

22. *Werkgroep Tand- en Mondziekten T.N.O.* (1980): Feiko syn toskan nei seis jier foarljochting. Rapport uitgebracht aan de Provinciale werkgroep (T.)G.V.O. te Friesland.
23. *Truin, G. J., Brake, J. J. van den, König, K. G., Ruiken, H. M. H. M.* (1979): De actie 'Voorkom tandbederf' op kleuter- en lagere scholen in Nijmegen. Ned Tijdschr Tandheelkd 86: 451-455.
24. *Truin, G. J., König, K. G., Vogels, A. L. M., Ruiken, H. M. H. M., Carpay, J.* (1980): Tandcariës en gingivitis bij 5-, 7-, 9- en 11-jarige Haagse kinderen. Ned Tijdschr Tandheelkd 87: 15-22.
25. *Tijmstra, Tj., Engels, M., Pot, Tj.* (1979): De invloed van het verzekeringstype op de gebitsstoestand, het gedrag van de tandarts en enkele andere variabelen. Ned Tijdschr Tandheelkd 86: 245-252.
26. *Westmaas-Jes, M. M.* (1980): Een plan om zorgverleners te stimuleren tot het geven van meer (T.)G.V.O. Ned Tijdschr Tand-

heelkd 87: 378-383.

27. Brief betreffende tandheelkundige voorzieningen van 14 februari 1980 van de Staatssecretaris van Volksgezondheid en Milieuhygiëne aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal.

November 1981.

De Boelelaan 1115,  
1081 HV Amsterdam.

## RIJPING: EEN VERGETEN FACTOR BIJ DE CARIËSBESTRIJDING

J. H. M. WÖLTGENS

*Uit het laboratorium voor Preventieve Tandheelkunde  
van de Vrije Universiteit te Amsterdam  
Hoofd: Dr. J. H. M. Wöltgens.*

*Trefwoorden:* Preventieve tandheelkunde – Cariës – Rijping

### Inleiding

Uit epidemiologisch onderzoek blijkt dat de cariësgevoeligheid het hoogst is tussen 6 en 18 jaar en dat er na 18 jaar onder normale omstandigheden nauwelijks nieuwe caviteiten ontstaan. Een verklaring voor deze verhoogde cariësgevoeligheid zou kunnen zijn dat kinderen juist in deze periode meer snoepen waardoor meer zuurstoten in de mond ontstaan. Echter, hierbij zou wel een dusdanig drastische verandering in het snoepgedrag verondersteld moeten worden, dat deze verklaring onaannemelijk lijkt. Het is waarschijnlijker dat andere factoren waaronder wijziging in de samenstelling van het glazuur tijdens deze periode tot verandering in cariësgevoeligheid kunnen leiden.

In 1961 kon Backer Dirks aantonen, dat beginnende cariës, waarneembaar in het glazuur als witte vlek, in een latere fase weer verdwijnt, hetgeen alleen verklaard kan worden doordat remineralisatie van de lesie plaatsvindt. Er moeten in het speeksel dan bouwstenen, zoals calcium en fosfaten, in een dusdanig hoge concentratie aanwezig zijn, dat er remineralisatie kan optreden. Op analoge wijze zouden

deze speeksselfactoren ook verantwoordelijk kunnen zijn voor de daling in cariësgevoeligheid van jong tandglazuur tijdens het ouder worden. Men spreekt dan niet van remineralisatie, omdat dit begrip demineralisatie of ontkalking veronderstelt, zoals bij de witte-vlek-cariës inderdaad het geval is. Veel meer is de term 'rijping van het glazuur' op zijn plaats, omdat deze omschrijving ervan uitgaat, dat het glazuur na de doorbraak nog onvolgende gevormd is en dat vanuit het speeksel dit in wezen 'onrijpe' glazuur harder en minder in zuur oplosbaar wordt door de opname van stoffen. Hierdoor zou dan een verklaring gevonden kunnen worden voor de veranderingen in de cariësgevoeligheid zoals die per element en/of natuurlijke dentitie voorkomt.

Helaas is deze opvatting nog niet bevestigd. Het enige dat bekend is, is het feit dat witte-vlek-cariës kan veranderen en zelfs verdwijnen (Backer Dirks, 1961) tijdens het ouder worden.

De meeste onderzoeken op het gebied van glazuur, hebben dan ook in het verleden geen rekening gehouden met dit 'rijpingsfenomeen' en men is ervan uitgegaan, dat glazuur een onveranderbaar homogeen stuk apatiet

### Samenvatting:

Dicht onder het glazuuroppervlak treden tijdens het ouder worden van de gebits-elementen na hun doorbraak veranderingen op. Hierdoor worden de tanden minder gevoelig voor processen van de- en remineralisatie.

Tenslotte worden de klinische consequenties van deze veranderingen in het glazuur ter discussie gesteld.

was. Bovendien zijn bevindingen bij glazuur van verschillende dierspecies herhaaldelijk – onzes inziens op onverantwoorde wijze – geëxtrapoleerd naar het glazuur van de mens.

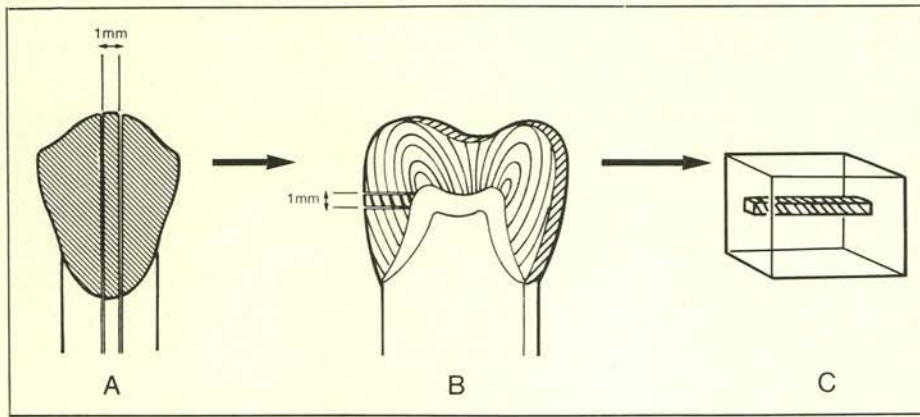
Doel van dit onderzoek was na te gaan of inderdaad sprake was van rijping van tanden na hun doorbraak, hoe de rijping verloopt en wat de gevolgen ervan zijn voor de cariësgevoeligheid.

### Materiaal en methode

Premolaren van verschillende posteruptieve leeftijden werden schoongemaakt met puimsteen, mesiodistaal doorgesneden en bedekt met was, waarbij vensters werden opengelaten aan de buccale kant. In het midden van het buccale oppervlak werden in de was vier vensters geprepareerd. Eén venster werd weer bedekt met was. Dit diende als controleglazuur. De overige drie vensters werden gedemineraliseerd.

De tand werd hiertoe geïncubeerd in 5 ml 0.05 M melkzuur, bevattende 1.6% hydroxy-ethyl cellulose (HEC) en met 1 M NaOH op pH = 4 gebracht, waardoor binnen 24 uur bij kamertemperatuur cariësachtige lesies ontstaan (Gray en Francis, 1963; Silverstone, 1971).

Tenslotte werden twee vensters gedurende drie dagen bij kamertemperatuur remineraliseerd in een remineralisatie medium (pH = 7) bevattende 1 mM Ca<sup>2+</sup>, 1.2



Afb. 1. Het vervaardigen van glazuurcoupes.

- A. Een 1 mm dikke coupe wordt in de bucco-linguale richting van de kroon gesneden.  
 B. Een 1 mm<sup>2</sup> pijpje wordt uit de coupe gesneden loodrecht op het oppervlak van het glazuur.  
 C. Aan het einde van het pijpje, dat ingebed is in methylmetacrylaat, worden weer 10 µm dikke coupes gesneden.

(Uit: J. H. M. Wöltgens e.a., *Archs oral Biol* 25: 435, 1980.)

mM fosfaat, 0.06 mM F<sup>-</sup> en 150 mM NaCl (Gonzales, 1971).

Na de incubaties werden ter plaatse van de vensters en ongeveer loodrecht op het oppervlak 1 mm brede en dikke pijpjes glazuur vervaardigd (afb. 1 A en B). Deze werden ingebed in methylmetacrylaat (afb. 1 C) waarna met behulp van een Jungmicrotoom van het glazuuroppervlak naar binnen toe 10 µm dikke coupes konden worden gesneden.

Ca en P werden uit de coupes geëxtraheerd met behulp van een mengsel van 0.15 M trichloor-azijnzuur en 50% azijnzuur volgens een gewijzigde methode van Sparrow en Johnstone (1964). Calcium werd bepaald met behulp van een atomaire absorptie-spectrofotometer type Varian AA 1000. Fosfaat werd colorimetrisch in een PMQ III Zeiss spectrofotometer bepaald volgens de methode van Chen et al. (1956).

### Resultaten en discussie

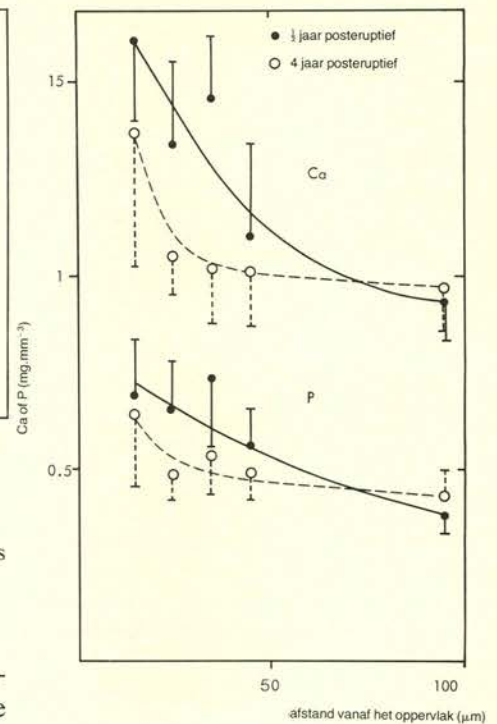
In een onderzoek uitgevoerd met behulp van de polarisatiemicroscop is aangetoond, dat de optische eigenschappen van het glazuur veranderen naarmate het gebitselement ouder wordt (Wöltgens et al., 1979). Dit kan worden verklaard door een vermindering in porositeit van het glazuur en/of door een verandering in de calciumzouten tijdens het ouder worden van de tand.

In hetzelfde onderzoek kwam duidelijk naar voren, dat deze veranderingen vooral in het eerste jaar na doorbraak optreden en dan nog vooral aan het glazuuroppervlak. Dit wijst op een combinatie van ionen-uitwisseling en

diffusie. Dezelfde verschijnselen kunnen ook worden waargenomen bij de remineralisatieprocessen.

Deze bevindingen ondersteunen de opvatting dat er inderdaad iets als rijping van de tand moet bestaan, hetgeen gevolgen kan hebben voor een proces als demineralisatie. Immers wanneer jonge tanden in een medium gebracht werden dat kunstmatig cariës verwekt, bleken er grotere veranderingen in optische effecten (dubbelbreking) in het glazuuroppervlak op te treden dan bij oudere tanden. Als de tanden vervolgens in een remineralisatiemedium gebracht werden bleek dat deze optische effecten te niet konden worden gedaan. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de effecten van de remineralisatie groter zijn in het glazuur van elementen die net zijn doorbroken dan in dat van elementen die al eerder doorbroken waren. Omdat deze bevindingen met de polarisatiemicroscop slechts semi-kwantitatief van aard zijn, is gezocht naar een andere methode waarmee het mogelijk is veranderingen in het calcium- (Ca) en fosfaat(P)gehalte – belangrijke bestanddelen van het glazuurapatiet (Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>OH<sub>2</sub>) – in het meest ontvankelijke gedeelte, namelijk het oppervlakkige glazuur te bepalen.

Hierin is men op het laboratorium voor Preventieve Tandheelkunde inderdaad geslaagd. Men kan nu (zie *Materiaal en methode*) uiterst dunne plakjes (10 µm dik) van zeer kleine in me-



Afb. 2. Ca- en P-gehalte (mg.mm<sup>-3</sup>) als functie van de diepte in gezonde menselijke premolaren (n = 5) van twee verschillende posteruptieve leeftijden.

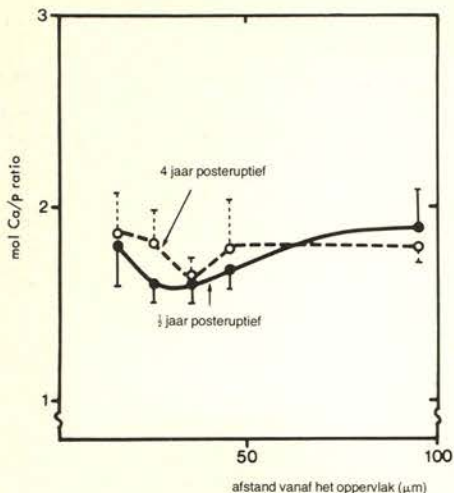
NB. In deze en in de volgende afbeelding is de standaardfout van de gemiddelden ter wille van de overzichtelijkheid maar naar één kant aangegeven.

De waarden bij jonge elementen zijn op 25 en 35 µm afstand van het glazuuroppervlak significant hoger.

(Uit: J. H. M. Wöltgens e.a., *Archs oral Biol* 26: 717, 1981 a.)

thylmetacrylaat ingebedde glazuurpijpjes afsnijden en overbrengen in reageerbuisjes teneinde er het calcium- en fosfaatgehalte in te bepalen. Aldus is men in staat gebleken zich een duidelijk beeld te vormen van de samenstelling van het glazuur dicht onder het oppervlak. Door het vergelijken van de Ca- en P-concentraties in jong glazuur met die in oud glazuur kon bovendien kwantitatief worden onderzocht of, in welke mate en waar er veranderingen in het glazuur optreden (afb. 2). Door de moleculaire Ca/P-verhouding bij de berekening te betrekken, was het bovendien mogelijk de aard van de verandering in het glazuur na te gaan (afb. 3).

Uit eerder onderzoek was naar voren gekomen, dat er niet één fase was in het glazuur, namelijk hydroxyl-apatiet met een Mol Ca/P-verhouding van ± 1.67, maar dat ook een ander Ca-zout



Afb. 3. Mol Ca/P-verhouding als functie van de diepte in gezond glazuur van menselijke premolaren (n = 5) voor twee verschillende posteruptionele leeftijden. De waarden bij jonge elementen op 25 μm afstand van het glazuuroppervlak zijn significant lager.

(Uit J. H. M. Wöltgens et al., Archs oral Biol 26: 717, 1981 a.)

met een Mol Ca/P-verhouding van 1.85 aanwezig moest zijn dat voornamelijk in de lijnen van Retzius ligt (Wöltgens et al., 1980). Beide zouten samen zijn verantwoordelijk voor de gemiddelde Ca/P-verhouding van 1.72 in het glazuur. Zoals uit afbeelding 2 echter blijkt, bevat het oppervlakkige glazuur bij jonge elementen veel *meer* Ca en P dan in oudere elementen (en dan tot nu toe is aangenomen), terwijl blijkens afbeelding 3 de Mol Ca/P-verhouding daar *laag* is (1.5). Blijkbaar verdwijnen gedurende rijping en wel vooral 30 μm onder het oppervlak Ca en P in verschillende mate (afb. 2), hetgeen ter plaatse leidt tot een verhoging van de Mol Ca/P-verhouding tot 1.7 (afb. 3). Deze bevindingen tonen aan, dat glazuur niet alleen kwalitatief maar ook kwantitatief verandert tijdens de posteruptionele rijping.

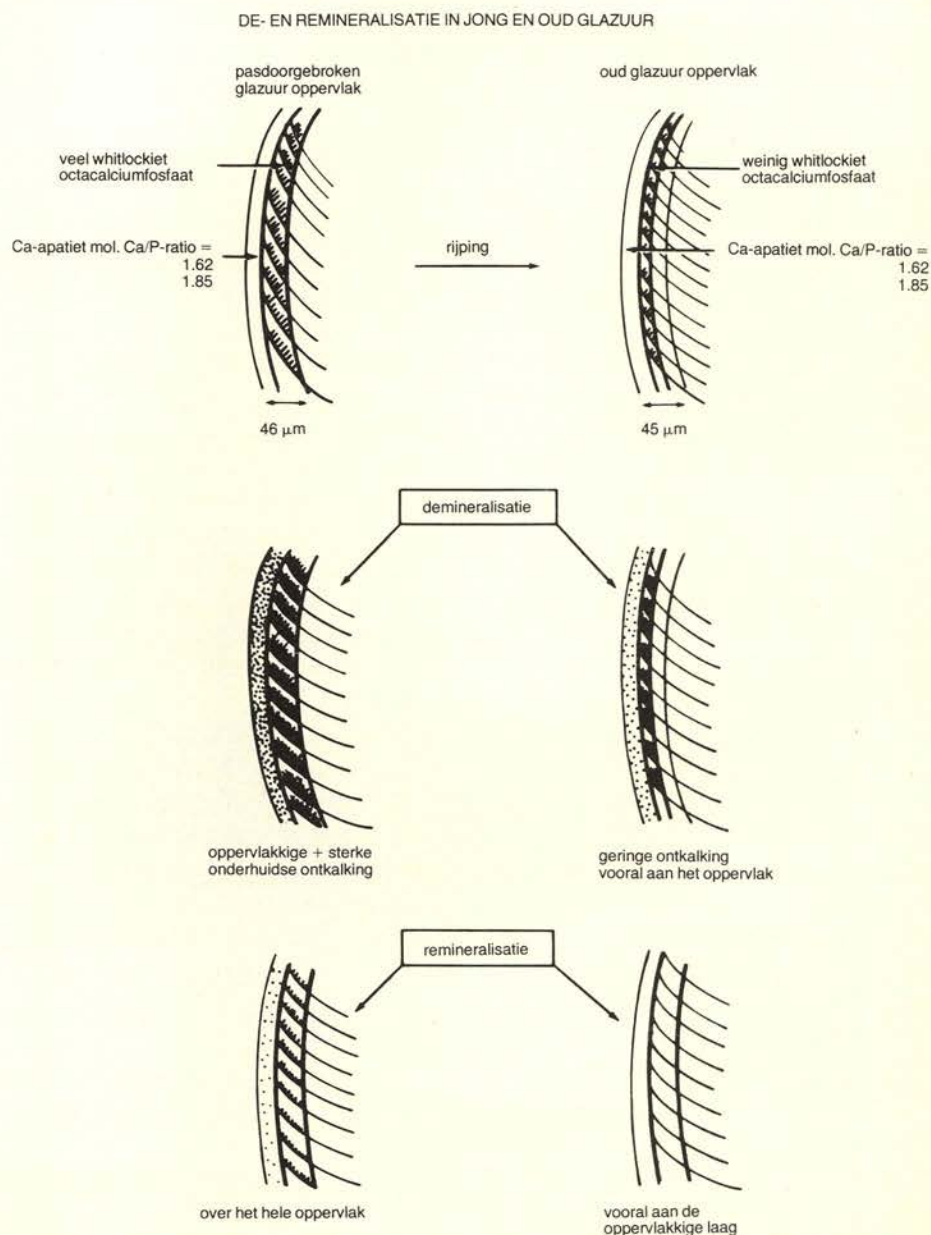
Het hoge mineraalgehalte bij jonge tanden alsook het verlies aan Ca en P samen met een verhoging van de Mol Ca/P-verhouding van 1.5 tot 1.7 tijdens de rijping zouden verklaard kunnen worden door aan te nemen, dat er dicht onder het jonge glazuuroppervlak whitlockiet of octa-calciumfosfaat (Driessens, 1980) aanwezig is. Tijdens het ouder worden zouden deze zouten dan, bij gelijkblijvende dichtheid, onder verlies van Ca en P omgevormd kunnen worden tot het minder oplos-

bare apatiet. Waarschijnlijk doordat tot nu toe onderzoeken naar glazuursamenstelling veelal uitgevoerd zijn op oude tanden, zijn deze zouten nog nooit als zodanig aangetoond.

Op analoge wijze als hierboven geschetst is voor normaal jong en oud glazuur werd bepaald wat de gevolgen van de rijping zijn voor de voor cariës belangrijke processen, namelijk de de- en remineralisatie, in casu onder in vitro omstandigheden. Hierbij kwam naar voren (Wöltgens et al., 1981 b), dat het verloop van het (kunstmatige) cariësproces in 'jonge' gebitselementen anders is dan bij 'oude', waarbij dient te worden vermeld, dat er duide-

lijk meer Ca en P oplost uit jong glazuur. Uit recente resultaten bleek tenslotte dat de mogelijkheid om opnieuw te verkalken – de remineralisatie – bij jongere gebitselementen groter was dan bij oudere.

Samengevat kan worden gesteld, dat nu ook kwantitatief rijping is aangegeven. Deze is het meest uitgesproken in het eerste jaar na doorbraak en hij maakt een gebitselement duidelijk meer resistent tegen cariës. De gevonden resultaten leiden tot het volgende schema (afb. 4) waarin is weergegeven hoe wij ons de rijping histologisch voorstellen en wat de gevolgen zijn



Afb. 4. Schematische weergave van de rijping en zijn gevolgen voor processen van de- en remineralisatie.

van het al of niet gerijpt zijn voor processen van de- en remineralisatie onder in vitro omstandigheden (afb. 4). Hierbij wordt ervan uitgegaan, dat glazuur in het algemeen uit twee typen apatiet bestaat, namelijk één met een Mol Ca/P-ratio van 1.85 en één met een Mol Ca/P-verhouding van 1.62 (Wöltgens et al., 1981 a).

Van deze twee is het laatste het meest in zuur oplosbaar (Wöltgens et al., 1981 b) en het ligt zeer waarschijnlijk in de groeilijnen. Daarnaast bestaat er dicht onder het jonge glazuuroppervlak een Ca-zout (whitlockiet of octacalciumfosfaat) met een Mol Ca/P-verhouding die duidelijk lager is dan die bij hydroxyl-apatiet, maar dat wat zijn oplosbaarheid aangaat beide eerder genoemde zouten overtreft. Vorming van whitlockiet of octacalciumfosfaat kan het gevolg zijn van het slechter functioneren van de ameloblast kort voor de doorbraak van het element. Deze zouten bepalen in belangrijke mate de oplosbaarheid in zuur en dus de cariësgevoeligheid van jong glazuur na doorbraak. Tijdens de posteruptieve rijping worden zij omgezet in een minder in zuur oplosbare apatietsoort. Dit leidt op zijn beurt weer tot glazuur dat minder gevoelig is voor processen van de- en remineralisatie.

Tenslotte kan men zich afvragen wat de consequenties van het bestaan van de rijping zijn voor de tandheelkundige kliniek.

Welnu, op de eerste plaats kan er nu voor ieder gebitselement een duidelijke periode worden aangetoond van verhoogde ontvankelijkheid voor demineralisatie (cariës) en remineralisatie (en F<sup>-</sup>-inbouw). Dit houdt in dat de voor cariës gevoelige leeftijd van gebitselementen dezelfde periode is als die waarin het F<sup>-</sup> het meest effectief de remineralisatie kan bevorderen. Wanneer een gebitselement eenmaal door zijn voor cariës gevoelige periode is gekomen, d.w.z. als het *gerijpt* is, zal het normaliter geen cariës meer krijgen, maar ook weinig fluoride opne-

men. Alleen bij extreem suikergebruik en een slechte mondhygiëne kan nog wel eens in een dergelijk element cariës teweeggebracht worden en dan alleen nog occlusaal en eventueel approximaal omdat daar de natuurlijke reiniging van het gebit ontbreekt.

Bovendien kan bij het aannemen van een maturatietijd van 3 jaar worden verklaard, dat de cariësgevoeligheid van het gehele blijvende gebit van 6 tot 18 jaar (doorbraak eerste blijvende molaar tot 3 jaar na de doorbraak van de tweede blijvende molaar) sterk verhoogd is en dat juist in deze periode preventieve maatregelen moeten worden genomen. Ook het bestaan van het hoge mineraalgehalte in de (zeer waarschijnlijk aprismatische en na de degeneratie van de ameloblasten aangelegde) allerbuitenste laag van het glazuur, alwaar ook de rijping optreedt, kan gevolgen hebben voor het klinisch handelen. Bijvoorbeeld bij het schoonmaken van gebitselementen wordt een deel van dit mineraalrijke glazuur weggenomen.

Tenslotte kan de vraag worden gesteld hoe het staat met de houdbaarheid van vullingen in elementen die nog moeten rijpen.

Zou in een in zuur meer oplosbaar jong glazuur, om de restauratie heen, niet gemakkelijk secundaire cariës optreden? Klinisch onderzoek naar deze vraagstelling zou van groot belang kunnen zijn voor het tandheelkundig handelen.

Ziehier een aantal vragen die volgen uit het feit, dat er inderdaad een vorm van posteruptieve rijping van tanden bestaat. Het oplossen van deze vragen zal gecombineerd laboratorium- en klinisch onderzoek vergen. Gezien de consequenties voor de Volksgezondheid zijn ze van groot belang.

#### Summary:

Title: Maturation, an important factor in caries prevention.

In young teeth changes in mineral content have been demonstrated during their posteruptive development, leading to a decrease of processes of de- and remineralization in the superficial enamel.

The consequences of the results for clinical dentistry are discussed.

#### Literatuur:

1. Backer Dirks, O. (1966): Posteruptive changes in dental enamel. *J Dent Res* 45: 503-511.
2. Chen, P. S., Toribara, T. Y., Warner, H. (1956): Micro determination of phosphorus. *Anal Chem* 11: 1756-1758.
3. Driessen, F. C. M. (1980): Probable phase composition of the mineral in sound enamel and dentine. Wordt gepubliceerd *Arch Or Biol*.
4. Gonzalez, M. (1971): Effect of trimeta phosphate ions on the process of mineralization. *J Dent Res* 50: 1056-1064.
5. Gray, J. A., Francis, M. D. (1963): Physical chemistry of enamel dissolution. In: *Mechanisms of hard tissue destruction* (ed. Sognnaes, R. F.) 213-269. Amer. Ass. oc. Advanced Science, Washington.
6. Silverstone, L. M. (1971): The influence of acidified organic gels on the enamel surface in vitro. P. 197 in: *Tooth enamel II* - Ed. by R. W. Fearnhead, Bristol.
7. Sparrow, M. P., Johnstone, B. W. (1964): A rapid micro method for extraction of Ca and Mg from tissue. *Biochem Biophys Acta* 90: 421-426.
8. Wöltgens, J. H. M., Houwink, B., Bervoets, Th. J. M. (1979): Influence of the diphosphate EHDP on the remineralization of artificial caries. *Caries Res* 13: 163-168.
9. Wöltgens, J. H. M., Vingerling, P. A., Witjes, F. (1980): Chemical evidence of two separate apatite phases in human enamel. *Arch Or Biol* 25: 435-436.
10. Wöltgens, J. H. M., Bervoets, Th. J. M., Witjes, F., Driessens, F. C. M. (1981 a): Changes in the composition of the enamel of human premolar teeth shortly after eruption. *Arch Oral Biol* 26: 717-719.
11. Wöltgens, J. H. M., Bervoets, Th. J. M., Witjes, F., Driessens, F. C. M. (1981 b): Effect of post-eruptive age on Ca and P loss from human enamel during demineralization *in vitro*. *Arch Oral Biol* 26: 721-725.

December 1980. Adres: Dr. J. H. M. Wöltgens, De Boelelaan 1115, Amsterdam.