

OORSPRONKELIJKE BIJDRAGEN

REGIONALE INVLOEDEN OP DE TANDCARIËS *)

DOOR H. VAN HARTINGSVELT

Wanneer wij een heterogeen mengsel van vragen en gegevens als dat van de regionale invloeden op de tandcariës aan een beschouwing onderwerpen, dan kunnen wij een dergelijk onderwerp, zoals alle onderwerpen in de geopathologie, vanuit twee tegenovergestelde richtingen benaderen.

Ten eerste kan men een willekeurige greep doen uit een aantal bekende gegevens en nagaan in hoeverre er een significante correlatie bestaat tussen deze en het directe onderwerp van studie. Om hierna te trachten de gevonden correlaties in te passen in reeds gevestigde opvattingen en deze daarmede te verstevigen en uit te breiden, of om ze eventueel te weerleggen.

Ten tweede kan men uitgaan van een bepaalde zienswijze omtrent het object van studie en in aansluiting hierop meer beperkte maar ook meer gedefinieerde gegevens verzamelen, correlaties trachten te vinden en hieruit pro's en contra's proberen te halen in verband met de theorie van uitgang.

Het is duidelijk dat men de eerste methode zal kiezen, wanneer men geen duidelijk relatiepatroon voor ogen heeft. Want de methode is uit de aard der zaak omvangrijker en minder doeltreffend dan de tweede werkwijze. Haar resultaten zijn onzekerder en meer kwalitatief georiënteerd.

Heeft men daarentegen een min of meer omlinjnde theoretische voorstelling, dan kan men hierbij aanknopend beter de tweede manier van onderzoek kiezen, die meer omschreven doelen in het vizier heeft, daardoor minder lukraak is en daardoor ook eerder kwantitatieve resultaten afwerpt.

Bij hetgeen ik u aangaande het gekozen onderwerp ter overdenking wil geven heb ik geput uit gegevens die volgens de tweede wijze van onderzoek zijn verkregen. Ik stel mij voor nieuwe gegevens ook volgens deze werkwijze te verkrijgen. Dit impliceert, dat men althans een min of meer theoretische voorstelling of inzicht heeft in het ontstaan van de tandcariës. Hoewel onze kennis in deze verre van volledig is, wil ik voor hen die niet in deze materie thuis zijn daarom eerst een grove contour-schets maken van de meest gangbare opvattingen omtrent het ontstaan van tandcariës.

Zoals u allen weet, bestaat een tand of een kies uit een mantel van glazuur. Dit is een zeer hard en mechanisch resistent weefsel, opgebouwd uit prismaatjes van hoofdzakelijk kristallijn anorganisch materiaal met

*) Voordracht, gehouden voor de Nederlandse Vereniging voor Medische Geografie in het Hygiënisch Instituut te Utrecht.

er tussen in een z.g. matrix van organische stof. Deze glazuurlaag is ongeveer $1\frac{1}{2}$ mm dik.

Binnen deze mantel bevindt zich een laag tandbeen, enige mm dik dat eveneens is opgebouwd uit anorganisch materiaal, doch dat veel rijker is aan organische substantie. Dit tandbeen omsluit in de tand een holte die gevuld is met speciale tandbeenvormende cellen, met bindweefsel, bloedvaten en zenuwweefsel.

Is bij het glazuur de verhouding tussen anorganisch en organisch materiaal ruwweg 95 : 5, dan is de overeenkomstige verhouding bij tandbeen ongeveer 65 : 35.

Biochemisch gezien bestaat het anorganische weefsel bijna uitsluitend uit apatietkristallen $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ van submicroscopische afmetingen. Het organische materiaal in het glazuur is in hoofdzaak hoorn eiwit, keratine, en het organische deel van het tandbeen voornamelijk collageen eiwit.

Bij het pathologische proces der tandcariës wordt eerst plaatselijk op de tand het glazuur aangetast, het apatiet wordt opgelost en het keratine afgebroken. Bij voortschrijdende cariës wordt vervolgens ook het dentine aangedaan. Ook hierin wordt het anorganische apatiet opgelost en het organische deel afgebroken in een soort van rottingsproces. De oplossing van het apatiet geschiedt door zuren en de afbraak van het organische materiaal door eiwitplitsende enzymen. Zowel de zuren als de enzymen worden voor het grootste deel geproduceerd door een grote verscheidenheid van bacteriën, welke naar de aard van hun werkzaamheid worden onderscheiden in zuurvormende en eiwit oplossende soorten. Beide afbraakprocessen verlopen parallel doch het laat zich aanzien, en hierover zijn de meerderheid der cariësonderzoekers het eens, dat de afbraak van het apatiet aan die van het eiwit voorafgaat. En voorts, dat beide processen wel naast elkaar verlopen, doch dat zij afwisselen en niet op hetzelfde moment actief zijn.

De vraag dringt zich op, waar de zuren vandaan komen en hoe ze worden geproduceerd. Sedert de baanbrekende onderzoekingen van Meyerhof, Embden, Cori, Young en andere biochemici over de alcoholische gisting is men hierover steeds gedetailleerder ingelicht. Men weet thans met stelligheid, dat de zuren ontstaan door enzymatische afbraak van enkelvoudige suikers, vooral glucose en fructose. Deze suikers kunnen of direct in de mond komen als bestanddeel der voeding, of zij kunnen worden gevormd bij een voorafgaande afbraak van samengestelde suikers en polysacchariden als zetmeel. Dit betekent dat zij ontstaan uit voor ons allen thans gewone voedingsmiddelen met een hoge calorische inhoud. Helas zijn deze stoffen ook de belangrijke energiebronnen van de bacteriën.

Een oppervlakkige beschouwer of degene, die zich voor het eerst met het vraagstuk van de tandcariës geconfronteerd ziet vraagt zich natuurlijk af hoe het mogelijk is, dat zulke voor het leven onmisbare voedingsmiddelen een overheersende rol spelen bij het ontstaan van de tandcariës. En dan zult u de eerste niet zijn aan wiens geest de twijfel knaagt!

Daarom wil ik u enige punten ter overweging geven:

1. Zetmeel is wel een algemeen verbreid en natuurlijk voedingsmiddel, doch niet meer in de vorm waarin wij het nuttigen. Het niet verhitte, z.g. natieve zetmeel, in de korrels opgesloten zoals de planten deze levert, is slechts de natuurlijke vorm. Het door koken of bakken uit de korrels bevrijde, het z.g. gedenatureerde zetmeel echter is een kunstmatig produkt, dat de mens voor het eerst bij het begin van het mesolithicum heeft ontdekt. De dieren, die het natieve zetmeel tot zich nemen, breken de zetmeelkorrels pas in hun ingewanden af tot suikers met behulp van de amylase uit het pancreas. De mens, die in hoofdzaak gedenatureerd zetmeel tot zich neemt, breekt de gemakkelijk voor enzymen toegankelijk geworden zetmeel af in de mondholte.

De speekselklieren zijn amylase gaan produceren, hetgeen als een aanpassing kan worden beschouwd op gewijzigde levensomstandigheden.

2. Suikers zijn natuurlijke voedingsmiddelen, voorzover ze in plantensappen aanwezig zijn. Bij het kauwen worden ze door kneuzen uit de sappen bevrijd en in de ingewanden worden ze pas voor het grootste deel uit de plantenresten geëxtraheerd. Wanneer de suikers echter kunstmatig uit de planten worden bevrijd en in gekristalliseerde of opgeloste vorm worden genuttigd, wordt hiermede een stuk kunstmatige voedingswijze geïntroduceerd. Voor de gemiddelde Westeuropese mens, die de soberheid schuwt en in het economisch gemakkelijk bereikbare pleegt te zwelgen, betekent dit uit tandheelkundig oogpunt bezien niets meer of minder dan een ramp. In werkelijkheid komt het neer op regelmatig suikergebruik in koffie, thee, chocolade, de genotmiddelen der westerse economische expansie, en in pâtisseries en confiseries, produkten der westerse voedingsmiddelenindustrie.

Rietsuiker werd voor het eerst op grote schaal in Europa ingevoerd na de Spaanse verovering van Midden-Amerika. Het bleef lange tijd vrij duur en nadat het de apotheek ontvlucht was bleef het gebruik nog lang beperkt tot de betere standen. Na de uitvinding van de bietsuiker door Marggraf en Achard, en de stimulering van de beetwortel-suikerindustrie door de invoering van het continentaalstelsel, nam de produktie op grote schaal eigenlijk pas een aanvang, zo omstreeks 1830. De suiker kwam toen binnen het bereik van de gewone man en sindsdien is in alle landen met toenemende welvaart het suikerverbruik snel toegenomen en tegelijk hiermede ontstellenderwijze ook de tandcariës.

Deze toename wordt in beeld gebracht in een statistiek van Euler. Op deze grafiek zien we eerst het opkomen van de cariës gedurende het Neolithicum en het bronzen tijdperk. Op het platteland was toen het aantal aangetaste elementen slechts enige procenten van het totale aantal. Waarschijnlijk zien we hier in hoofdzaak de gevolgen van het gebruik van gedenatureerd zetmeel. In de steden der oudheid lag dit percentage reeds hoger, vooral in het oude Egypte, en hier weer in hoofdzaak bij de betere standen. Waarschijnlijk staat dit in verband met de verfijnde wijze van eten: meer gebruik van zuurdesem bij de broodbereiding en het gebruik van dure honing. Tijdens de middeleeuwen zien we in de westerse landen een geringe daling der cariës, in de Arabische wereld evenwel een toename, waarschijnlijk samenhangend

met de verruwing der eetgewoonten in het westen en de verbreiding van de Indische rietsuiker met de Islam.

Pas in de 15e eeuw, toen in Z.-Europa suikerriet werd aangeplant dat door de Arabieren in Spanje was geïntroduceerd en dat direct na de ontdekking van Midden-Amerika ook daar werd gecultiveerd om in Europa te worden geïmporteerd ging de cariësfrequentie omhoog. Dit ging tot ongeveer 1830 betrekkelijk langzaam. Doch toen begon men de suikerbiet te verwerken op economisch verantwoorde wijze. Het wereldverkeer werd gemechaniseerd en aldus de suiker tot in alle Europese uithoeken gedistribueerd. Met het gevolg dat parallel hiermede de cariësfrequentie thans tot 98 à 99% is opgelopen.

In de gegeven curve zien we dus het effect van het gedatureerde zetmeel, dat waarschijnlijk enige procenten bedraagt met daarop gesuperponeerd het effect van de suikerconsumptie plus het effect van een serie overblijvende factoren. Een deel dezer factoren abstraheer ik expresselijk van deze beschouwing, omdat ze van een geringer algemene invloed geacht kunnen worden en voor de rest van het betoog van minder belang zijn, zoals b.v. de rassenmenging, de introductie van syphilis in Europa, e.d.

Uit deze overblijvende factoren wil ik echter een tweetal belangrijke selecteren, en wel:

a. Het causale moment van de gist. Tot voor een paar honderd jaar werd het meel tot rijzen gebracht met zuurdesem, een melkzuurbacteriën bevattende meelrest. Ongetwijfeld heeft dit zuurdeeg er toe bijgedragen om allerhande stammen van melkzuurbacteriën in de monden van de bevolkingen te enten. Doch pas door het invoeren van de gist, en in het bijzonder door de algemene verbreiding die door de uitvinding van de persgist aan dit produkt ten deel is gevallen, heeft het gedatureerde zetmeel een veel gevaarlijker aspect gekregen. Het heeft zetmeel tot een grondstof van zuurproduktie gemaakt van meer betekenis en de invloed van de suiker op het cariësproces vergroot. De gist levert n.l. juist die enzymchakels voor de koolhydraatafbraak, die de bacteriën niet produceren.

b. De tweede greep die ik wil doen is die van de tarwe. Tarwemeel bevat n.l. van alle graansoorten de meeste gluten, eiwitten dus met lange moleculaire ketens. Deze eiwitten effectueeren het gistgebruik, doordat zij het brood als het ware doortrekken met een netwerk, dat de gasblazen van koolzuur vasthoudt, zodat het brood tot rijzen kan komen. Er zijn landen, vooral in Oost-Europa, waar roggebread volksvoedsel is en men mag dienovereenkomstig verwachten, dat de gistfactor op het ontstaan van tandcariës bij het gebruik van roggebread duidelijk minder is dan in de tarwestreken.

Het lijkt nu wenselijk, gezien het causale patroon dat ik u hier met enige omslagen heb ontvouwd, dat wij:

1. Tot groter zekerheid op brede basis kunnen komen, wanneer we over de gehele wereld de correlatie konden vaststellen tussen het suikergebruik in diverse landen en het gemiddelde cariëspercentage. Dit suikergebruik is in grote lijnen bekend. In het vaststellen van het

cariëspercentage liggen vele moeilijkheden. Men moet echter een basis hebben en in eerste instantie zou men deze kunnen vinden door het onderzoek van militairen. Men zou dit kunnen doen door het nemen van steekproeven gedurende een bepaald jaar. Zeer nuttig zou het zijn een dergelijk grootscheeps onderzoek te herhalen na enige jaren.

We weten n.l. dat het suikergebruik stijgt met de welvaart en deze met de industrialisatie. De cariës zal in samenhang hiermede waarschijnlijk ook stijgen.

Uit de gegevens van na de tweede wereldoorlog weten we dat de cariëstoename achterloopt bij de toename van het suikerverbruik, hetgeen verwacht kon worden.

Er is waarschijnlijk echter nog een tweede traagheidsfactor in het spel. Suiker heeft n.l. een zekere invloed op de groeiende tand, waardoor deze gevoeliger wordt voor het ontstaan van cariës. Deze invloed moet echter pas na jaren merkbaar zijn. Uit dierproeven is gebleken, dat suikergebruik tijdens de zwangerschap een verhoogde cariësvatbaarheid geeft voor de nakomelingschap. Bij proeven met een Zuidafrikaanse rattensoort, *mystromys albicaudatus* was dit zo evident dat met een cariësverwekkend dieet bij de moederdieren geen cariës kon worden geproduceerd doch dat dit pas mogelijk werd bij het volgende geslacht, waarvan de moeders tijdens de zwangerschap op zo een dieet waren geplaatst.

Het is nu denkbaar, dat in snel ontwikkelende gebieden een traagheid in de cariëstoename geconstateerd kan worden, wanneer men de cariësfrequentie vergelijkt met die, welke een reeds geslachten gevestigde en relatief constante suikerconsumptie hebben.

2. Zou het ons inzicht verdiepen wanneer men correlaties op kon sporen en verschillen nagaan met betrekking tot de cariësfrequentie in veel en weinig gist gebruikende landen b.v. in bepaalde gebieden van Rusland en de streken van de Kaukasus, waar men nog steeds de platte ongezuurde vlabroden gebruikt als in het vroegere Babylon.

Met vrij grote zekerheid kan dit besloten worden uit talrijke onderzoeken, die gedurende de laatste eeuw hebben plaats gevonden. Wanneer een geïsoleerd gebied, waarvan de bewoners nog vrijwel leven in een economie van „geschlossene Hauswirtschaft”, wordt opgenomen in de wereldeconomie, dan gaat de cariësfrequentie spoedig met sprongen omhoog. Dit is duidelijk geworden uit allerlei archeologische vondsten en dit was reeds 3000 jaar geleden het geval. Doch ook onderzoeken aan levend materiaal hebben dit onomstotelijk uitgewezen. Dit geldt voor volkomen uiteenlopende gebieden, voor Polynesiërs zowel als Hopi-indianen, voor Kaffers als Eskimo's, voor Chinezen en Mexicanen, kortom overal op aarde.

Aan de meeste vroegere onderzoeken kleven evenwel tekortkomingen. Er was geen eenheid in systeem, en men heeft veelal verzuimd om allerlei veranderingen der omgeving, waaronder natuurlijk veranderingen van de voedingswijze vallen, kwantitatief vast te leggen.

Dientengevolge kan men thans met geen mogelijkheid nauwkeurige en gedetailleerde correlaties berekenen.

Dit is jammer en we zullen moeten trachten deze fouten in de toekomst

niet meer te maken. Te meer klemt dit, omdat men thans verschillende achtergebleven gebieden min of meer kunstmatig wil gaan ontwikkelen binnen het kader van de United Nations. Wanneer dergelijke plannen op grote schaal doorgaan, zal men verstandig doen om volgens een vast en in detail georganiseerd plan een groot aantal statistische gegevens te verzamelen, zodat ons niet weer een aantal mogelijk belangrijke correlaties met de cariësfrequentie uit de hand loopt.

3. Voorts zou het gewenst zijn na te gaan, welke significante verschillen er bestaan tussen de tarwe- en roggegebieden in verband met de tandcariës. Roggegebieden, zijn b.v. Oost-Duitsland en Polen, Bretagne en de Baskische landen. Tarwelanden Noord- en Midden-Frankrijk, Zuid-Slavië, Roemenië en Zuid-Rusland.

Tot nu toe bestaan over dit alles slechts fragmentaire gegevens, welke het karakter dragen van onsystematische steekproeven.

Tot hier toe hebben we ons bezig gehouden met directe causale factoren van de tandcariës. Voor het ontstaan van tandcariës moet net als bij elke andere ziekte een reeks van conditionale factoren gunstig zijn. Er moet een bereidheid tot het ziekteproces bestaan. Patho-histologisch wordt dit te meer duidelijk, daar de carieuze aantasting van de tand wel van het oppervlak uitgaat, doch niet laagsgewijs evenwijdig aan het oppervlak naar binnen dringt. De zuren toch penetreren eerst langs de organische trajecten van het glazuur en tasten de apatietkristallen vandaar uit aan. Dit betekent niet alleen een afhankelijkheid van de chemische opbouw doch ook een afhankelijkheid van de submicroscopische en de microscopische structuur bij het penetreren der zuren. De bouw van de tand speelt dus een rol. Anderzijds zijn er invloeden van secretorische aard, betrekking hebbend op de samenstelling van het speeksel en van verschillende endocrine factoren.

Enige van deze factoren zijn er te noemen, welke in relatie staan tot de structuur van de bodem en die daarom voor de geopathologie van belang zijn.

1. Reeds geruime tijd geleden heeft men aan het kalkgehalte van de grond en aan dat van het drinkwater een invloed in negatieve zin op de tandcariës toegeschreven. Vooral R ö s e heeft gemeend hier met een factor van betekenis te doen te hebben. Een halve eeuw van biochemisch onderzoek heeft het waarschijnlijk gemaakt, dat R ö s e deze cariës-factor overschat heeft. De calciumstofwisseling van het dierlijk organisme is bijzonder goed geëquilibreerd en de calciumspiegel van het bloed wordt nauwkeurig binnen enge grenzen geregeld zodat de endocrine factoren bij de calciumvoorziening der weefsels een overheersende invloed hebben. O c k e r s e heeft echter in Zuid-Afrika nauwkeurig de correlaties bepaald tussen de hardheid van het water en de cariësfrequentie, waarbij zeer positief een verband te voorschijn kwam.

2. Waarschijnlijk van iets groter belang is het fosfaatgehalte van de bodem. Hoewel ook de fosfaatstofwisseling bijzonder goed endocrinologisch geëquilibreerd is, zijn er bepaalde gebieden, waar men een gering fosfaatgehalte van de bodem lange tijd verantwoordelijk gesteld

heeft voor een grote cariësfrequentie, zoals Zuid-Afrika. Eigenlijk zijn deze onderzoeken nooit geheel afgesloten en een meer gefundeerde opinievorming dienaangaande zou men moeten toejuichen.

3. Men heeft het ontbreken van allerlei sporelementen aan de bodem in verband gebracht met de cariësusceptibiliteit. Een tand bevat n.l. verschillende van deze sporelementen. B.v. magnesium, ijzer, koper. Bij een Nederlands onderzoek heeft men in het bijzonder molybdeen met cariës in verband willen brengen. Doch ook hier liggen noch feiten, noch logische verbanden vast. En daar men geen aanknopingspunten heeft aan enig denkbare relatiestructuur, is het duidelijk dat men zijn onderzoeken moet inrichten volgens de eerste werkwijze.

4. Definitief duidelijk is het verband tussen het fluoorgehalte van de bodem en de tandcariës. Hoe het fluoor werkt is niet geheel opgehelderd. Waarschijnlijk wordt het ten dele geabsorbeerd, ten dele omgezet in calciumfluoride kristallen en vormt het voor een ander deel mengkristallen met het apatiet. Het resultaat is echter, dat het apatiet na fluooropname bij een sterker zuurgraad, dus bij een lagere PH in oplossing gaat dan niet gefluoreerd apatiet, hetgeen tot op zekere hoogte een verklaring vormt voor de grotere cariësresistentie van fluoorhoudend tandmateriaal. Dat dit van grote praktische betekenis is moge blijken uit het feit, dat ongeveer 40% minder cariës kan optreden, wanneer de tanden voldoende fluoor bevatten.

Het fluoor is ook een enzymgif en wanneer de opgenomen hoeveelheid fluoor te groot wordt, treden er gedurende de eerste levensjaren storingen op in de vorming der tanden. Dit manifesteert zich later op een lelijke wijze, daar het glazuur witte plekken vertoont welke van licht tot donkerbruin gaan verkleuren. Men krijgt dan z.g. gevlekte tanden, mottledteeth. Dit typische beeld treft men in gebieden waar het fluoorgehalte van het drinkwater te hoog is. Mottledteeth komen hier dan ook endemisch voor. In dergelijke gebieden, waarvan ik u vooral de woestijngebieden van Texas, Arizona en Utah noem is dan ook de tegen cariës beschermende werking van het fluoor ontdekt door De an.

Nadien heeft men kunnen vaststellen, dat een concentratie van een deel fluoor per miljoen in het drinkwater reeds een maximale bescherming geeft, zonder nochtans tot gevlekte tanden te leiden. Is de concentratie echter dubbel zo groot, dan bestaat reeds de mogelijkheid tot het ontstaan van deze afwijking.

Zonder hier in dit algemeen overzicht dieper op in te gaan zal het u duidelijk zijn, dat het niet alleen van theoretisch belang is, om nauwkeurig de correlatie van het fluoorgehalte in de bodem en drinkwater met de tandcariës te kennen. Het is ook van grote praktische betekenis voor de cariësprofylaxe en de economische consequenties die hieruit volgen.

Dit geldt voor gebieden van grote uitgestrektheid, doch het is eveneens nuttig om een gedetailleerde kennis te hebben van het voorkomen van fluoor. Voor Nederland hebben we hierin, dank zij het werk van Mej. S t a s s een goed inzicht, al is dit in sommige opzichten niet zo gedetailleerd als tandheelkundig wenselijk ware. Om dit toe te lichten

vermeld ik u, dat ik in Bussum een paar centra van mottledteeth heb ontdekt, die nog teruggrijpen tot ongeveer dertig jaar geleden, toen de mensen daar putwater gebruikten. Het ene centrum ligt bij een bepaalde straat, het andere bij een klein heuveltje van enige meters hoogte, waar een paar boerderijen op staan. Merkwaardig plaatselijk dus.

Het is duidelijk, dat een gedetailleerd onderzoek slechts zin heeft, wanneer de bevolking is aangewezen op put- of bronwater. In een land als Nederland met een dicht net van waterleidingen, waarvan het water geregeld onder controle staat, neemt de betekenis van de grondanalyse af. Doordat de bevolking van verschillende plaatsen in een dicht bevolkt land als Nederland snel wisselen kan, wordt het bovendien uiterst moeilijk, om correlaties op te sporen met de cariësfrequentie.

In talrijke staten van N.-Amerika zijn uitgebreide gegevens verzameld over het fluoorgehalte van bodem- en drinkwater en zijn de correlaties met de cariësreductie treffend. Doch hier betreft het zeer uitgestrekte gebieden, waarvan de bevolking ook wel sterk wisselt, doch waarin toch een grote vaste bevolkingskern voor het onderzoek van de cariësfrequentie toegankelijk is.

Naast deze directe factoren, zowel causale als conditionale, die samenhangen met de landbouw en economie, met de aard van de bevolking en het ras, en met de bodemgesteldheid van bepaalde gebieden zijn er enige indirecte invloeden te noemen die samenhangen met de genoemde factoren en van klimatologische en meteorologische aard zijn. Deze factoren zijn echter uitsluitend te constateren, wanneer uitgestrekte gebieden van continentale omvang in het onderzoek worden betrokken.

Dunning heeft een grootscheepse studie gepubliceerd, waarin wordt bevestigd, dat de cariësfrequentie toeneemt met de geografische breedte en wordt aangetoond dat zij afneemt met de afstand tot de zee kust. Het eerste geldt zowel voor de U.S.A., Zuid-Amerika en Australië. Het laatste is alleen met zekerheid bekend van de U.S.A.

Deze verschijnselen worden klimatologisch geïnterpreteerd in factoren van zonneshijn, temperatuur, relatieve vochtigheid en regenval.

Bezien we deze factoren afzonderlijk.

a. De zonneshijn neemt in de U.S. zoals overall duidelijk af met de toenemende breedtegraad. Statistische metingen van de zonneshijn zijn moeilijk en tijdrovend. In het bijzonder is het juist de U. V. straling, die van belang is, omdat een causale relatie met de cariësfrequentie zeer waarschijnlijk is. Ook op theoretische gronden. U. V. straling heeft zoals men weet een invloed op de vorming van Vitamine D uit het ergosterine in de huid. Het Vit. D beïnvloedt weer de calciumbalans en dit lijkt van bijzonder belang tijdens de eerste levensjaren, als de tanden worden gevormd.

Gedetailleerder onderzoek in Azië, Europa en Afrika is zeker wenselijk, opdat men een beter beeld krijgen kan van de toename der cariësfrequentie naar de polen toe, voor zover deze niet samenhangt met een toenemend suikergebruik en gebruik van gedatureerd zetmeel.

b. De temperatuur neemt ook af met de toenemende breedte en de hoogte boven de zeespiegel. Ze beïnvloedt de behoefte aan calorieën en als zodanig de behoefte aan relatief goedkope bronnen van energie, zoals de koolhydraten. Gegevens over de variatie in het gebruik van de koolhydraten zijn betrekkelijk schaars. Zeker is, dat in de gematigde luchtstreken meer suiker wordt verbruikt dan in de tropen. Doch ook hier moet men de zaak niet al te simplistisch opvatten. In vele tropische gebieden vormt zetmeel de kern van de voeding. Rijst, maïs, aardappelen, bananen, yamwortels, sago, cassave e.d. produkten vormen de hoofdschotel van de voeding. Deze voedingsmiddelen zijn in het algemeen zeer arm aan eiwit. De aanvulling van het menu met vlees behoort in het algemeen tot de uitzonderingen. Of omdat men het niet kan bemachtigen, of uit godsdienstige overwegingen. Het gebruik van vis is beperkt tot kuststreken en gebieden langs sommige rivieren. Vandaar dat het gemiddelde menu in de tropen te weinig eiwit bevat, hetgeen bezeugen wordt door het veelvuldig voorkomen van een ziekte als kwashiorkor, welke berust op een eiwitdeficiëntie. Het is denkbaar dat het ontbreken van het eiwit tussen de verschillende soorten zetmeel een gunstige invloed heeft op de cariësfrequentie, evenals zulks het geval is in de roggegebieden van Europa. De behoeften aan meer calorieën op hogere breedten is dus waarschijnlijk slechts een van de aspecten, die met de temperatuur samenhangen. De meerdere zonnestraling en de hogere temperatuur in de tropen bewerken in de planten een snelle toename van het zetmeel ten opzichte van de toename van het plantaardige eiwit.

Misschien is als additionele factor hierbij de urbanisatie, het wonen in grote steden, zoals we dit in de industriële centra der gematigde zones zien, een geringe invloed toebedeeld. Doch nog nimmer heeft men dit op statistisch significante wijze kunnen aantonen.

c. De afstand tot de zee kust heeft in de U.S.A. zeker invloed op het fluoridegehalte van het drinkwater. Doch ook de hardheid van het water, gewoonlijk gemeten aan het gehalte van calcium carbonaat, neemt van de zee kust af toe, zodat beide factoren niet steeds duidelijk te scheiden zijn. Dit is ook in Zuid-Afrika evident.

d. De afstand tot de zee kust heeft een sterke invloed op de relatieve vochtigheid van de lucht. Een drogere lucht geeft groter vochtverlies van de organismen en verhoogt aldus de behoefte aan drinken. Dat wil dus zeggen, dat in het hart van een continent als Noord-Amerika bij gelijk fluoorgehalte van het drinkwater als in de randzones, meer fluor zal worden opgenomen.

e. Ook de regenval neemt af met de afstand tot de kust. Het regenwater looft de oplosbare minerale bestanddelen uit de grond. Dientengevolge zal de bodem aan de oppervlakte bij de kuststreken armer aan minerale bestanddelen als calciumzouten en fluoriden zijn. Hier ligt dus min of meer een verklaring voor punt c, welke een aanvulling is op de verklaring van het zoutgehalte van de bodem uit de geologische wijze van vorming van het land. Gemeten over grote gebieden zal men dus ook de invloed van de regenval in de cariësfrequentie moeten kunnen terugvinden.

Hiermede heb ik u in vogelvlucht trachten te schetsen, wat men weet, wat men vermoedt en wat wenselijk zou zijn om te weten te komen aangaande belangrijkste regionale en wereldomvattende invloeden, die bij het ziekteproces der tandcariës werkzaam kunnen zijn. Wat ik u heb voorgezet is uit de aard der zaak gecomprimeerd en uiterst onvolledig. Dit kan niet anders bij een eerste benadering als deze. Ik hoop u echter een beeld gegeven te hebben van de problematiek van de geopathologie der tandcariës, en van de wijze, waarop men deze problematiek samenvattend kan benaderen. Uiteindelijk zal het doel moeten zijn naast het bepalen van correlaties op statistische wijze, om het aandeel der afzonderlijke factoren in het totaalbeeld der cariësfrequentie langs de weg van analyse te berekenen.

Eerst dan wordt de poort tot een meer omvattende synthese ontsloten.

Samenvatting

In een korte inleiding wordt uiteengezet volgens welk systeem men het beste vraagstukken als de regionale invloeden op de tandcariës kan benaderen.

Daarna wordt een samenvattend exposé gegeven van de meest gangbare theorieën over de tandcariës in onderlinge samenhang.

Hiervan uitgaande werden enige causale, conditionale en secundaire factoren tot het ontstaan van tandcariës besproken, voorzover deze ongelijkmatig verspreid zijn over verschillende gebieden op aarde.

Zij zijn weergegeven in het onderstaande schema:

Causale factoren	{	suikergebruik
		aard en wijze der zetmeelconsumptie
		gistgebruik
Conditionale factoren	{	(Ca)
		(PO)-gehalte van bodem en drinkwater
		Spoorelementen
		Fluor
Secundaire factoren	{	zonneshijn
		temperatuur
		relatieve vochtigheid
		regenval

Bekende samenhangen worden tegenover nog te onderzoeken gebieden geplaatst, teneinde de richting aan te geven, waarin verdere onderzoekingen gewenst zijn.