

## OVER VOEDING, VOEDINGSGEWOONTEN EN CARIËS

Trefwoorden: Voeding – Cariës

## Inleiding

Het thema *voeding en cariës* zal op de meeste lezers ongetwijfeld de indruk maken, zó'n uittreuren besproken onderwerp in de tandheekkundige literatuur te zijn, dat zij zich onwillekeurig afvragen, waarom daar nu opnieuw aandacht voor moet worden gevraagd. Want dat zal vast en zeker voor de zoveelste keer gaan over de schadelijke invloed van suiker bevattende voedings- en genotmiddelen en daar is iedereen het toch al lang over eens.

Dit verwijt klinkt zeer aannemelijk en de opmerking is ook niet bezijden de waarheid, zoals in het onderstaande zal blijken. Alleen, wie zo redeneert, stelt zich wel zeer eenzijdig op. Hij vergeet dat er op sommige punten nog altijd de nodige controverses bestaan, voortkomend uit tegenstrijdige bevindingen en opvattingen, die om opheldering vragen. Dat kan ook haast niet anders bij de bestudering van een proces, dat is gekenmerkt door een zo rijke verscheidenheid aan variabele factoren, dat het soms een onmogelijke opgave lijkt, het complex van aanvallende en verdedigende elementen te ontwarren.

Waarom krijgen bijvoorbeeld notoire snoepers soms relatief heel weinig cariës en omgekeerd, waarom moeten personen, die zich redelijk nauwgezet aan de heersende voorschriften inzake dieet en mondhygiëne houden, de teleurstellende ervaring opdoen dat zich desondanks steeds weer nieuwe caviteiten aandienen? Zó eenvoudig liggen de betrekkingen tussen suiker en cariës dus ook weer niet. Bovendien komen met het voortschrijden van de verfijning in de methoden van wetenschappelijk onderzoek steeds weer nieuwe feiten – ook met betrekking tot niet-controversiële zaken – aan het licht (b.v. werkingsmechanismen van

micro-organismen of van bepaalde enzymen) die stellig tot verheldering van de inzichten kunnen bijdragen.

*International Advisory Group*

Het was dan ook zeker niet zonder reden dat een Amerikaanse organisatie: The Nutrition Foundation in 1979 het initiatief ontwikkelde om de huidige stand van zaken met betrekking tot het in de titel genoemde thema nader te evalueren.

The Nutrition Foundation is een openbare en onafhankelijke instelling, in het leven geroepen en financieel gesteund door de vooraanstaande industriële ondernemingen op het gebied van voeding en aanverwante zaken. Zij heeft haar doel hoog gesteld: 'the advancement of nutrition knowledge and . . . its effective application in improving the health and welfare of mankind'. In hoeverre hier addertjes onder het gras liggen, is op afstand natuurlijk niet uit te maken. De Nederlander is tegenwoordig gauw geneigd om alles wat van 'de industrie' afkomstig is, met argwaan te beschouwen.

Het is waarschijnlijk echter juister, dit hooggestemde streven te zien als een stukje onvervalst Amerikaans idealisme.

De 'Foundation' stelde zich in genoemd jaar in verbinding met officiële organisaties op het terrein van de voeding in Groot-Brittannië, Italië, Zweden, Zwitserland en Nederland. Dit contact leidde tot de instelling van een werkgroep, genaamd *International Advisory Group on Nutrition, Dental Caries and Oral Health*.

De leden van deze commissie waren zorgvuldig geselecteerd op basis van kennis en ervaring betreffende de pathogenese van cariës en andere mond-aandoeningen, in het bijzonder voor zover deze wordt beïnvloed door voeding en voedingsgewoonten. Namen als Finn Brudevold, G. Neil Jenkins, Bo Krasse, A. Scheinin en O. Backer Dirks (om maar enkele te noemen) geven voldoende waarborg dat men

## Samenvatting:

Deze bijdrage is een redactionele bewerking van het rapport van de 'International Advisory Group on the Relationship Between Diet, Nutrition, and Dental Caries', dat in november 1980 verscheen en in opdracht van *The Nutrition Foundation* werd samengesteld.

Achtereenvolgens worden aan de orde gesteld: de pathogenese van tandcariës, het weerstandsvermogen tegen cariës, de middelen om cariës te voorkomen en de cariogene eigenschappen van het voedsel.

Tenslotte wordt aandacht besteed aan cariësremmende factoren in voedingsmiddelen.

overtuigd was, zijn tijd niet aan onnutte zaken te besteden.

De werkgroep ontving in eerste instantie de opdracht, zich te oriënteren omtrent de jongste ontwikkelingen op dit terrein van studie. Verder was het haar taak, te onderzoeken op welk research-gebied de meeste kansen op het verkrijgen van nieuwe inzichten waren te verwachten in de complexe relaties tussen voeding, voedingsgewoonten en tandbederf, resp. andere mond-aandoeningen. Ten slotte moest worden nagegaan welke onderzoeken in aanmerking zouden komen voor financiële steun van The Nutrition Foundation.

Deze opdrachten leidden tot intensieve samenspraken, in formele zowel als informele bijeenkomsten, niet alleen van de leden van de adviesgroep onderling, maar ook met andere autoriteiten, zoals o.a. vertegenwoordigers van de American Dental Association Health Foundation, onderzoekers uit verschillende researchcentra en vertegenwoordigers van universiteiten, maar ook uit de levensmiddelenindustrie.

*Totstandkoming van het rapport*

Uit al deze besprekingen en daarmee samenhangende correspondentie stelde de adviesgroep een rapport samen, waarin alle aspecten van de opdracht aan de orde komen, opdat zoveel mo-

gelijk onderzoekers, overheidspersonen en andere belanghebbenden er profijt van kunnen hebben. Wél moest men zich een zekere beperking oplegen. Immers, zoals reeds uit de naam blijkt, is de opdracht aan de adviescommissie zeer ruim genomen: 'Dental Caries and Oral Health'. De leden hebben om verschillende redenen prioriteit gegeven aan de bespreking van het eerste onderwerp: tandcariës. Zij hebben dit zelfs nog gesteld boven het onderwerp parodontopathieën, hoewel zij zich terdege bewust waren dat deze laatste even sterk zijn verbreid en dat zij eveneens een zekere samenhang tonen met voeding en voedingsgewoonten, zomede met andere (gewoonte)handelingen waarvan de mondweefsels invloeden ondergaan, zoals roken, het gebruik van kauwtabak en kauwgom, ook het zuigen op keeltabletten en andere substanties die het midden houden tussen genees- en genotmiddelen.

Eén van de redenen echter tot het verlenen van prioriteit aan cariës was de overweging dat de kosten van bestrijding in verhouding tot die van andere infectieziekten tot de hoogste moeten worden gerekend: in de Verenigde Staten worden ze geschat op 14 miljard dollar per jaar. Verder zijn de methoden van bestrijding – therapeutisch en preventief – nu eenmaal tijdrovend en mede daardoor wordt een niet geringe aanslag gedaan op de productiviteit van de patiënten. Bovendien ontstaat cariës in de meeste geïndustrialiseerde landen al op zeer jeugdige leeftijd en nu mag het waar zijn, dat daar een zekere daling van de cariësactiviteit is te bespeuren – in het bijzonder bij jongeren – toch moet worden geconstateerd dat in veel gevallen tandbederf leidt tot vroegtijdig gebitsverlies. Dit in tegenstelling tot parodontopathieën, die ook veelvuldig gebitsverlies veroorzaken, maar in het algemeen pas na het 30e levensjaar.

Daar komt natuurlijk nog bij dat het bestuderen van de literatuur, het samenvatten en interpreteren van de talrijke publikaties alleen al op het gebied van cariës, de leden van de adviesgroep zeer veel tijd en inspanning heb-

ben gekost. Vandaar de beperking tot de relaties tussen voeding, voedingsgewoonten en cariës.

### 'Food' en 'Diet'

Het voorwoord tot het eigenlijke rapport van de hand van William J. Darby, president van The Nutrition Foundation, waaraan een deel van het vorenstaande werd ontleend, bevat voorts nog enkele zakelijke mededelingen. De adviesgroep geeft nl. te kennen dat zij onder voedsel ('food') alles verstaat wat kan worden geconsumeerd, dus ook dranken en verder substanties waarop alleen maar wordt gekauwd. Voorts maakt zij onderscheid tussen 'food' en 'diet' in die zin, dat met 'diet' niet alleen wordt bedoeld de materie die wordt geconsumeerd, maar ook de wijze waarop, dus zo ongeveer datgene wat in het Nederlands met termen als 'voedingsgewoonten' of 'voedingspatronen' wordt weergegeven. Bijvoorbeeld: hoe vaak wordt 'food' geconsumeerd, hoe lang blijft het in de mond, wordt het afzonderlijk genuttigd of juist in combinatie met andere substanties. Het is opmerkelijk dat zulke gegevens in de opsomming van onderzoeksresultaten en in voedingsoverzichten gewoonlijk niet worden vermeld.

Het kwam de Redactie na kennisgeving van dit in november 1980 verschenen rapport nuttig voor, de inhoud ervan in extenso weer te geven.

### Inhoud van het rapport

#### Inleiding: algemene opmerkingen

Cariës en parodontopathieën zijn de meest voorkomende infectieziekten, die overal ter wereld bij beschaafde volken hun invloed doen gelden. Evenals bij andere, veel minder frequent voorkomende, aandoeningen van de mondweefsels (b.v. leukoplakie, cheilose, stomatitis, carcinoom) wordt het ontstaan ervan tot op zekere hoogte – en in geval van cariës en parodontopathieën tot op grote hoogte – bepaald door eet-, drink-, kauw- en rookgewoonten. Wat speciaal cariës

betreft: er bestaat weinig twijfel meer dat koolhydraten in het voedsel en in het bijzonder saccharose, de voornaamste rol vervullen in de cariësetiologie. Daarbij moet men wel in aanmerking nemen dat er zich in het Amerikaanse dieet de laatste 50 jaar geleidelijk een niet onbelangrijke verandering heeft voltrokken. De oorzaak hiervan is dat vroeger de meeste suiker in de huishouding werd gebruikt, terwijl tegenwoordig de grote massa van de suiker in de voedings- en genotmiddelenindustrie wordt verwerkt. Bovendien houdt de huidige Amerikaan (en dat geldt vermoedelijk ook voor veel West-Europeanen) zich steeds minder aan de regelmaat van drie maaltijden per dag – zoals in vroeger jaren gebruikelijk was – maar hij eet en drinkt veel meer machinaal bereide 'snacks' tussen de maaltijden in. Eigenlijk rust aldus de verantwoordelijkheid voor de allengs gestegen cariësactiviteit voor een deel op de industrie, want die bepaalt in hoge mate de aard en de hoeveelheid van de suikers in voedings- en genotmiddelen. Anderzijds ligt ze natuurlijk ook voor een groot deel bij de consument, die blijkbaar maar al te gemakkelijk toegeeft aan zijn hang naar deze suiker bevattende hapjes en drankjes tussen de maaltijden.

Nu is het wel zaak te bedenken dat het niet alleen het suikergehalte op zichzelf is, dat de cariogene werking van voedingsmiddelen bepaalt. Ook andere factoren zijn daarbij betrokken. Als zodanig zijn te noemen de fysische eigenschappen, zoals retentie, buffercapaciteit en zuurgraad van het voedsel, de aanwezigheid van proteïnen en lipiden (vetten en vetzuren), de wijze waarop het voedsel wordt geconsumeerd, hoe lang het in de mond blijft, de invloeden op de speekselafscheiding, etc. Dit duidt er al op dat het in beginsel mogelijk is de cariësactiviteit te beperken door de samenstelling van het voedsel te modificeren. Ofschoon echter grote vooruitgang is geboekt in de kennis van de orale biologie en in die van cariës in het bijzonder, moet toch worden gezegd dat het onderzoek betreffende de cariogene eigenschappen

van verschillende soorten voedsel nog in de kinderschoenen staat. Doel van dit rapport is dan ook, de belangstelling voor dit terrein van studie te stimuleren, opdat de voedingsmiddelenindustrie in staat wordt gesteld, bij te dragen tot vermindering van de cariës-activiteit, door wijzingen in de samenstelling van haar produkten. Maar dit streven dient dan wel te worden aangevuld door de consument, die in overeenstemming met de resultaten van de desbetreffende onderzoekingen zijn voedingsgewoonten dient te wijzigen.

#### *Pathogenese van tandcariës: verstoring van een evenwicht*

Al jaren wordt algemeen aangenomen dat tandcariës wordt veroorzaakt door bacteriën, die zich op de tandoppervlakken massaal vermenigvuldigen. Zij vormen veruit de voornaamste bestanddelen van de zgn. tandplaque, die vooral kan accumuleren als de mondhygiëne tekort schiet. Zij fermenteren de in het voedsel aanwezige suiker tot zure eindprodukten. Doordat de plaque in het algemeen de diffusie beperkt, ontstaat een accumulatie van zuur met als onvermijdelijk gevolg een daling van de pH in de plaque. In fysisch-chemische termen gesproken is het cariësproces toe te schrijven aan een verstoring van het evenwicht tussen enerzijds de minerale bestanddelen van het glazuur (complexe calciumfosfaatverbindingen, in hoofdzaak hydroxy-apatiet, eventueel met modificaties daarvan, zoals whitlockiet en brushiet) en anderzijds de calcium en fosfaationenconcentraties in de plaque. Dit evenwicht wordt nl. beïnvloed door de pH in de plaque. Bij een neutrale pH is het plaquemilieu als het ware oververzadigd met calcium- en fosfaationen: dan bestaat er zelfs een neiging tot mineralisatie. Daarentegen kan daling van de zuurgraad ter plaatse, veroorzaakt door bacteriële vergisting van koolhydraten, leiden tot onderverzadiging van calcium- en fosfaationen in de plaque, met als gevolg demineralisatie. De pH waarbij de omslag plaatsvindt, wordt de 'kritische' pH genoemd. Aangenomen wordt dat deze in het gebied tussen 5.0

en 5.7 ligt, maar daaromtrent zijn de meningen nog verdeeld. Frequentie of lang aangehouden dalingen tot het kritische niveau kan leiden tot voortschrijdende ontkalking van het glazuur met als uiteindelijk gevolg caviteitvorming.

Bij tandcariës moeten, naar gelang van de lokalisatie, twee typen worden onderscheiden: 1. glazuurcariës en 2. cementcariës. De laatstgenoemde vorm ontstaat meestal pas in een latere levensfase, wanneer door parodontale veranderingen het cement niet langer alom door tandvlees wordt bedekt en dus meer aan omgevingsinvloeden is blootgesteld.

#### *Trias van essentiële factoren*

Het ontstaan van cariës is dus afhankelijk van een trias van essentiële factoren: 1. de gastheer (de in principe ontvankelijke harde tandstructuren), 2. de plaque (microflora) en 3. de voeding (vooral saccharose). De essentiële rol die de plaquebacteriën bij dit proces spelen, is op overtuigende wijze aangetoond in proeven met kiemvrij gekweekte dieren en bij mensen in experimenten, waarbij antibiotica werden gebruikt: verder blijkt dit bij zorgvuldige plaquebeheersing. De essentiële invloed van suiker (saccharose) wordt duidelijk bij mensen, die levenslang op een suikervrij dieet zijn aangewezen, zoals het geval is bij lijdende aan erfelijke fructose-intolerantie (zie Exc. odontol. Sectie II, nr. 744, dec. 1967), of bij mensen die in de loop van de tijd op een suikerarm dieet zijn overgegaan. Verder is op dit gebied uitgebreid inzicht verkregen uit dierproeven.

Het tot nu toe gewonnen bewijsmateriaal geeft duidelijke aanwijzingen dat tandcariës in wezen een plaatselijk proces is, dat zich onder de tandplaque afspeelt. Kenmerkend voor de plaquebacteriën is dat het specifiek bewoners van de mond zijn, in hoofdzaak bij de mens, maar tot op zekere hoogte ook van bepaalde diersoorten. In de natuur worden ze echter niet vrij levend aangetroffen, evenmin elders, b.v. in

voedsel. Daarom wordt aangenomen dat de cariësverwekkers van de ene mens op de andere, nog niet geïnfecteerde, overgaan. Dit geschiedt al in de vroege jeugd, nl. onmiddellijk na de tanddoorbraak. Infectie van kinderen door hun ouders speelt daarbij waarschijnlijk een voorname rol.

#### *Tandplaque*

De tandplaque bestaat vrijwel uitsluitend uit een gecompliceerd mengsel van verschillende soorten micro-organismen. Voor zover zij de tandkronen bedekt en dus betrokken is bij de meest voorkomende vormen van cariës, hebben streptokokken, actinomyceten en veillonellae in het algemeen de overhand. Voor zover zij aan of beneden de tandvleesrand voorkomt is de flora vaak zeer wisselend (zie ook Ned Tijdsch Tandheelkd 86: 234, juni 1979). De plaquebacteriën zijn gewoonlijk van elkaar gescheiden door een zgn. interbacteriële matrix, waarvan de door de micro-organismen afgescheiden extracellulaire polysacchariden en door het speeksel geproduceerde glycoproteïnen volgens de meeste onderzoekers de belangrijkste bestanddelen uitmaken. Verder is de tandplaque bijna altijd van het eigenlijke glazuropervlak gescheiden door de 0,1 tot 0,2  $\mu\text{m}$  dikke pellicel, gevormd uit het speeksel door een selectieve afzetting van glycoproteïnen (zie Ned Tijdsch Tandheelkd 86: 2 en 226, 1979).

Plaquevorming op een gereinigd tandoppervlak betekent dus primair een hechting van uit het speeksel of het mucosa-epitheel afkomstige micro-organismen aan de pellicel, natuurlijk vooral in voor reiniging weinig toegankelijke gebieden. Na deze aanhechting van afzonderlijke cellen of celgroepen vindt vermenigvuldiging plaats. Zo ontwikkelt de plaque zich als een conglomeraat van afzonderlijke micromilieus. De combinatie van steeds nieuwe aanhechting en vermenigvuldiging van reeds aangehechte bacteriën leidt uit de aard van de zaak tot een sterke accumulatie, die tenslotte haar beperking vindt door de reinigende krach-

ten, o.a. van tong en wangen. Bij deze processen van aanhechting en accumulatie komen, zowel van de kant van de micro-organismen als van de gastheer onderscheidene fysische en biochemische oppervlaktefactoren te pas; daardoor ontstaat een hoge graad van specificiteit, waarin aanzienlijke variaties met betrekking tot de doeltreffendheid van de aanhechting der bacteriën tot uiting komen.

Zo is bij de inleidende binding van de bacteriën aan de pellicel zeer waarschijnlijk lectine betrokken, d.i. een koolhydraatbindend proteïne. Deze stof gaat interacties aan met de van het speeksel afkomstige glycoproteïnen, die ook in de pellicel voorkomen.

Daarnaast zijn bij de accumulatie van de micro-organismen o.a. extracellulaire bacteriële polymeren en glycoproteïnen uit het speeksel werkzaam. Kortom, een indrukwekkende veelheid van biochemische en fysische wisselwerkingen (waaronder b.v. ook elektrostatische interacties tussen de oppervlakken van cellen, pellicel en glazuur) bewerkstelligt de structurele integriteit en de hechtcracht van de plaque-massa.

Algemeen bekend is inmiddels de synthese van kleverige extracellulaire glucanen door *Streptococcus mutans*. Deze worden specifiek uit saccharose opgebouwd en dus niet uit andere, in voedsel veel voorkomende suikers, zoals fructose en glucose. Glucanen zijn, naar tegenwoordig wordt aangenomen, kenmerkend voor de bevordering van de accumulatie van *S. mutans*-cellen in de plaque. Andere veelvuldig aangetroffen plaque-streptokokken, zoals *S. sanguis* of *S. mitis*, bouwen eveneens glucanen uit saccharose op, doch zonder dat daardoor de plaquevorming wordt gestimuleerd. Verder zijn nog te noemen een aantal andere streptokokken, lactobacillen, zomede diverse stammen van *Actinomyces*: deze kunnen weliswaar bijdragen tot de synthese van homo- of heteropolysacchariden, maar over hun invloed op de plaquevorming bestaat nog onvoldoende inzicht.

### Specifieke cariësverwekkers

De vraag, welke bacteriën de voornaamste rol vervullen bij het ontstaan van cariës, is natuurlijk intensief bestudeerd. Allerlei experimenten, zoals onderzoek *in vitro* naar de zuurproductie en de zuurtolerantie van de in aanmerking komende micro-organismen, hun cariogene eigenschappen bij proefdieren en hun correlatie met de cariësactiviteit bij de mens, geven aanwijzingen dat er sprake is van specifieke verwekkers. Hoewel men zich van het spectrum van de cariësveroorzakende bacteriën nog geen definitief beeld heeft kunnen vormen, staat toch vrijwel vast dat de organismen, die behoren tot de groep van *S. mutans* er een belangrijk bestanddeel van uitmaken. Deze bacteriën produceren niet alleen relatief veel zuur, maar ze zijn zelf ook zuurbestendig. In het dierexperiment is gebleken dat ze onder bepaalde omstandigheden bijna altijd floride cariës teweegbrengen: zo b.v. bij knaagdieren die een suikerrijk dieet krijgen. Ook bij apen is dat geconstateerd. Stellig zijn deze micro-organismen gecorreleerd met glazuurcariës. Daarentegen zijn er ook veel plaquebacteriën, die op grond van hun zwakke zuurproductie op voorhand al als cariësverwekkers kunnen worden uitgesloten.

Deze uitkomsten zijn verkregen door proeven op dieren. Er dient echter rekening mee te worden gehouden dat bij de mens de situatie gecompliceerder is en dat b.v. interacties tussen *S. mutans* en andere micro-organismen hier van betekenis kunnen zijn. Zo kunnen synergistisch, resp. antagonistisch werkende factoren bepalend zijn voor de hoeveelheid zuur die op de tandoppervlakken vrijkomt. Bovendien heeft men bij de mens te maken met cariës van de tandwortels, een ernstig probleem van de meer gevorderde leeftijd, wanneer door terugtrekking van het tandvlees het cement meer wordt blootgesteld aan de aanvalskrachten. Hier schijnen stammen van *Actinomyces* etiologisch van speciale betekenis te zijn (zie ook Ned Tijdschr Tandheelkd 86: 234, juni 1979).

### Betrekkingen tussen dieet en plaqueflora

pH-metingen van de tandplaque na het spoelen met een suikeroplossing hebben uitgewezen dat zowel de 'rust'-waarden als de laagst verkregen waarden bij cariësvrije proefpersonen veel hoger liggen dan bij personen met een hoge cariësactiviteit. Uit diverse onderzoeken zijn aanwijzingen gewonnen, dat deze verschillen verband houden met veranderingen in de samenstelling van de plaqueflora en dat deze op haar beurt wordt beïnvloed door de samenstelling van het dieet, speciaal wat het gehalte aan gemakkelijk vergistbare koolhydraten betreft. Een stijging in de consumptie hiervan verhoogt de concentraties van lactobacillen en *S. Mutans*: daarentegen heeft een vermindering in de suikerconsumptie – of toediening per maagsonde – het tegenovergestelde effect. Ook de hoeveelheid speeksel is hierbij van belang. Zo bevordert een verminderde speekselafscheiding, te zamen met een verhoogde suikerconsumptie, nog extra de verhoging van de zuurgraad in de plaque. Dit ziet men o.a. bij personen, wier speekselklieren b.v. door röntgenbestraling, onvoldoende functioneren en die derhalve last hebben van een droge mond.

Onder zulke omstandigheden moet men rekening houden met een sterke stijging van het aantal lactobacillen en *S. mutans*. En het zijn juist deze micro-organismen die, zoals gezegd, een belangrijke rol vervullen in de wisselwerking tussen suikerconsumptie en cariësactiviteit.

Nog een andere factor mag niet over het hoofd worden gezien en dat is de relatief hoge zuurtolerantie, die deze bacteriën eigen is. Deze verschaft hun nl. in plaques die aan hoge suikerconcentraties zijn blootgesteld en die dus zuur reageren, een zekere voorsprong tegenover andere, minder resistente organismen; waar deze in groei achterblijven kunnen zij zich blijven vermeerderen en dus relatief nog meer bijdragen tot de omzetting van saccharose tot adhesieve polymeren, die – zoals men thans weet – op hun beurt de

accumulatie van *S. mutans* in de plaque bevorderen.

### Cariësresistente personen

Opmerkelijk en nog onvoldoende verklaard is het feit dat in een aantal gevallen van een relatief hoog weerstandsvermogen tegen cariës moet worden gesproken, zelfs bij personen, resp. populaties, die zich geenszins van suiker onthouden en die ook zeker cariogene micro-organismen in de plaque herbergen. Het percentage cariësresistente volwassenen boven 20 jaar is echter betrekkelijk gering, althans in gebieden met weinig fluoride, nl. 1:750. Het vertoont evenwel een scherpe stijging bij personen die in streken wonen, waar het drinkwater van nature of kunstmatig een relatief hoge concentratie aan fluoriden bevat. De plaque-pH blijkt bij cariësresistente individuen hoger te zijn dan bij cariësvatbaren; ook de daling van de pH, volgend op suikerconsumptie, is bij eerstgenoemden geringer. Voortgezet onderzoek is nodig om antwoord te geven op de vraag of deze verschillen kwalitatieve dan wel kwantitatieve variaties in de mondflora weerspiegelen. En als dit zo is, dient verder te worden nagegaan wat de oorzaak van die variaties is, b.v. factoren in het speeksel die de zuurvorming of de bacteriegroei tegengaan.

### Preventieve maatregelen

Voor een juist begrip van de middelen om cariës te voorkómen, resp. tot staan te brengen, kan het best worden uitgegaan van de eerder genoemde trias: vatbaar element/tandplaque/wijze van voeding. Aangezien glazuurcariës voornamelijk in fissuren en contactvlakken wordt aangetroffen, m.a.w. op plaatsen waar voedselretentie en plaquevorming het sterkst is, heeft men getracht deze gebieden te beschermen met fissuurlakken: polymeer kunststoffen die niet in de door bacteriën geproduceerde zuren oplossen. Voor de fissuren is men er inderdaad in geslaagd een aantal werkzame 'sealants' samen te stellen en deze worden in de praktijk ook toegepast. Helaas

staan voor de proximale vlakken zulke werkzame stoffen (nog) niet ter beschikking.

Van alle tot nu toe bekende preventieve middelen zijn fluoriden echter het doelmatigst gebleken. Zij worden dan ook in allerlei vormen aangewend: door toevoeging aan drinkwater, door inneming van tabletten en in diverse methoden van plaatselijke applicatie: mondspoelingen, tandpasta's en gellen. Het is bekend dat men met fluoriden in staat is, cariës voor het grootste deel (in drinkwater zelfs tot 70% à 80% toe) te voorkómen. De doeltreffendheid berust hoogstwaarschijnlijk op een verscheidenheid van werkingsmechanismen, zoals vermindering van de oplosbaarheid van de minerale glazuurbestanddelen, stimulering van het vermogen tot remineralisatie, remming van de bacteriële zuurproductie en wellicht ook een bactericide werking.

Veel aandacht is ook besteed aan de bestrijding van plaquebacteriën langs mechanische weg, m.a.w. plaqueverwijdering door borstelen, gebruik van zijdeligatuur en tandestokers. Op deze wijze kan men bij een strikt regiem inderdaad cariës voorkómen, zelfs al is het niet mogelijk alle plaque te elimineren. De maatregelen hebben echter alleen effect bij zorgvuldige toepassing en daarom komen zij alleen in aanmerking voor een kleine minderheid van sterk gemotiveerde personen: voor de grote massa der bevolking werpen ze niet genoeg vrucht af. Ten einde de omslachtige procedure van nauwgezette mechanische verwijdering van schadelijke agentia te omzeilen, heeft men verscheidene stoffen onderzocht, die wellicht de vorming van bacteriële glycolytische enzymen zouden kunnen tegengaan, maar tot nu toe met over het geheel genomen heel weinig succes.

Gegeven de cariogene werking van *S. mutans* en de invloed van de daardoor afgescheiden extracellulaire glucanen (dextranen, mutanen) op de plaquevorming, heeft men tevens gepoogd de glucaansynthese tegen te gaan door

glucaa-hydrolyserende enzymen aan te wenden. Onderzoekingen dienaangaande, waarbij verschillende van zulke enzymen (dextranases, mutanases) aan drinkwater werden toegevoegd, rechtstreeks op de elementen werden geapliceerd of als mondspoeling werden toegepast, hebben tot nu toe noch bij dieren, noch bij mensen erg bemoedigende uitkomsten opgeleverd.

Proeven met chemotherapeutische middelen, b.v. desinfectantia en antibiotica, bieden wellicht meer perspectief. In elk geval is tijdelijke onderdrukking van te bestrijden micro-organismen in de plaque, zoals *S. mutans*, te bereiken met plaatselijke applicatie van desinfectantia (jodiumpreparaten, chloorhexidine, fluoriden), maar ook van antibiotica (vancomycine, kanamycine). Het bezwaar is echter dat, zodra men deze procedures heeft gestaakt, de elementen gewoonlijk heel snel weer door dezelfde bacteriën worden geïnfecteerd; bovendien komt het op plaatsen, waar ze niet volkomen waren verdelgd, spoedig tot hernieuwde groei en vermenigvuldiging. Meer onderzoek zal nodig zijn om het effect van deze tijdelijke eliminering van plaquebacteriën op het eventuele uitblijven van cariës nauwkeurig te bepalen en om aanvaardbare en op de praktijk afgestemde methoden te ontwerpen voor de toepassing van tot dit doel geschikte chemotherapeutica.

### Immunisatie

Bemoedigende resultaten zijn eveneens verkregen met immunisatie van proefdieren, die waren geïnfecteerd met *S. mutans*, al hebben in een recent verleden sommige auteurs zich sceptisch over deze mogelijkheid uitgelaten (o.a. Sims, zie Ned Tijdschr Tandheelkd 78: 238, 1971 en 80: 74, 1973). Inmiddels is immunisatie van ratten, hamsters en apen met vaccines, bestaande uit levende *S. mutans*-cellen of uit enzympreparaten (glucosyltransferases), die zijn betrokken bij de omzetting van saccharose tot extracellulaire glucanen, dikwijls in staat gebleken tot remming van cariës, die door *S. mutans* was verwekt. Ook kan

immunisatie het overbrengen van *S. mutans* van geïnfecteerde naar niet-geïnfecteerde dieren voorkómen. Hierbij moet worden opgemerkt dat tot op heden de proeven vrijwel uitsluitend betrekking hebben gehad op *S. mutans* en dat met de immunisatie van mensen nog geen experimenten zijn verricht.

Het onderzoek op dit gebied verkeert nog geheel in het aanvangsstadium en de eliminering of onderdrukking van de plaquebacteriën, die deze gebitsinfectie uitlokken, brengt een aantal praktische problemen met zich mee, niet in de laatste plaats met betrekking tot de relaties tussen gastheer en micro-organismen.

Experimenten die enerzijds zijn gericht op versterking van de weerstandskracht van het glazuur (de verdediging), anderzijds op het elimineren van plaquebacteriën (de aanval) hebben uitgewezen, dat bij de huidige stand van het onderzoek de verschillende vormen van fluoridetoediening er aan alle kanten bovuitspringen, zowel wat betreft hun heilzame effect, hun onschadelijkheid en hun praktische toepasbaarheid als hun geringe kosten. Maar al met al zal nog heel veel onderzoek moeten geschieden, vooreer men zich een nauwkeurig beeld heeft kunnen vormen van de mogelijkheden van een antibacteriële therapie.

#### *Cariogene eigenschappen van het voedsel*

Tot nu toe werden van de trias gastheer/bacteriën/voeding alleen de eerste twee elementen besproken. Het derde: voeding, resp. dieet (zie pag. 213) is evenzeer bij de etiologie van cariës betrokken en het staat, zoals gezegd, wel vast dat de gemakkelijk vergistbare koolhydraten daarbij een voorname rol vervullen. Het zou echter verkeerd zijn op deze rol eenzijdig de nadruk te leggen, want uit een aantal onderzoeken zijn aanwijzingen verkregen dat de consumptie zelfs van saccharose bevattend voedsel helemaal niet automatisch tot het ontstaan van veel cariës behoort te leiden, mits men zich houdt aan de regelmaat van drie maaltijden per dag. Anderzijds

duiden waarnemingen bij dieren en mensen op een sterke samenhang tussen het frequent iets gebruiken tussen de maaltijden en het optreden van tandbederf. De opvatting dat het aantal malen per dag dat het gebit aan de invloed van suiker wordt blootgesteld, kwantitatief is gerelateerd aan de cariësactiviteit, stemt overeen met de huidige conceptie omtrent het ontstaan van cariës, nl. een wisselend proces van ontkalking en remineralisatie van het tandoppervlak, onder invloed van schommelingen in de zuurgraad van de plaque. Dit alles doet vermoeden dat een rationele wijziging in de samenstelling van vaste en vloeibare 'snacks', die tegenwoordig zo in zwang zijn, een duidelijk merkbare uitwerking op de cariësactiviteit zou kunnen hebben. Logisch dus ook dat pogingen om cariogene zoetstoffen in deze versnaperingen door niet-cariogene te vervangen, aanmoediging verdienen. Het is echter wel zaak te bedenken dat saccharose in vaste voedings- en genotmiddelen meer doelen dient dan alleen het bevorderen van een aangename smaak. Ze wordt b.v. ook toegediend om er meer substantie en samenhang aan te geven en tevens heeft ze vaak een functie als conserveringsmiddel. Bovendien draagt saccharose als zodanig – of in de vorm van gebrande suiker – vaak bij tot een kenmerkend aroma of een aantrekkelijk kleur van levensmiddelen, o.a. een aantal vlees-, graan- en zuivelproducten, verder van groenten, vruchten en dranken.

#### *Invloeden van verschillende koolhydraten*

Het verband dat wordt gelegd tussen saccharose en het ontstaan van cariës, berust in de eerste plaats op het feit dat saccharose, samen met verschillende soorten zetmeel, in veel landen het leeuwedeel van de geconsumeerde koolhydraten uitmaakt: andere vormen, zoals glucose, fructose, lactose, galactose en maltose komen er naar verhouding maar weinig in voor. In de tweede plaats is saccharose het voornaamste koolhydraat in vaste en vloeibare versnaperingen, die frequent tus-

sen de maaltijden in worden genuttigd. Ten derde is saccharose in proeven op ratten en hamsters dikwijls duidelijker cariogeen gebleken dan andere koolhydraten. Daarbij blijkt de mate van de cariogene invloed gewoonlijk in verband te staan met de aanwezigheid van *S. mutans* in de plaque. Zoals gezegd, bevordert saccharose, in tegenstelling tot andere koolhydraten, de accumulatie van *S. mutans* in de plaque en dit micro-organisme doet cariës ook eerder ontstaan dan de meeste andere plaquebacteriën. Te bedenken is evenwel dat veel bij de mens voorkomende plaquebacteriën niet uitdrukkelijk saccharose voor hun kolonievorming op het tandoppervlak nodig hebben en daarom kan ook zonder saccharoseconsumptie een sterke plaquevorming plaatsvinden.

Mondspoelingen met oplossingen van diverse mono- of disacchariden hebben doorgaans een evenredige val in de pH-waarden tot gevolg: een weerspiegeling van het feit dat saccharose, glucose, fructose en andere suikers gemakkelijk door plaquebacteriën tot zuren worden omgezet. Daarbij komt dat veel plaquebacteriën weliswaar niet, zoals *Streptococcus mutans*, extracellulaire glucanen vormen, maar dat ze in plaats daarvan de synthese bewerkstelling van intracellulaire, glycogeenachtige polysacchariden, die eveneens tot de zuurproductie kunnen bijdragen, niet alleen uit saccharose, maar ook uit diverse andere koolhydraten. Dit neemt echter niet weg dat saccharose het ontstaan van cariës sterker bevordert dan andere suikers. Er zijn dan ook aanwijzingen dat vervanging van saccharose door fructose en andere suikers de cariësactiviteit kan doen verminderen. Verder onderzoek naar de kwaliteiten van deze alternatieven is echter geboden.

#### *Zetmeel*

De meningen over de cariogene werking van zetmeel zijn verdeeld. Epidemiologisch onderzoek van populaties, wier koolhydraatvoeding voornamelijk uit zetmeelproducten bestaat, doen vermoeden dat deze weinig tot

zeer weinig cariogeen zijn. Maar daarbij mag niet worden vergeten dat deze populaties waarschijnlijk niet sterk door *S. mutans* zijn geïnfecteerd. Bovendien zijn de eventueel cariogene eigenschappen van zetmeel vermoedelijk in hoge mate afhankelijk van de vorm waarin ze worden geconsumeerd. Zo blijkt uit dierproeven dat zetmeel in onbewerkte vorm nagenoeg geen cariës teweegbrengt, maar dat de bij de voedselbereiding toegepaste verhitting (droging, gelatinering) in hoge mate cariogene eigenschappen oproept. In overeenstemming daarmee blijken mondspoelingen met oplossingen van onbewerkt zetmeel slechts een geringe verlaging van de pH-waarden in de plaque tot gevolg te hebben. Dit komt waarschijnlijk doordat de zetmeelmoleculen niet gemakkelijk in de plaque kunnen dringen, terwijl bovendien de activiteit van het speekselamylase, die moet leiden tot het ontstaan van ontledingsproducten, zoals maltose, betrekkelijk traag is. Daarentegen veroorzaken oplossingen van gekookte zetmelen significante pH-verlagingen. Verder is gevonden dat bepaalde micro-organismen, zoals *S. mutans* – die niet in staat zijn uit onbewerkt zetmeel zuren te vormen – dit juist gemakkelijk doen uit de hoog- en laagmoleculaire fracties die bij de voedselbereiding (verhitting) ontstaan. Zoals reeds werd opgemerkt stijgt de kans op het ontstaan van cariës met het aantal malen per dag dat iets wordt genuttigd. Het is echter niet duidelijk in hoeverre dit aspect afbreuk doet aan de conclusies uit bovengenoemde epidemiologische onderzoeken aan zetmeelconsumerende populaties. Hoe dit zij, er dient rekening te worden gehouden met de mogelijkheid dat zetmeel, speciaal in bewerkte vorm, van invloed kan zijn op het ontstaan van cariës.

#### *Andere, met de voeding samenhangende factoren*

Het zou van een simplistische opvatting getuigen als men de cariogene invloeden van het voedsel uitsluitend in verband bracht met zijn gehalte aan saccharose, resp. het totale gehalte

aan koolhydraten. Experimenten op dieren en andere bevindingen hebben duidelijk aangetoond dat er meer factoren in het spel zijn. Als zodanig kunnen worden genoemd de fysische eigenschappen van het voedsel, zoals kleverigheid, hardheid, viscositeit, partikelgrootte, het gehalte aan proteïnen, lipiden, vezels etc. Ook is te denken aan de buffercapaciteit en het zuurgehalte. Al deze factoren kunnen van invloed zijn op de mate van retentie en dus ook op het tempo, waarin de voedselresten uit de mond verdwijnen: de 'oral clearance'. Daarmee hangt dan natuurlijk samen de vorming van en het metabolisme in de plaque, dus eventueel ook de zuurproductie en de synthese van polymeren. Verder kan de volgorde waarin de verschillende spijzen worden genuttigd, van belang zijn: het laat zich horen dat het verschil uitmaakt of een maaltijd wordt beëindigd met een sappige vrucht, die mede door haar vezeligheid reinigend werkt, of door een kleverige toespijs. Het is aan te nemen dat in het eerste geval een tendens zal bestaan tot vermindering van de cariësactiviteit, terwijl zij in het tweede wordt bevorderd.

Op verschillende manieren heeft men getracht de voedselretentie, die uiteraard bepalend is voor het achterblijven van schadelijk substraat, te evalueren, o.a. door na te gaan hoe groot na een zekere tijd het residu aan koolhydraten in de mond of op de gebitselementen is. Daarbij is gebleken dat de 'food clearance' aanzienlijk kan verschillen en dat deze in hoge mate wordt beïnvloed door de bewegingen van tong en wangen tijdens en na het eten.

Andere variabelen, zoals de mate van afscheiding, de viscositeit en de amylase-activiteit van het speeksel zijn van minder betekenis gebleken. Verschillende onderzoeken hebben echter aangetoond dat een trage 'food clearance' samengaat met een grotere cariësactiviteit en dit is een belangrijk gegeven.

Hoewel de 'oral clearance' wat suiker betreft individueel vrij sterk verschilt, is zij voor de onderscheidene soorten voedsel bij één en dezelfde persoon

ongeveer gelijk, m.a.w. als de 'oral clearance' bij een bepaald individu voor één soort voedsel traag verloopt, doet ze dit eveneens voor andere soorten. Proeven met een groot aantal voedselcombinaties hebben geen correlatie aangetoond tussen het gehalte aan suiker of andere oplosbare koolhydraten en de 'sugar clearance'. Wel zijn er aanwijzingen dat de aanwezigheid in het voedsel van proteïnen en vetten de 'sugar clearance' verhaast, vooral als deze stoffen beide in het voedsel voorkomen. Onderzoekingen dienaangaande met verschillende soorten vet en proteïnen zijn echter nog niet geschied.

#### *Suikerconcentraties in het speeksel*

Waarschijnlijk is de cariogene werking van een verhoogde suikerspiegel in het speeksel zowel afhankelijk van de concentratie als van de duur van deze verhoging. Mondspoelingen met suikeroplossingen hebben uitgewezen dat de concentratie daarvan invloed heeft op de daling van de pH-waarden in de plaque. zwakke oplossingen (b.v. 0,5%) van saccharose of glucose veroorzaken een nauwelijks meetbare daling, maar als het concentraties betreft van meer dan 5%, heeft men te doen met een sterke en ook langer aanhoudende verlaging van de pH-waarden. Deze bevindingen maken het waarschijnlijk dat een hoog suikergehalte van het speeksel meer tot de cariësactiviteit zal bijdragen dan een laag.

Evenzo is het denkbaar dat het cariogene effect van hoge suikerconcentraties in het speeksel gedurende korte tijd ongeveer gelijk is aan dat een minder verhoogde gedurende een langere periode. Waarschijnlijk bestaat er in dit opzicht een soort van drempelwaarde, waarbeneden het suikergehalte geen schadelijke werking meer heeft. Deze drempelwaarde heeft men nog niet kunnen vastleggen.

Al met al kan worden gezegd dat onderzoeken naar de eigenschappen van verschillende voedselsoorten, die invloed op de retentie en het tempo van de 'oral clearance' uitoefenen, noodzakelijk zijn.

### Onbekende factoren

Bij experimenten *in vitro* betreffende de zuurproductie uit verschillende soorten voedsel die met speeksel waren vermengd, bleek het niet mogelijk een vaste correlatie aan te tonen tussen de daarin aanwezige oplosbare koolhydraten en de geproduceerde hoeveelheid zuur en evenmin tussen de zuurproductie, de plaque-pH en glazuurontkalking. Hieruit blijkt dat het zeer wel mogelijk is, dat zekere, overigens nog niet nader geïdentificeerde, voedselbestanddelen bij processen als zuurproductie, ontkalking en remineralisatie van het glazuur zijn betrokken. Er wordt misschien wel eens te weinig rekening gehouden met de mogelijkheid dat het voedsel allerlei cariësbevorderende of -remmende stoffen kan bevatten, waarvan men de aard nog niet heeft kunnen vaststellen, b.v. omdat ze in (nog) onmeetbaar kleine hoeveelheden aanwezig zijn. Iets dergelijks is indertijd met fluoriden in drinkwater ook het geval geweest.

Inmiddels is bekend geworden dat van cacao, het zilvervlies van rijst en van andere zaden bij ratten en hamsters een cariëswerend effect uitgaat. Hetzelfde geldt voor een aantal fosfaten. Ook in klinische onderzoeken bij mensen heeft men trouwens de ervaring opgedaan dat toevoeging van fosfaten aan een met suiker geprepareerde kauwgom een cariëswerende werking heeft, maar daartegenover stelde het effect van fosfaattoevoeging aan het dieet teleur. Dit is wellicht toe te schrijven aan het feit dat, anders dan bij gebruik van kauwgom, het in het voedsel aanwezige fosfaat zich niet voldoende in de plaque kan afzetten. In andere studies is weer een correlatie aangetroffen tussen het gehalte aan calcium en fosfaat in de plaque en een verminderde cariësactiviteit: dit duidt er ook op dat het cariëswerende mechanisme van fosfaat te maken heeft met voldoende opname ervan in de plaque.

Wanneer voedsel de speekselafscheiding stimuleert, betekent dit door-

gaans een rem op de daling van de pH in de plaque en daardoor waarschijnlijk ook een vermindering van de cariësactiviteit.

Van bepaalde vetzuren is bekend dat ze de groei van bacteriën remmen en ook van bepaalde vitaminen (o.a. pyridoxine = vitamine B<sub>6</sub>) wordt vermeld dat zij cariës tegengaan.

### Verdere cariësremmende factoren in voedingsmiddelen

De laatste jaren is veel onderzoek verricht naar de werking van plantaardige lectinen. Lectine is een plantaardige of dierlijke eiwitsoort, die in zeker opzicht gelijkenis toont met een antistof, zonder echter een antistof te zijn. Aan plantaardige lectinen nu wordt het vermogen toegeschreven, pellicelbestanddelen of micro-organismen aan het glazuur te binden. Op deze wijze kunnen zij mogelijk via het voedsel waarin zij – hetzij van nature, hetzij kunstmatig toegevoegd – aanwezig zijn, de plaquevorming in gunstige zin veranderen. De betekenis van andere voedselcomponenten, zoals de bufferende werking en de zuurgraad, hebben eveneens de belangstelling van onderzoekers gaande gemaakt. Het staat echter vast dat deze factoren nader moeten worden gedefinieerd, opdat er op rationele wijze in het voedsel gebruik van kan worden gemaakt.

De van nature bestaande verschillen in fluoridegehalte van het drinkwater en in sommige voedingsmiddelen zijn in de eerste decennia van de twintigste eeuw grondig bestudeerd. Daaruit is het inzicht ontstaan dat van een optimaal gehalte aan fluoriden een aanzienlijke cariëspreventieve werking uitgaat zonder ongewenste bijwerkingen. In tweede instantie heeft men aangetoond dat dit effect ook kan worden bereikt door kunstmatige toevoeging van fluoriden tot dit gehalte aan drinkwater. Deze ervaring heeft tevens de belangstelling gestimuleerd voor een mogelijke profylactische invloed van andere nutriënten, resp. sporenelementen, wellicht ook doordat ze bijdragen tot de opbouw van een weerstandskrachtiger glazuur. Uit epide-

miologisch onderzoek en dierexperimenten heeft men aanwijzingen gekregen dat een aantal elementen de werking van fluoriden kan versterken: als zodanig worden genoemd molybdeen, strontium, lithium, barium en vanadium. Voor definitieve conclusies hieromtrent is het echter nog te vroeg. Wel is uit dierproeven duidelijk gebleken dat bepaalde voedseldeficiënties, o.a. ten aanzien van een aantal vitaminen, mineralen en proteïnen, een pathogene invloed hebben op verschillende mondweefsels, zoals het tandvles, wat weer aanleiding kan geven tot ernstig parodontaal verval.

Ten slotte kan de samenstelling van het speeksel, die ook van invloed kan zijn op het ontstaan van cariës, door het dieet worden veranderd. Geen van deze rechtstreekse of zijdelingse invloeden van nutriënten en van de daarmee samenhangende (b.v. fysische) eigenschappen van voedingsmiddelen op het ontstaan van cariës en/of parodontopathieën, is nog voldoende onderzocht.

### Methoden ter vaststelling van de cariogene eigenschappen van voedsel

De laatste jaren heeft men meer en meer de noodzaak gevoeld van een betrouwbare en reproduceerbare methode om de mogelijk cariogene eigenschappen van voedingsmiddelen ('potential cariogenicity') vast te stellen. Daartoe worden al verscheidene technieken ontwikkeld, zowel *in vitro* als *in vivo*, b.v. door ratten de essentiële voedingsstoffen per maagsonde toe te dienen (wat hen op zichzelf vrijwaart tegen cariës) en de te testen produkten met een programmeerbaar voederapparaat (dat ook de maaltijdfrequentie regelt) te geven (zie Exc. odontol. Sectie II, nr. 920, febr. 1981). Het is echter zeer de vraag of eventuele resultaten daarvan op de mens zijn te extrapoleren en bij de mens zelf kan men dergelijke tests natuurlijk niet uitvoeren. Aan proeven *in vitro* kleven weer andere bezwaren, omdat daarbij allerlei situaties ontbreken, die in de mond normaliter wel voorkomen, b.v. de gecompliceerde wisselwerking op het glazuuroppervlak tussen aanvallende



en verdedigende krachten. Bij de mens zouden kortdurende tests *in vivo* eigenlijk het meest in aanmerking komen, maar het is geenszins eenvoudig, daarvoor een goed model te vinden.

De meningen van onderzoekers over de waarde van zgn. 'rodent models' zijn nog sterk verdeeld. Er bestaan natuurlijk ook veel verschillen tussen knaagdieren en mens, b.v. wat samenstelling, mate van afscheiding, buffercapaciteit en zuurgraad van het speeksel betreft. Ook de opbouw van de mondflora, de eetfrequentie en de voorkeur voor bepaalde voedseltypen zijn heel anders. Dit neemt niet weg dat uit onderzoeken op ratten en hamsters veel nuttige informatie is verkregen, zoals o.a. blijkt uit studies betreffende het schadelijke effect van gemakkelijk vergistbare koolhydraten, vooral bij een hoge eetfrequentie, alsmede uit onderzoeken naar de cariogene werking van verschillende plaquebacteriën, de invloed van saccharose bij de plaquevorming door *Streptococcus mutans* en de cariëswerende werking van fluoriden.

Het is echter duidelijk geworden dat in verband met pogingen, tot een minder der cariogene voeding te komen, het vinden van een betrouwbare, eenvoudige uitvoerbare en betrekkelijk goedkope methode om de cariogene invloed van verschillende voedselbestanddelen te meten, centraal staat. Zo'n methode heeft men nog niet tot zijn beschikking, maar zij zal – gezien de zich snel uitbreidende kennis op dit gebied – waarschijnlijk niet lang meer op zich laten wachten. Dan zal het ook mogelijk worden de potentieel cariogene werking van een voedingsstof in getallen uit te drukken. Waarbij altijd zal moeten worden bedacht dat de mate, waarin de 'potential cariogenicity' van een bepaalde voedselsoort zich werkelijk manifesteert, voor een groot deel afhankelijk is van de wijze waarop deze wordt genuttigd.

Het is van belang dat de voedselindustrie steun verleent aan de research op dit gebied, maar omgekeerd dient zij dan mede aanspraak te kunnen maken op het recht van toezicht, opdat het

onderzoek op de meest objectieve wijze kan geschieden. Bovendien moet het publiek op de juiste wijze worden voorgelicht, opdat het zich met kennis van zaken kan mengen in een eventuele maatschappelijke discussie.

#### *Behoeftte aan geschoolde wetenschappelijke werkers*

In de laatste paragrafen van het rapport houden de leden van de 'Advisory Group' zich met nog andere zaken bezig dan het opsommen van onderzoeksresultaten en problemen betreffende het vinden van adequate methoden van voortgezette research. Er doet zich in verband met de ingewikkeldheid van het onderhavige thema nl. een fundamentele moeilijkheid voor, dat zeker in de tandheelkunde – mede door haar betrekkelijk geïsoleerde positie – niet onbekend is. De kwestie is dat verschillende groepen onderzoekers – vreemden op elkanders terrein – vaak geneigd zijn langs elkaar heen te werken. Zo zijn er groepen gespecialiseerde voedingsdeskundigen op dit gebied bezig, zonder dat zij voldoende kennis hebben van de zuiver tandheelkundige aspecten of van de problemen der orale biologie in het algemeen, terwijl omgekeerd in tandheelkundige onderzoekscentra onvoldoende bekendheid bestaat met de zeer strenge eisen die aan de voedingsresearch nu eenmaal inherent zijn. Sommige epidemiologische onderzoeken schieten kennelijk op beide fronten tekort en dat leidt natuurlijk licht tot onjuiste interpretaties.

Hier wreekt zich de buitengewone complexiteit van dit terrein van studie. Geen wonder dat er gebrek is aan universeel geschoolde deskundigen. Dit zouden mensen moeten zijn, die over een breed front met een zodanige achtergrond zijn opgeleid, dat ze de beschikbare jonge wetenschappelijke werkers kunnen voorzien van alle informatie, nodig om op dit speciale gebied een verantwoord programma te kunnen ontwerpen en uitvoeren. Daarom dringen de leden van de adviesgroep er met klem op aan dat maatregelen worden genomen om aan de

thans nog bestaande versnippering van krachten een eind te maken en dus het onderzoek beter te coördineren.

Een eerste stap zou kunnen zijn het verlenen – b.v. door in de Verenigde Staten in overvloed bestaande stichtingen – van fellowships en subsidies, dit ter aanmoediging van jonge en geïnteresseerde werkers op het gebied van zowel de tandheelkundige als de voedingswetenschappen, met bovendien voldoende kennis van de eisen der epidemiologie. Alleen zo kan men teams vormen van veelzijdig bekwame en enthousiaste leden, waarvan men tenminste objectieve resultaten mag verwachten. De adviesgroep geeft verschillende wegen aan waarlangs men met financiële steun en andere vormen van beloning de uitvoering van goed onderzoek zou moeten stimuleren. Dit zou dan moeten worden toegespitst op een aantal punten, waarvan de samenstellers van het rapport in volgorde van prioriteit o.a. noemen:

- het vinden van betrouwbare en reproduceerbare methoden ter bepaling van het cariësverwekkend vermogen van voedselsoorten;
- bepaling van de invloed hierop van wijzigingen in samenstelling en fysische eigenschappen van deze soorten, met inbegrip van de vervanging van saccharose door alternatieve zoetstoffen;
- onderzoek van het effect van het dieet op de mondflora;
- epidemiologisch onderzoek van volken met afwijkende voedingspatronen en de invloed daarvan – in positieve of negatieve zin – op orale afwijkingen;
- ontwikkeling van methoden die een objectief toezicht op de invloeden van het dieet op gebitsaandoeningen mogelijk maken;
- het effect van micronutriënten, resp. sporenelementen, op het ontstaan van cariës;
- invloeden van dieet en voedingsgewoonten op de functie van de speekselklieren, zomede op de samenstelling en verdere eigenschappen van het speeksel.

Wanneer inderdaad de fondsen be-

schikbaar worden gesteld om het bovengenoemde programma tot uitvoering te brengen, zal de adviesgroep steeds klaar staan, op alle gebieden het hare bij te dragen om het onderzoek in goede banen te leiden.

### Nabeschouwing

Zoals men ziet is het een ambitieus programma, in beginsel alleen verwezenlijkbaar in een groot land met rijke financiële hulpbronnen. Dat is stellig het geval in de Verenigde Staten met zijn vele particuliere stichtingen, die door belangrijke geldelijke bijdragen en prijzen zo'n grootscheeps onderzoek kunnen helpen op touw zetten. Ook aan mankracht is er natuurlijk geen gebrek. Men denke in verband hiermee slechts aan de uitgebreide epidemiologische onderzoeken van Dean en de zijnen, naar de cariësfrequentie in 21 Amerikaanse steden, welker bewoners drinkwater met verschillend natuurlijk fluoridegehalte dronken. Deze onderzoeken leidden in 1942 tot een rapport van fundamentele betekenis voor de cariëspreventie. In een klein land als Nederland, met zijn thans zorgelijke economische omstandigheden, waar termen als 'bezuiniging', 'inkrimping' en 'sluiting' niet van de lucht zijn, zou de uitvoering van zo'n researchproject voor een tandheelkundig doel in een nabije toekomst nauwelijks denkbaar zijn.

Voor de Nederlandse lezer kan publicatie van het rapport dan ook alleen maar tot doel hebben, hem er ten overvloede van te overtuigen dat nog een indrukwekkende hoeveelheid onderzoek zal moeten worden verricht voor-

dat het geheim van het cariësproces volkomen ontsluit is. Niet voor niets stuit men in een overzicht als dit herhaaldelijk op conclusies, die inhouden dat 'nog onvoldoende inzicht' bestaat en dat 'voortgezet onderzoek noodzakelijk' is. Een onderzoek bovendien dat door toenemende verfijning der methoden steeds gecompliceerder vormen aanneemt. En dan te bedenken dat het hier in zoverre nog een beperkt programma betreft, dat het accent valt op de relaties tussen cariës en voeding. Het totale terrein is nog ingewikkelder, niet alleen wat betreft de bacteriële, biochemische en mogelijk ook immunologische aspecten, maar ook met betrekking tot de uitzonderlijke (en nog steeds niet geheel begrepen) histologische bouw van de harde tandstructuren, die bovendien nog individueel verschillen, hetzij op erfelijke gronden, hetzij door (pathologische) factoren die tijdens de ontwikkeling van die structuren hun invloed hebben doen gelden.

Zullen de geheimen dus ooit volkomen worden ontsluit? Men heeft wel eens de neiging daaraan te twijfelen. Er doen zich soms mysterieuze zaken voor. Zo is de laatste jaren in demografisch zeer verschillende gebieden van Nederland (en daarbuiten) geconstateerd dat de cariësfrequentie duidelijk terugloopt. De verklaring daarvoor ligt ogenschijnlijk voor de hand: het is het gevolg van het samentreffen van diverse profylactische maatregelen, zoals de propaganda voor betere mondverzorging die haar vruchten begint af te werpen, voorts het ruimere gebruik van fluoridetabletten en -tandpasta etc. Toch komt men met die ver-

klaring niet geheel uit, want het verschijnsel doet zich in alle lagen van de bevolking voor, dus ook bij hen die zich aan het welzijn van hun kauworgaan weinig of niets gelegen laten liggen. Vooral bij kinderen komt deze teruggang tot uiting. Gaat cariës misschien de weg van alle epidemieën, die na het bereiken van een hoogtepunt weer in kracht afnemen om daarna te verdwijnen? Ten aanzien van cariës stellig een te gewaagde hypothese, maar intussen blijft het een geheimzinnig verschijnsel. Dat er echter overal in de tandheelkundige wereld met man en macht aan al deze problemen wordt gewerkt, stemt in elk geval tot voldoening.

V.

### Summary:

Title: Nutrition, nutritional habits and caries. This contribution is an edited version of the report written by the International Advisory Group on the Relationship between Diet, Nutrition and Dental Caries as instructed by *The Nutrition Foundation*, and published in November 1980.

Subjects discussed are: the pathogenesis of dental caries, resistance to caries, means of preventing caries, and the cariogenic properties of food. Attention is finally also focused on anticariogenic factors in food.

### Literatuur:

*Diverse auteurs* (1980): Report to Nutrition Foundation. November. The International Advisory Group on the Relationship between Diet, Nutrition and Dental Caries.