

Cariës, een veranderend beeld

J.M. ten Cate, chemicus

Samenvatting. Dit artikel beschrijft beknopt de fysisch-chemische verklaring van het ontstaan van tandcariës en de histologische veranderingen die hiermee gepaard gaan. Recent onderzoek met betrekking tot het cariësmechanisme heeft het belang aangetoond van de 'mineralisatiebalans' op het grensvlak tand-mondmilieu. Bij een lage pH in de tandplaque gaat glazuur in oplossing, doch uit speeksel of plaque kan mineraal weer neerslaan tijdens perioden van een neutrale pH. De ligging van dit evenwicht wordt beïnvloed door fluoride. Hierdoor wordt het ontstaan en de progressie van cariëslaesies vertraagd, wat weer consequenties heeft voor de diagnostiek en de indicaties voor aanvullend preventief dan wel restauratief ingrijpen.

TEN CATE JM. Cariës, een veranderend beeld. Ned Tijdschr Tandheelkd 1992; 99: 201-3.

Uit de vakgroep Cariologie en Endodontologie van het Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam (ACTA).

Trefwoorden: **Cariologie**—De/remineralisatie—Fluoride

Datum van acceptatie: 18 april 1992.

Adres: Prof. Dr. J.M. ten Cate, ACTA, Louwesweg 1, 1066 EA Amsterdam.

1 Inleiding

Dit themanummer over cariologie behandelt in afzonderlijke artikelen de gevolgen van verminderde speekselvloed op het ontstaan van cariës, epidemiologie en preventie van tandhalscariës, de mogelijkheid om risicopatiënten vroegtijdig te identificeren, hedendaagse cariëspatronen en de preventie van cariës via fluoridegebruik. Ondanks deze veelheid van (uiteenlopende) onderwerpen zou dit themanummer van het NTVT niet volledig zijn zonder een beschrijving van de huidige kennis van het cariësproces. Deze zal in dit artikel beknopt worden gegeven.

2 Cariësproces

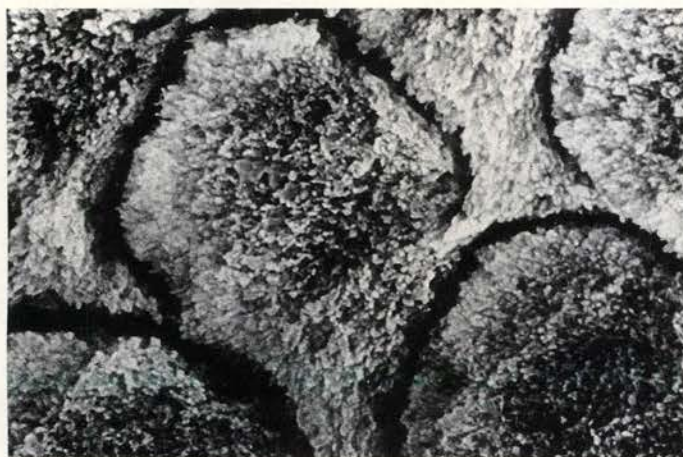
Cariës wordt in de tandheelkundige praktijk veelal pas gediagnostiseerd als er al

sprake is van aanzienlijk weefselverlies. Een witte vlek, die na droogblazen pas zichtbaar is, vertegenwoordigt een laesie die reeds honderden microns in het glazuur is doorgedrongen. Voor röntgenfoto's geldt dat de detectiegrens van laesies ligt bij ongeveer 15% mineraalverlies. Voor een tandarts is dit vroeg genoeg om te besluiten tot aanvullend preventief handelen: veelal is er in dit stadium nog geen sprake van cavitatie, en is restauratief optreden nog niet noodzakelijk. Echter, hoe eerder een cariëslaesie wordt waargenomen des te groter is de kans op succesvol preventief ingrijpen. De initiële cariëslaesie is ook het terrein van de onderzoekers die zich bezighouden met de etiologie en pathogenese van cariës, vooral omdat een diepgaande kennis van de eerste histologische en chemische veranderingen de basis vormt voor het ontwikkelen van gerichte cariëspreventieve therapieën.

Cariës is een multifactoriële aandoening. Zonder cariogene voeding en cariëspathogene microflora ontstaat geen tandbederf. Het is onmogelijk om cariës alleen te beschrijven of te begrijpen als een puur microbiologische, biochemische of fysico-chemische procesgang. Toch is de verleiding hier toe groot, want het is moeilijk alle optredende reacties gelijktijdig en in hun onderlinge samenhang te beschouwen. In het onderstaande zullen de veranderingen die zich bij het carieus worden van glazuur voordoen, vanuit het minerale gezichtspunt worden behandeld.

3 Chemische en histologische aspecten

Glazuur is grotendeels opgebouwd uit het mineraal hydroxylapatiet, dat ongeveer 96% van het gewicht van glazuur uitmaakt. Water en een organische fase van eiwitten



Afb. 1. Elektronenmicroscopische weergave van glazuur dat loodrecht op de prismarichting is aangesneden. De foto laat de sleutelgatstructuur van de prisma's zien en ook de 'fijn'structuur van individuele apatietkristalieten. Het preparaat is met zuur licht aangeëtst waardoor het verschil in zuuroplosbaarheid tussen de verschillende gebieden zichtbaar wordt (foto beschikbaar gesteld door Dr. W.L. Jongbloed, rijksuniversiteit Groningen).

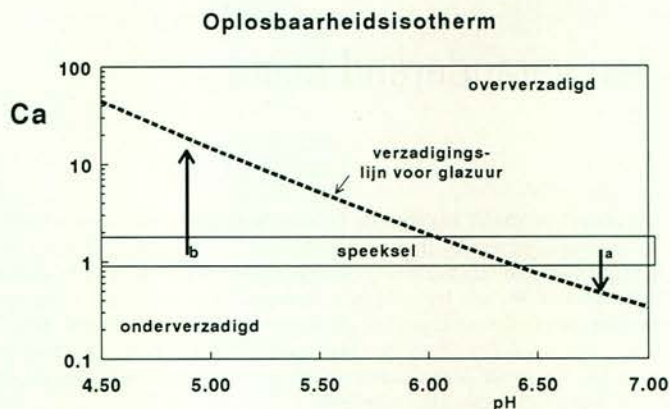


Afb. 2. Dwarsdoorsnede van (kunstmatig geproduceerde) witte vlek in tandglazuur. Van beneden naar boven zijn zichtbaar de oppervlaktelaag, het gebied van onderhuidse ontcalcificatie (laesiekern) en het niet aangetaste, gezonde glazuur. In het gezonde glazuur is de prismastuctuur te zien. (Met toestemming overgenomen uit lit.ref. 1.)

en lipiden vormen de resterende bestanddelen. Glazuur, tijdens de amelogenese gevormd door individuele ameloblasten, is geen massief (monokristallijn) materiaal. Het is opgebouwd uit zeer veel kleine kristallieten, gerangschikt in glazuurprisma's. Dit gegeven is van belang omdat de dichtheid van het weefsel binnen de prisma's en in de zogenaamde interprismatische gebieden verschilt. Interprismatisch wordt bovendien een hoger gehalte aan niet-minerale bestanddelen gevonden. Hiervan wordt tegenwoordig dankbaar gebruik gemaakt. Omdat interprismatisch glazuur bij aanetsen sneller oplost, ontstaan op micro-niveau oppervlakteverschillen en kunnen kunststofvulmaterialen aan dergelijke ruwe oppervlakken worden gehecht. Het verschil in oplosbaarheid verklaart ook waarom glazuur bij een zuuraanval vanuit de plaque niet laagsgewijs oplost (afb. 1). Kennelijk is de zuuraanval zo mild, dat het zuur alleen de meest oplosbare gebieden aantast. De initiële aantasting van glazuur wordt dan ook gekarakteriseerd door het preferent oplossen van het interprismatische weefsel. Na verloop van tijd ontstaat hierdoor de onderhuidse ontkalking (afb. 2).¹ Lang is gefilosofeerd over de vraag waarom het oppervlak ogenschijnlijk niet wordt aangetast, hoewel hierin microscopisch wel degelijk porositeiten zijn waar te nemen. Eén reden voor het lang intact blijven van het oppervlak is het hoge fluoridegehalte van het oppervlakteglazuur, dat bijdraagt aan een vermindering van de zuurvoeligheid van dit weefsel.

4 Cariësproces: niet continu, niet onomkeerbaar

Na het eten van bacteriologisch afbreekbare suikers daalt de pH in de tandplaque. Hierdoor wordt de plaque onderverzadigd aan de componenten van het mineraal hydroxylapatiet waaruit tandglazuur is opgebouwd (afb. 3). Glazuur lost daarom op totdat weer een evenwichtssituatie met de plaque is bereikt.² Tegelijkertijd raakt de suikerbron in de plaque langzaam op, waardoor geen nieuw zuur wordt gevormd, en draagt de, door de suiker- of eetprikkel verhoogde, speekselstroom bij tot het neutraliseren van de plaque. Via speeksel worden ook mineraalionen aangevoerd, waardoor het in oplossing gaan van tandweefsels wordt afgeremd. Als na ongeveer een half uur een einde is gekomen aan de 'zuuraanval' is een situatie ontstaan waarbij de tandplaque zelfs oververzadigd is aan het tandmineraal. Ook deze 'onbalans' blijft niet zonder gevolgen; mineraal zal neerslaan op zogenaamde reactieve plaatsen in of op het tandoppervlak. Het langs deze weg opvullen van porositeiten wordt omschreven als posteruptieve maturatie of remineralisatie. (Mechanistisch vergelijkbaar draagt het



Afb. 3. Fysico-chemische verklaring van het de- en remineralisatieproces. De oplosbaarheidsisotherm geeft de verzadigingsconcentratie aan van glazuur bij verschillende pH. Bij neutrale pH (a) is deze waarde lager dan de mineraalionen-concentratie in speeksel of plaquevloeistof, zodat apatiet uit de oververzadigde speekseloplossing kan neerslaan op of in het glazuur. Afhankelijk van plaats en aard van het neerslag is dit proces bekend als maturatie, remineralisatie of tandsteenvorming. Bij lage pH (b) is speeksel onderverzadigd aan apatiet en zal glazuur dus oplossen.

oververzadigd zijn van speeksel en tandplaque bij fysiologische pH ook bij aan het ontstaan van tandsteen.)

Cariës is zoals beschreven een proces van alternerend afbraak en herstel van weefsel. Afhankelijk van de condities tijdens de herstelfase kan dit zelfs leiden tot een geleidelijk meer zuurresistent worden van het tandweefsel. Fluoride heeft een grote invloed op de ligging van het 'mineralisatie-evenwicht' aan het tandoppervlak: zeer geringe fluorideconcentraties in de tandplaque reduceren de snelheid waarmee tandweefsel in oplossing gaat en versnellen de mineraalafzetting tijdens remineralisatie,³ maar niet-minerale bestanddelen (uit speeksel en plaque) spelen ook een belangrijke rol. Eiwitten uit speeksel vormen een dun beschermend laagje (pellikel) op het tandoppervlak, dat wellicht een diffusiebarrière vormt voor mineraalionen. Andere (fosfo-)proteïnen in speeksel fungeren als kristallisatiereemers. Mede hierdoor wordt een ongewenst neerslaan van mineraal (bijv. al in de speekselklieren) voorkómen.

Sinds enige tijd worden anti-tandsteen-tandpasta's geproduceerd. Behalve fluoride bevatten deze pasta's pyrofosfaat als remmer van calciumfosfaatprecipitatie. Klinisch is aangetoond dat poetsen met deze pasta's leidt tot een significante afname van de hoeveelheid supragingivaal tandsteen,⁴ zonder dat de cariëspreventieve werking van fluoride nadelig wordt beïnvloed.⁵ Ook via dergelijke inhibitoren blijkt het dus mogelijk in te grijpen in het de/remineralisatie-evenwicht aan het tandoppervlak.

Uit het bovenstaande volgt dat 'zuuraanvallen' op het gebit niet altijd tot cariës hoeven te leiden. Indien een zuuraanval wordt gevolgd door een periode van herstel, zeker als dit gebeurt in aanwezigheid van fluoride, kan de schade worden her-

steld. Is het dan mogelijk om het maximaal toelaatbare aantal zuurstoten vast te stellen? Theoretisch wel, per individu kan het gehalte aan minerale bestanddelen in speeksel en tandplaque, de buffercapaciteit van het speeksel en de zuurproductie door de microflora in de plaque worden bepaald. Uit dergelijke gegevens kan de individuele 'zuurtolerantie' in principe worden berekend. Onderzoek om langs deze weg de gevoeligheid voor cariës te voorspellen staat echter nog in de kinderschoenen. Vooralnog blijft de conclusie gehandhaafd dat het gebruik van (fermenteerbare) suiker tijdens de (drie) hoofdmaaltijden niet tot cariës zal leiden, doch een (sterke) verhoging van de snoep-eetfrequentie een gevaar voor het gebit vormt. Het vervangen van suikerhoudende door suikervrije 'tussendoortjes' (bijv. in de vorm van suikervrije kauwgom) blijft daarom aan te raden.

5 Consequenties voor de diagnostiek

Vroege stadia van cariës (de initiële laesie) zijn klinisch waar te nemen als een 'witte vlek'. Het witte aspect wordt veroorzaakt door de breking van het licht in de onderhuidse porositeiten.⁶ Om dezelfde reden wordt een laesie bij doorvallend licht als donkerder dan het omringende glazuur waargenomen. Dit verschijnsel wordt momenteel nader onderzocht met het doel diagnostische methoden te ontwikkelen die, niet invasief, beginnende cariës kunnen helpen onderscheiden. In dit verband zij nogmaals vermeld dat het diagnostiseren van een witte-vleklaesie met een sonde vaak leidt tot een beschadiging van de relatief ondoordringbare oppervlaktestructuur, waardoor bacteriële invasie en retentie, en daardoor versnelde wekselafbraak, optreden.

Omdat fluoride vooral oppervlakkig wordt ingebouwd, wordt wel de vrees geuit dat zuurinwerking tot vergevorderde cariës kan leiden die klinisch niet wordt waargenomen. In de wetenschappelijke literatuur zijn inderdaad aanwijzingen te vinden voor een aanzienlijk percentage klinisch onopgemerkte glazuurlaesies die al tot in het dentine zijn voortgeschreden.⁷ Blijkbaar was er geen verandering aan het glazuuropervlak zichtbaar. Hoewel dit fenomeen door enkelen als 'de fluoridebom' wordt aangemerkt lijkt bezorgdheid niet op zijn plaats. Wel dient het een stimulans te zijn nieuwe, meer gevoelige diagnostische methoden (verder) te ontwikkelen.

Veranderingen in voedings- en poetsgewoonten en het gebruik van fluoridepreparaten zijn oorzaken voor het minder snel voortschrijden van de cariëslaesie in het glazuur dan in het verleden. Na eerste waarneming in het glazuur duurt het, afhankelijk van de lokatie, gemiddeld één tot drie jaar voordat de laesie tot in het dentine is doorgedrongen. Onderzoek heeft aangetoond dat extra aandacht voor de mondhygiëne en intensieve fluoridebehandelingen tijdens deze periode het cariësproces een halt kunnen toeroepen.^{8,9}

Waar vroeger werd verondersteld dat intrinsieke eigenschappen van het tandglazuur en van speeksel bepalend waren voor het ontstaan van tandcariës ligt thans het accent op het belang van het milieu waaraan de tand blootstaat. Het wankel evenwicht in de mondholte is snel verstoord bij overmatig 'suiker'gebruik, maar blijkt even gemakkelijk te beïnvloeden door een gerichte verschuiving van de de- en remineralisatiebalans. Frequent fluorideaanbod (bijv. via tandpasta's) is tot nu toe de meest effectieve methode.

Summary

DENTAL CARIES, CHANGING PATTERNS

Key words: Dental caries – Fluoride – Re/Demineralization

This article briefly describes the pathogenesis of dental caries. It focuses on the relevant chemical processes and histological changes in dental enamel. Recent studies have shown that the mineral balance at the tooth-oral fluid interface are determinants for the occurrence of caries, and more important than the intrinsic tissue properties. During periods of low pH, following bacterial metabolism of fermentable carbohydrates, enamel is demineralized. However, loss of tissue may be compensated by mineral deposition from saliva during subsequent periods at neutral pH ('remineralization'). The mineral balance is positively affected by the presence of low fluoride levels in the oral fluids. Clinically this becomes manifest in the decreasing rates of caries initiation and progression. Also it may affect the appearance of incipient enamel lesions, which in turn could complicate caries diagnosis. The changing patterns of dental changes thus have implications for procedures in preventive and restorative practise.

Literatuur

- ¹TEN CATE JM, ARENDS J. Remineralization of artificial enamel lesions *in vitro*. III. A study of the deposition mechanism. *Caries Res* 1980; 14: 351-8.
- ²TEN CATE JM. Speeksel, een opbouwend medium. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1992; 99: 82-4.
- ³TEN CATE JM, FEATHERSTONE JDB. Mechanistic aspects of the interactions between fluoride and dental enamel. *CRC Critical Reviews in Oral Biology and Medicine* 1991; 2: 283-96.
- ⁴STEPHEN KW, BURCHELL CK, HUNTINGDON E, BAKER AG. *In vivo* anticalculus effect of a dentifrice containing 0.5 percent zinc citrate trihydrate. *Caries Res* 1987; 21: 380-4.
- ⁵KOCH G, BERGMANN-ARNADOTTIR I, BJARNASON S, FINNBOGASON S, HÖSKULDSSON O, KARLSSON R. Caries-preventive effect of fluoride dentifrices with and without anticalculus agents: A 3-year controlled clinical trial. *Caries Res* 1990; 24: 72-9.
- ⁶TEN BOSCH JJ. Kwantificering van initiële cariës. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1988; 95: 279-83.
- ⁷SAWLE RF, ANDLAW RJ. Has occlusal caries become more difficult to diagnose? *Br Dent J* 1988; 164: 209-11.
- ⁸OSTROM CA. Effectiveness of a preventive dentistry delivery system. *J Am Dent Assoc* 1978; 97: 29-36.
- ⁹CARVALHO JC, EKSTRAND KR, THYLSTRUP A. Results after 1 year of non-operative occlusal caries treatment of erupting permanent first molars. *Community Dent Oral Epidemiol* 1991; 19: 23-8.