this may be an explanation for the phenomenon that many white spots in Tiel remain visibly unchanged.

There might be spoken of the formation of a 'scar', with that respect that, as far as the development of caries is concerned, the quality of the scar tissue is superior to that of the original enamel.

The remineralised surface layer could be considered as a barrier against either further demineralisation or remineralisation.

Although the results of in vitro remineralisation studies on artificial white spot lesions indicate that the above explanation is possible, confirmation must be obtained from further experiments.

Literatuur:

1. Backer Dirks, O. (1966): Post eruptive changes in dental enamel. *J Dent Res* 45: 503-511.
2. Groeneveld, A. (1974): Dental caries; Some aspects of artificial caries lesions examined by contact-microradiography. *Academisch proefschrift, Utrecht.*
3. König, K. G. (1971): *Karies und Kariesprophylaxe.* Wilhelm Goldmann Verlag, München.
4. Newesely, H. (1972): Mechanisms and action of trace elements in the mineralisation of dental hard tissues. *Zyma SA, Nyon Switzerland.*

Juni 1976.

Catharijnesingel 59,
Utrecht.