

FLUORIDETOEVOEGING AAN DRINKWATER IV

*Werkgroep Tand- en Mondziekten
van de Gezondheidsorganisatie T.N.O.
Laboratorium voor Microbiologie,
Rijksuniversiteit Utrecht.*

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK TIEL-CULEMBORG NA 16½ JAAR

G. W. KWANT
B. HOUWINK
O. BACKER DIRKS

A. GROENEVELD
W. O. R. DE JAGER

Inleiding

Het doel van dit onderzoek is, na te gaan of door toevoeging van fluoride aan het drinkwater in Nederland een zelfde remmende werking wordt uitgeoefend op het ontstaan en voortschrijden van tandbederf als werd gevonden in streken waar fluoride-ionen van nature in het drinkwater aanwezig waren. Daartoe is in Tiel sinds 9 maart 1953 het fluoridegehalte van het drinkwater tot gemiddeld 1,0 mg per liter verhoogd; Culemborg fungeert als controlegemeente (0,1 mg). Tussentijdse resultaten van dit onderzoek zijn onder meer gepubliceerd in 1960 (1), 1961 (2), 1963 (3), 1969 (4) en in 1970 (5). In deze publikatie is een deel van de uitkomsten verwerkt, die verkregen zijn uit alle regelmatig uitvoerde onderzoeken tot en met 1969.

In de vorige verslagen is aandacht besteed aan cariës van de proximale vlakken van de molaarstreek en het bovenfront, van de pits en fissuren en van de vrije gladde vlakken. Thans wordt tevens de proximale cariës in het onderfront besproken. De redenen waarom niet eerder op dit probleem is ingegaan zijn, ten eerste, dat cariës op deze plaats weinig voorkomt bij kinderen en ten tweede, dat het optreden van deze aantastingen een zeer ongelijke verdeling over de kinderen vertoont. Bovendien zijn deze vlakken op een andere wijze beoordeeld dan de overige proximale vlakken. Er is echter in de loop van het onderzoek zo'n groot verschil ontstaan tussen de Tielse en Culemborgse getallen, dat dit niet onvermeld kan blijven. Ook worden in dit verslag de aantallen extracties en hun invloed op de onderzoekresultaten besproken. Deze extracties zijn in de loop van de 16 jaren een groot probleem gaan vormen bij de waardebeoordeling van het fluorideringseffect. Door extraheren zullen in het restgebit diastemen optreden, waardoor de kans op proximale cariës vermindert (6). Geëxtraheerde elementen en

vooral ook „geëxtraheerde vlakken” hebben geen kans meer om nog carieus te worden. Bovendien verdwijnt door extracties een aantal carieuze aantastingen uit het beeld. In dit verslag hebben geëxtraheerde molaarvlakken die beoordeling gehouden, die zij kregen bij het laatste onderzoek waarbij zij nog in de mond aanwezig waren. Hierdoor zijn in de longitudinale vergelijkingen geen caviteiten verdwenen door extracties, maar anderzijds was een progressie in deze geëxtraheerde elementen ook niet meer mogelijk (7).

Methoden van onderzoek

De methoden waarmee de cariës van de verschillende vlakken zijn bepaald werden vroeger beschreven. Met behulp van gestandaardiseerde röntgen-bitewing foto's zijn de proximale vlakken van de molaren en het bovenfront beoordeeld, zoals is gepubliceerd in 1953 (8), 1954 (9) en in 1963 (10). De klinische beoordelingsmethode van pit- en fissuurcariës en van cariës van de gladde vlakken is uiteengezet in respectievelijk publikaties in 1957 (11) en 1966 (12). In de loop van het onderzoek zijn enkele kleine wijzigingen in deze methoden aangebracht, welke in 1969 (4) werden beschreven.

De proximale vlakken van de onderfronttanden, mesiaal cuspidaat links tot en met mesiaal cuspidaat rechts, zijn voor het eerst in 1964 in het onderzoek betrokken. Dit werd met een nieuw ontworpen aanzetstuk via röntgenfoto's gedaan. Hierbij kwam naar voren, dat verreweg het grootste deel van de Culemborgse kinderen op 15-jarige leeftijd geen cariës had in het onderfront. In Tiel was dit aantal nog groter. Daar bleek, dat deze manier van cariësdagnostiek in het onderfront te omslachtig was voor het bepalen van het geringe aantal caviteiten en bovendien geen betere resultaten leverde dan een klinisch onderzoek, is in 1965

overgegaan naar een beoordeling met spiegel, sonde en doorvallend en opvallend licht van een mondlampje. Hierbij is de met de sonde tastbare onderbreking van het glazuur het criterium voor een caviteit. Gradaties zijn niet aangebracht; een vlak vertoont een caviteit of is gaaf.

Daar er in de groepen een zeer geringe correlatie bestaat tussen het optreden van cariës in de proximale, occlusale en vrije gladde vlakken (13) en omdat fluoride hierop een verschillend effect heeft, terwijl voorts verschillende onderzoeksmethoden zijn gebezigd, worden voor elke van deze categorieën de onderzoekresultaten afzonderlijk neergelegd. Ten einde deze echter onderling vergelijkbaar te maken zijn alleen die getallen gegeven die in het algemeen het aantal aantastingen tot in het dentine betreffen. Dat betekent voor de proximale vlakken het totaal van de laesies met classificatie II, III, IV en V; voor de pits en fissuren III, IV en V en voor de vrije gladde vlakken en de proximale vlakken in het onderfront een discontinuïteit in het glazuuroppervlak.

Studiegroepen

De geboorteklassen die in de loop van het project werden onderzocht zijn in figuur 1 aangegeven. Uit deze figuur valt af te lezen, dat negen maal een groep kinderen van 11 t/m 15 jaar is onderzocht, voor het laatst in 1968. Daar echter in Tiel de 15-jarigen van deze groep nog niet allen vanaf de geboorte gefluorideerd water hadden genuttigd is in 1969 nogmaals een groep van die leeftijd onderzocht. Van deze groep hebben bovendien de moeders gedurende de gehele zwangerschap gefluorideerd water gebruikt. Zo dit van belang is voor de cariësremmende werking dan zou dat in deze groep tot uiting moeten komen. Verder blijkt uit de figuur dat enkele groepen kinderen vanaf hun zevende jaar regelmatig zijn onderzocht. Deze groepen zijn

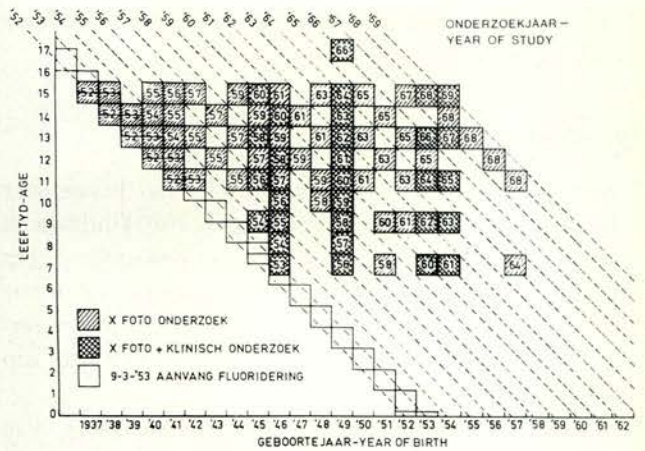


Fig. 1. De groepen kinderen die in de jaren 1952 t/m 1969 zijn onderzocht.

longitudinaal gevolgd, waardoor een beter inzicht in de cariëstoename kon worden verkregen.

Het aantal kinderen was bij de aanvang van het project gesteld op ± 60 jongens en 60 meisjes per geboorteklasse per stad. Voor een transversaal onderzoek is dit aantal voldoende. Voor een longitudinaal onderzoek is het echter nodig dat alle te vergelijken groepen steeds dezelfde kinderen bevatten. Dan vallen die kinderen af, die door ziekte of anderszins, éénmaal deze reeks hebben onderbroken, ook al zijn zij in een later jaar wel weer aanwezig. Hierdoor verdween een relatief groot aantal uit de longitudinaal te volgen groepen. Om toch een voldoende aantal kinderen over te houden zijn in latere jaren de genoemde aanvangsaantallen verhoogd tot ± 75.

In 1968 zijn in Tiel 731 en in Culemborg 698 kinderen onderzocht. De verdeling van deze aantallen over de verschillende geboorteklassen wordt in tabel I weer-

Tabel I. Aantallen in 1968 en 1969 onderzochte kinderen.

Leeftijd	11	12	13	14	15	15
Geb. jaar	1957	1956	1955	1954	1953	1954
Geslacht	♀♀ ♂♂	♀♀ ♂♂	♀♀ ♂♂	♀♀ ♂♂	♀♀ ♂♂	♀♀ ♂♂
Culemborg	68 76	75 66	74 70	74 69	58 68	70 65
Tiel	73 73	75 72	76 74	75 75	70 68	74 73

gegeven. Bovendien is in deze tabel het aantal in 1969 onderzochte kinderen opgenomen.

Resultaten en beschouwingen

Proximale cariës in de molaarstreek en het bovenfront
Het aantal proximale caviteiten per 100 kinderen is voor de verschillende jaren waarin de genoemde negen groepen 11 t/m 15-jarigen werden onderzocht, weergegeven in tabel II. Tevens staat in deze tabel het percentage minder caviteiten in Tiel ten opzichte van Culemborg vermeld.

Het aantal proximale caviteiten in Culemborg is in de loop van 16 jaar onderzoek met $\pm 1/3$ toegenomen. Daar deze toeneming overeenstemt met wat men elders in Nederland vindt, mogen wij aannemen dat zij ook in Tiel zou hebben plaatsgevonden als er niet was gefluorideerd. In plaats daarvan zien wij een vermindering van het aantal caviteiten met $\pm 2/3$ vergeleken met de beginstand in 1952. Dit te zamen resulteert in 75% minder proximale caviteiten in Tiel; anders gezegd, in Culemborg heeft deze leeftijdsgroep viermaal zoveel proximale cariës als in Tiel.

De verdeling van de proximale cariës over de verschillende geboorteklassen van de in 1968 onderzochte groep is in figuur 2 weergegeven. Bovendien wordt hierin het percentage minder cariës in Tiel per jaarklasse aangegeven. Bij vergelijking van deze getallen met die van overeenkomstige figuren uit vroegere publikaties blijkt, dat nu voor het eerst ook de 15-jarigen in deze groepen 70% minder cariës hebben. Houdt men rekening met de mogelijke variaties die in iedere jaarklasse van zo'n groep kunnen optreden, dan mag men aannemen dat voor een groep van 11 t/m 15-jarige kinderen de maximale cariësreductie door fluoridering (onder de huidige omstandigheden) waarschijnlijk is bereikt.

Tussen 1952 en 1969 zijn in Tiel en Culemborg acht-

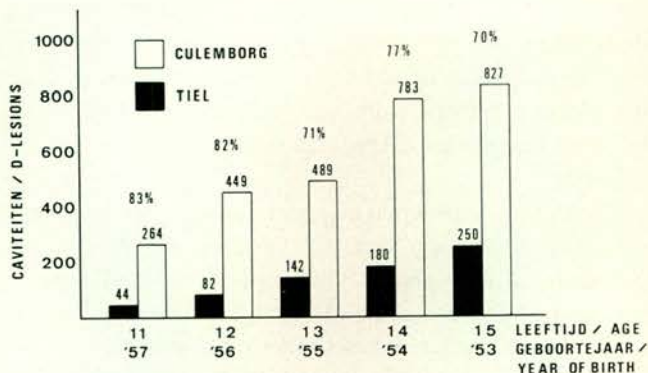


Fig. 2. Gemiddeld aantal proximale caviteiten per 100 kinderen voor de afzonderlijke geboorteklassen. Percentage minder caviteiten in Tiel. Onderzoek 1968.

entwintig groepen kinderen van 15 jaar onderzocht. Figuur 3 geeft van deze kinderen het aantal proximale caviteiten per kind per groep in de molaarstreek en het bovenfront weer. Bovendien is het percentage minder caviteiten in Tiel erboven grafisch weergegeven. De variaties in de hoogte van de kolommen worden veroorzaakt doordat voor ieder onderzoekjaar de gegevens een andere groep kinderen betreffen. Toch is ook hier duidelijk, dat de cariës in Culemborg regelmatig is toegenomen terwijl zij in Tiel is afgenomen.

Evenals in tabel II is te zien, dat het resultaat van de fluoridering pas na ongeveer vier jaar meetbaar wordt. Voorts blijkt dat de laatste drie groepen 15-jarigen uit Tiel een even groot aantal caviteiten vertonen, waaruit valt op te maken dat het maximale cariësremmend effect van het fluoride thans is bereikt en dat dit dus al wordt bereikt bij kinderen die ongeveer 1 jaar oud waren toen de fluoridering begon. Tenslotte kan men hieruit nog concluderen, dat het gebruik van gefluorideerd water tijdens de zwangerschap geen meetbare extra cariësremming teweegbrengt in deze vlakken.

Tabel II. Aantal vullingen en caviteiten in de proximale vlakken van molaarstreek en bovenfront per 100 kinderen van 11 t/m 15 jaar; en het percentage minder in Tiel.

	Onderzoekjaar								
	1952	1953	1955	1957	1959	1961	1963	1965	1968
Culemborg	436	405	457	533	518	551	572	618	563
Tiel	409	407	450	389	339	270	213	170	140
% minder caviteiten in Tiel				27 %	34 %	51 %	63 %	72 %	75 %

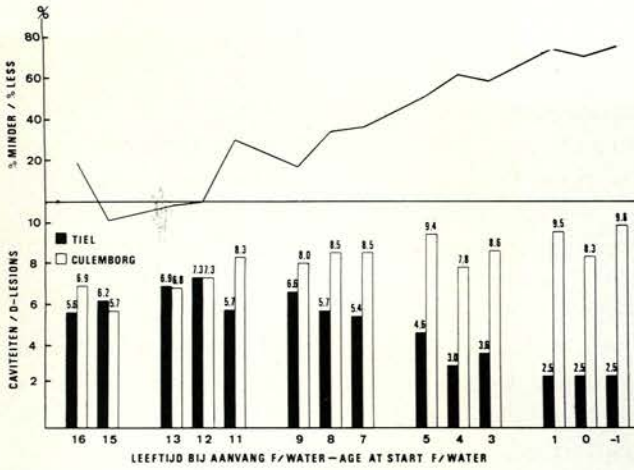


Fig. 3. Gemiddeld aantal proximale caviteiten per kind op 15-jarige leeftijd in de verschillende onderzoekjaren. Percentage minder in Tiel.

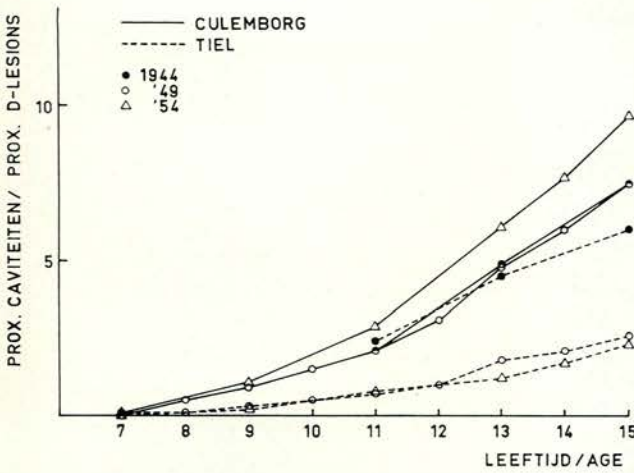


Fig. 4. Gemiddeld aantal proximale caviteiten per kind voor de kinderen geboren in 1944, 1949 en 1954, verkregen uit longitudinaal onderzoek.

De curve, die het percentage minder cariës aangeeft, begint na 15 jaar horizontaal te lopen. Het maakt de indruk dat het verschil tussen Tiel en Culemborg nog groter kan worden indien het aantal proximale caviteiten in het niet-gefluorideerde gebied zou blijven toenemen of indien in Tiel het aantal caviteiten toch nog zou afnemen, bijvoorbeeld doordat men minder gaat snoepen.

Tabel III geeft de gemiddelde aantallen proximale caviteiten per kind voor zeven longitudinaal gevolgd jaarklassen. Deze getallen wijken af van de eerder vermelde omdat in de nu getoonde getallen de gegevens ontbreken van die kinderen, die niet bij ieder onderzoek van hun groep aanwezig waren. In figuur 4 is van de uitkomsten voor de jaarklassen 1944, 1949 en 1954 een grafische voorstelling gegeven. De eerste twee zijn de oudste jaarklassen waarvan de getallen longitudinaal zijn berekend. De '44-ers waren gemiddeld 8½ jaar oud bij de aanvang van de fluoridering en een gering verschil valt hier reeds te constateren; de groep 1949, 3½ jaar oud in maart 1953, is de eerste groep die in zijn totaal vanaf het zevende jaar is gevolgd.

De Tielse groep is dan reeds dicht bij de minimum waarde die hij gaat bereiken. Van de groep 1954 mag worden verwacht dat hij het maximaal mogelijke effect vertoont van de fluoridering. Ook in deze figuur wordt het resultaat van de waterfluoridering duidelijk gedemonstreerd. De helling van de curven is een maat voor de cariëstoename. Wij zien, dat deze voor de Culemborgse in dezelfde orde van grootte ligt, maar dat deze in de jongste jaarklasse duidelijk steiler is. De oudste Tielse jaarklasse (1944) werd voor het eerst op 11-jarige leeftijd onderzocht. Deze kinderen had-

Tabel III. Longitudinaal onderzoek bij 14 groepen kinderen. Gem. aantal proximale caviteiten per kind in molaarstreek en bovenfront.

Leeftijd	Geboortejaar													
	1944		1949		1950		1951		1952		1953		1954	
	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T
7			0.0	0.1										
8			0.5	0.1			0.1	0.0			0.2	0.0	0.1	0.0
9			0.9	0.3			0.8	0.2	1.0	0.2	1.1	0.2	1.1	0.2
10			1.5	0.5										
11	2.1	2.4	2.1	0.7	2.0	0.8					2.8	0.7	3.1	0.5
12			3.1	1.0			4.5	1.1			4.2	0.9		
13	4.9	4.5	4.8	1.8	5.0	2.0			6.2	1.4	5.9	1.3	6.1	1.2
14			6.0	2.1			8.5	2.0					7.7	1.7
15	7.5	6.0	7.5	2.6	8.1	3.4			9.6	2.6	8.3	2.4	9.7	2.3

den toen twee jaar gefluorideerd water gebruikt en het gemiddelde aantal caviteiten kwam nog overeen met dat van de Culemborgse groepen. Bij deze groep is vanaf dat ogenblik echter de hellingshoek iets kleiner en dit zou op een lokale werking van het fluoride kunnen duiden.

De stijging in de Tielse curven voor de jaarklassen 1949 en 1954 is veel geringer en scheelt onderling zo weinig dat, zoals in de vorige alinea reeds werd opgemerkt, de minimale waarde in de eerste groep zelfs al bijna lijkt bereikt.

Voor de kinderen die in 1954 zijn geboren ligt de cariëstoename tussen 11 en 15 jaar voor Culemborg op gemiddeld 1,7 proximale caviteit per kind per jaar, voor Tiel op 0,4. Verderop in dit verslag worden voor de geboorteklasse 1954 de proximale caviteiten voor molaren en bovenfront separaat vermeld in tabel XII.

Pits en fissuren

Klinisch onderzoek is verricht bij kinderen, die geboren zijn in 1945, 1946, 1949, 1953 en 1954. Deze groepen zijn longitudinaal gevolgd en de resultaten van de beoordeling zijn in tabel IV weergegeven en in figuur 5, met uitzondering van jaarklasse 1946, in grafiek gebracht.

Als eerste valt hier op, dat het verschil in aantallen caviteiten tussen Culemborg en Tiel veel geringer is dan bij de proximale vlakken. Het effect van de fluoridetoevoeging is op deze plaatsen kennelijk minder. Uit de tabel valt af te leiden dat 15-jarige Tielse kinderen die in 1953 en 1954 geboren zijn respectievelijk 37% en 38% minder pit- en fissuurcaviteiten hebben dan de even oude Culemborgse kinderen.

De curven van de Culemborgers blijken onderling weinig te verschillen. Van een cariëstoename gedu-

Tabel IV. Gemiddeld aantal pit- en fissuurlaesies per kind voor molaren en premolaren. Longitudinaal onderzoek.

Leeftijd	Geboortejaar									
	1945		1946		1949		1953		1954	
	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T
7					2.2	1.6	3.4	1.2	3.2	1.4
8			4.3	3.1	4.4	3.0				
9	5.1	4.3			5.9	4.2	6.4	3.1	5.9	2.6
10			6.2	5.2	6.7	5.0				
11	6.8	6.1			7.8	6.0	8.5	4.7	7.8	4.1
12			9.7	7.6	10.0	7.5				
13	10.9	9.2			12.0	8.5	12.4	7.1	11.1	6.2
14			13.4	10.6	13.6	9.6				
15	13.8	12.2			15.1	10.9	14.5	9.2	13.8	8.5

Tabel V. Aantal pit- en fissuurlaesies per kind in de tweede molaar.

Leeftijd	Geboortejaar									
	1945		1946		1949		1953		1954	
	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T
11	0.4	0.4			0.5	0.3	0.8	0.3	0.6	0.3
12			1.7	0.9	1.9	0.9				
13	2.8	2.0			3.1	1.5	3.5	1.5	2.7	1.3
14			4.3	2.9	4.0	2.3				
15	4.6	3.9			5.0	3.1	4.9	2.8	4.5	2.6

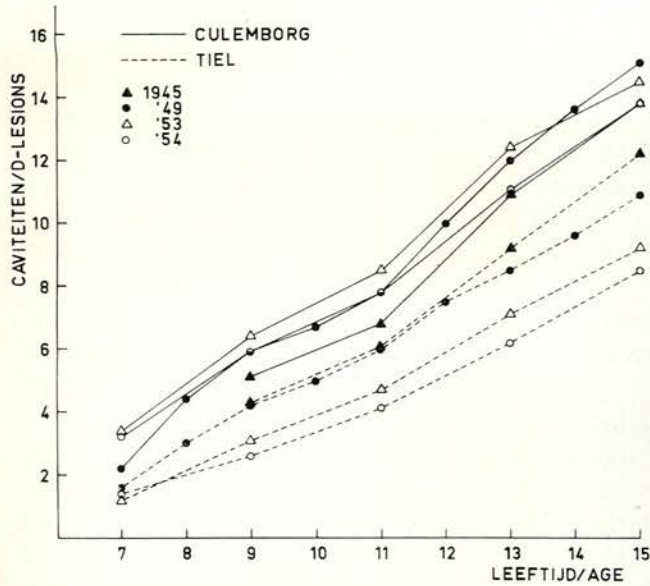


Fig. 5. Gemiddeld aantal pit- en fissuurcaviteiten per kind in molaren en premolaren in vier longitudinaal onderzochte jaarklassen.

rende het onderzoek, zoals bij de proximale cariës, is bij pit- en fissuurcariës geen sprake.

In Tiel liggen de curven van iedere later geboren jaarklasse beneden de curven van de oudere groepen; – in iedere later geboren groep is minder cariës ontstaan. Zelfs is er nog enig, zij het niet significant, verschil tussen de jaarklassen 1953 en 1954. Dit verschil kan door de toevallige samenstelling van de groepen bepaald zijn. Het is ook mogelijk dat fluoride tijdens de zwangerschap toch invloed uitoefent op het ontstaan van cariës in de pits en fissuren.

Om na te gaan hoe de verschillende elementen bijdragen in het totaal aantal caviteiten is tabel IV gesplitst in de tabellen V, VI en VII voor respectievelijk de tweede molaren, de eerste molaren en de premolaren. Voor de jaarklasse 1954 zijn deze getallen in figuur 6 uitgezet. In de eerste molaar vindt in Culem-

Tabel VI. Aantal pit- en fissuurlaesies per kind in de eerste molaar.

Leeftijd	Geboortejaar									
	1945		1946		1949		1953		1954	
	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T
7					2.2	1.6	3.4	1.2	3.1	1.4
8			4.3	3.1	4.3	3.0				
9	5.0	4.3			5.8	4.1	6.2	3.1	5.7	2.6
10			5.8	5.0	6.3	4.8				
11	6.0	5.2			6.5	5.3	6.7	4.2	6.6	3.7
12			6.6	6.0	6.8	5.9				
13	6.7	6.1			6.9	6.0	7.0	5.1	6.9	4.5
14			7.0	6.5	7.1	6.2				
15	7.1	6.5			7.1	6.3	7.1	5.5	7.0	4.9

Tabel VII. Aantal pit- en fissuurlaesies per kind in de premolaren.

Leeftijd	Geboortejaar									
	1945		1946		1949		1953		1954	
	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T
10			0.4	0.2	0.4	0.1				
11	0.4	0.5			0.7	0.3	1.0	0.2	0.6	0.2
12			1.3	0.7	1.3	0.7				
13	1.4	1.1			2.0	0.9	1.9	0.5	1.6	0.5
14			2.1	1.2	2.4	1.2				
15	2.1	1.8			3.0	1.5	2.5	0.9	2.3	1.0

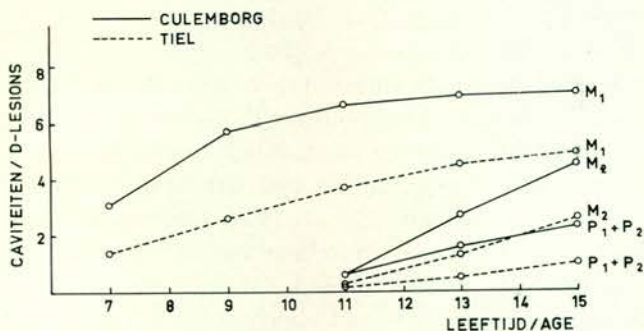


Fig. 6. Gemiddeld aantal pit- en fissuurcaviteiten per kind voor de tweede en eerste molaren en de premolaren afzonderlijk. Geboorteklasse 1954.

borg de sterkste toeneming van het aantal caviteiten voor het negende jaar plaats (zie grafiek). Daarna begint de curve af te vlakken en tussen 13 en 15 jaar ligt zij al vrijwel horizontaal. Zij heeft haar maximum dan nagenoeg bereikt. Het theoretisch maximum van de molaren is, bij de gebruikte methode van tellen, acht caviteiten. Daar echter ongeveer 30% van de ondermolaren geen buccale pit of fissuur hebben ligt het werkelijke maximum lager. Het blijkt dat in Tiel de caviteiten in een veel lager tempo ontstaan. De curve is hier niet zo steil maar begint na ongeveer het dertiende jaar ook af te vlakken. Wel ziet het er op dit moment naar uit dat deze curve een maximum heeft dat lager ligt dan het Culemborgse. De curven van caviteiten in de tweede molaren en de premolaren vertonen zowel in Tiel als in Culemborg in de eerste jaren na hun doorbraak een redelijke stijging, die in Culemborg sterker is dan in Tiel.

In tabel VI is te zien, dat de cariësgetallen van de eerste molaren van de groepen 1945 en 1946, die bij de aanvang van de fluoridering al waren doorgebroken, op 15-jarige leeftijd slechts een gering verschil ten gunste van Tiel vertonen. Dit kan het resultaat zijn van een lokale beïnvloeding. Ook de groep van 1949 vertoont slechts een gering verschil alhoewel de eerste molaren bij deze kinderen eerst ± 2 jaar na de aanvang van de fluoridering begonnen door te breken. Een werkelijk verschil treedt evenwel pas op bij de kinderen van de geboorteklassen 1953 en 1954. Hieruit kan men opmaken dat, voor een remmende werking op de vorming van pit- en fissuurcariës, de toediening van fluoriden in een zeer vroeg stadium van de glazuurvorming moet beginnen.

Uit de tabellen V, VI en VII blijkt dat de in 1954 geboren Tielse kinderen op 15-jarige leeftijd in hun

eerste molaren 30% minder caviteiten hebben, terwijl in de tweede molaren en premolaren deze percentages nog respectievelijk 42% en 56% zijn.

Voor de palatinale pits van de bovenfrontelementen is het aantal caviteiten voor drie onderzochte jaarklassen weergegeven in tabel VIII. De Tielse kinderen, geboren in 1949, 1953 en 1954, hebben op 15-jarige leeftijd respectievelijk 65%, 65% en 71% minder caviteiten dan de Culemborgse kinderen. De maximale reductie blijkt in de groep 1949, die ± 4 jaar oud was bij de aanvang van de fluoridering, al bijna bereikt. De voornaamste leverancier van caviteiten is de laterale incisief. De cuspidaten en centrale incisieven bieden door het vrijwel ontbreken van retentieplaatsen bijna geen mogelijkheid voor het ontstaan van cariës. Slechts 25% van deze elementen heeft een fissuur of pit op het palatinale vlak. In de laterale incisieven is dit bij $\pm 60%$ van de vlakken het geval.

Tabel VIII. Aantal palatinale caviteiten in het bovenfront per 100 kinderen.

Leeftijd	Geboorteklasse					
	1949		1953		1954	
	C	T	C	T	C	T
9			2.1	0.4	1.2	2.3
11			16.4	4.4	10.9	3.8
13	20.5	5.5	31.7	12.1	28.4	6.7
14	23.5	5.5				
15	29.0	10.0	35.6	12.5	31.7	9.3

Vrije gladde vlakken

Onder vrije gladde vlakken wordt het deel van de buccale en linguale vlakken langs de gingivale rand verstaan, waar geen fissuur of pit aanwezig is. Het onderzoek hiernaar is voor het eerst in 1957 geschied voor zover het de buccale vlakken betrof, terwijl in 1962 ook de linguale vlakken bij het onderzoek werden betrokken. De resultaten zijn in tabel IX weergegeven. Hieruit kan in de eerste plaats geconcludeerd worden dat het aantal buccale caviteiten in Culemborg van onderzoekjaar tot onderzoekjaar toeneemt; zelfs in sterkere mate dan bij de proximale laesies het geval is. Op 15-jarige leeftijd hebben de Culemborgse kinderen die in 1954 zijn geboren $\pm 62%$ meer buccale laesies dan de kinderen uit 1945. Het aantal linguale caviteiten op 15-jarige leeftijd is bij de in 1954 geboren kinde-

ren bijna verdubbeld vergeleken met de in 1949 geboren.

In Tiel is het aantal buccale caviteiten steeds lager bij de later geboren groepen; de jaarklassen 1953 en 1954 zijn gelijk. Tevens valt op dat de kinderen van de groep 1945, die dus reeds ± 8 jaar waren bij de aanvang van fluoridering, belangrijk minder laesies vertonen dan dezelfde jaarklasse van Culemborg. Op 13 en 15 jaar is dit verschil gelijk, 65%. De kinderen van de Tielse jaarklassen 1953 en 1954 vertonen beide 85% minder buccale caviteiten. Vooral uit de getallen van de groepen 1945 en 1946 valt op te maken dat waterfluoridering in belangrijke mate posteruptief op deze cariës een sterk remmende werking uitoefent (14). In figuur 7 is de grafiek gegeven van het totale aantal gingivale caviteiten (buccaal + linguaal). Deze verduidelijkt nogmaals het hierboven geschetste beeld. Ten slotte zij vermeld, dat op 15-jarige leeftijd de Tielse kinderen van 1945 72% minder gingivale laesies vertonen dan de Culemborgse. Dit verschil is voor de jaarklassen 1953 en 1954 ongeveer gelijk en ligt op 85%.

Proximale caviteiten in de onderfronttanden

In 1964 is voor het eerst onderzocht hoeveel cariës er in de proximale vlakken van de incisieven en de mesiale vlakken van de cuspidaten van het onderfront voorkwam. (Het distale vlak van de cuspidaten wordt,

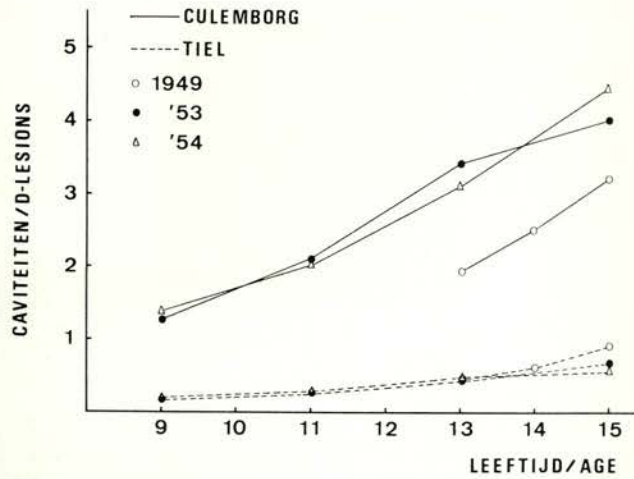


Fig. 7. Gemiddeld aantal gingivale caviteiten per kind van drie jaarklassen in Tiel en in Culemborg. Longitudinaal onderzoek.

daar dit meestal op de x-foto's voorkomt, altijd bij de molaarstreek beoordeeld.)

In tabel X zijn de getallen over deze onderfrontcaviteiten gegeven voor de 15-jarige kinderen die in 1953 en 1954 zijn geboren. Het percentage kinderen dat geen caviteit in het onderfront heeft is bijzonder groot; voor Culemborg en Tiel respectievelijk 75% en 98%. Voor beide geboorteklassen, 1953 en 1954 blijkt dat in Tiel ± 93% minder kinderen onderfrontcariës

Tabel IX. Aantal bucco-gingivale caviteiten per kind. Cursief het aantal linguale caviteiten per kind.

Leeftijd	Geboortejaar									
	1945		1946		1949		1953		1954	
	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T
7							0.42	0.04	0.45	0.05
8					0.36	0.11				
9					0.42	0.19	0.90	0.10	0.89	0.13
10							0.38	0.03	0.48	0.03
11					0.47	0.16	1.42	0.14	1.35	0.19
12			0.82	0.24	0.84	0.22	0.69	0.10	0.68	0.06
13	0.97	0.33			0.95	0.27	2.31	0.23	2.13	0.39
14					1.40	0.34	1.08	0.18	1.05	0.09
15			1.64	0.52	0.52	0.13	0.65	0.19	1.05	0.09
					1.83	0.42	0.65	0.19	1.05	0.09
	1.81	0.62			2.40	0.58	2.79	0.42	2.93	0.42
					0.81	0.31	1.24	0.25	1.50	0.12

Tabel X. Caviteiten in het onderfront (mes. 33 t/m mes. 43).

	1953		1954	
	C	T	C	T
Aantal kinderen	119	124	126	129
Aantal kinderen met caviteiten	28	2	31	2
Aantal caviteiten	112	4	126	7
Caviteiten per kind	0.9	0.03	1.0	0.05

hebben dan in Culemborg, waarbij de Tielse kinderen respectievelijk 97% en 95% minder laesies vertonen.

Extracties

Bij de aanvang van het onderzoek lagen de aantallen extracties in Tiel en Culemborg op vrijwel gelijke hoogte. In de loop van de laatste tien jaar is er echter een groot verschil ontstaan, hetgeen, zoals reeds is opgemerkt, een probleem is gaan vormen voor de evaluering van het fluoride-effect. Doordat in Culemborg meer extracties werden verricht dan in Tiel, is het effect, dat uiteindelijk wordt gevonden, kleiner dan het zonder extracties waarschijnlijk zou zijn geweest.

In tabel XI is het aantal extracties per 100 kinderen gegeven voor de op 15-jarige leeftijd onderzochte groepen en tevens het percentage verschil ten opzichte van Culemborg. Bij de in 1953 en in 1954 geboren groepen is nagegaan hoeveel van de extracties het gevolg waren van cariës (cursieve getallen) en hoeveel elementen om orthodontische of traumatische redenen zijn geëxtraheerd (tussen haakjes). De som van deze getallen is vergelijkbaar met de getallen van de voorgaande jaren. Bij de kinderen, die in 1968 15 jaar werden, zijn in Cu-

lemborg 163 cariësextracties verricht tegen 9 in Tiel; bij de groep die in 1969 15 jaar werd, zijn de aantallen respectievelijk 150 en 19. Het percentage minder cariësextracties in Tiel is voor de eerste groep dus 94% en voor de tweede groep 87%.

Bij het nagaan waarom elementen zijn geëxtraheerd bleek, dat met het geëxtraheerde element gemiddeld 2,4 caviteiten verdwenen.

In Tiel worden ongeveer 50% meer elementen om orthodontische redenen geëxtraheerd dan in Culemborg. Dit was te verwachten, daar door een geringer aantal cariësextracties er in Tiel meer ruimtegebrek zal optreden.

Overzicht van de jaarklasse 1954 op 15-jarige leeftijd

In tabel XII is een overzicht gegeven van de aantallen cariëslaesies bij 15-jarige kinderen in Culemborg en Tiel. Bovendien zijn telkens de verschillen tussen Culemborg en Tiel in aantallen caviteiten en in percentages weergegeven. Hiervoor zijn de gegevens genomen van alle in 1969 onderzochte kinderen, die in 1954 zijn geboren. In deze getallen zijn geen correcties voor de extracties aangebracht; en daar deze getallen niet uitsluitend betrekking hebben op de longitudinaal gevolgde kinderen zijn zij niet geheel gelijk aan de eerder in deze publikatie genoemde cijfers.

In dit overzicht komt duidelijk naar voren dat cariës in de pits en fissuren minder wordt geremd dan op andere plaatsen. Toch zijn er in Tiel op 15-jarige leeftijd nog altijd gemiddeld bijna vier aantastingen per kind minder op deze plaatsen dan in Culemborg. Bij de palatinale pits in de bovenfrontelementen is het aantal laesies tot op minder dan de helft teruggefallen. Hun aantal is echter zo klein, dat zij het totale resultaat weinig beïnvloeden.

Tabel XI. Extracties per 100 kinderen bij 15-jarigen. Voor 1968 en 1969 verdeeld in cariësextracties (cursief) en extracties om orthodontische of traumatische redenen (...).

	Onderzoekjaar													
	1952	1953	1955	1956	1957	1959	1960	1961	1963	1964	1965	1967	1968	1969
Culemborg	89	94	123	127	136	115	114	135	119	116	96	141	<i>163</i> (+20)	<i>150</i> (+18)
Tiel	83	85	134	130	116	134	82	86	58	67	42	61	<i>9</i> (+30)	<i>19</i> (+30)
% minder in Tiel	-20	12	-9	-2	15	-17	28	36	51	42	56	57	79	71

Tabel XII. Caviteiten en extracties per 100 kinderen. Geboorteklasse 1954; gem, 15 jaar oud.

Regionen	Culemborg	Tiel	minder in Tiel	% minder
Pits en fiss. molaarstreek	1175	813	362	31
Palat. pits bovenfront	29	12	17	58
Totaal pit + fiss.	1204	825	379	31
Proximaal onderfront	104	10	94	90
Proximaal bovenfront	241	51	190	79
Proximaal molaarstreek	664	191	473	71
Totaal proximaal	1009	252	757	75
Vrije gladde vlakken	362	51	311	86
Totaal aantal caviteiten	2575	1128	1447	56
Extracties (cariës)	155	23	132	85
Extracties (orthod.)	18	30		

Dit is eveneens het geval met de proximale cariës in de onderfrontsnijtanden. Hier is het verschil bijna één caviteit per kind, hetgeen overeenkomt met een cariësvermindering van 90%. Uit andere gegevens blijkt, dat ook het aantal kinderen met proximale laesies in het onderfront veel minder is. Voor Tiel zijn dit twee van de 100 kinderen; voor Culemborg 22. Eveneens een grote cariësvermindering vertonen de proximale vlakken van de bovensnjtanden, en wel 79% of bijna 2 caviteiten per kind. Dat getal ligt voor de proximale vlakken van de molaarstreek procentueel iets lager. Alhoewel het aantal caviteiten per kind bijna vijf minder is, is het percentageverschil 71. Het is mogelijk, dat de lokale opname van F'-ionen door de proximale vlakken van de frontelementen groter is dan die van de molaren en premolaren.

Zeker voor het grootste gedeelte veroorzaakt door lokale werking van het gefluorideerde water is de remming op het cariësontstaan langs de gingivale randen. Tegen zeven caviteiten in Culemborg is er één in Tiel; anders gezegd, Tielse kinderen hebben in deze lokatie 86% minder caviteiten dan Culemborgse kinderen.

Bij beschouwing van het totaal aantal carieuze laesies, ziet men dat er in Tiel per kind ruim 14 vlakken (56%) minder zijn aangetast dan in Culemborg. Het is duidelijk dat caviteiten in pits en fissuren d.w.z. de afwijkingen, die bij de behandeling de minste moeilijkheden veroorzaken, het resultaat sterk beïnvloeden. Zij geven voor Tiel slechts een vermindering van 31% te zien ten opzichte van Culemborg. Uit behandelingsoogpunt is het daarom prettig, dat die caviteiten die een ingewikkelder aanpak vragen bij een restauratie, dus de proximale en gingivale caviteiten samen, een vermindering van 78% te zien geven.

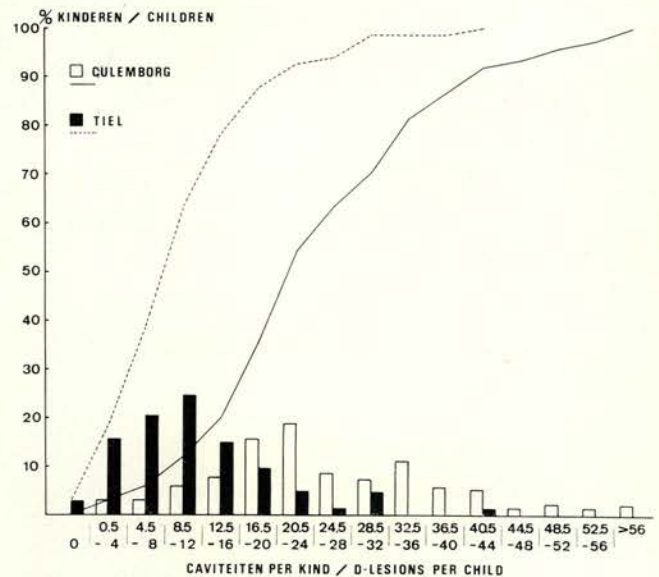


Fig. 8. Frequentieverdeling van de caviteiten en hun frequentie cumulatief bij in 1954 geboren kinderen op 15-jarige leeftijd.

In Culemborg blijken, voor zover het extracties betreft die wegens cariës zijn verricht, per honderd kinderen 132 elementen meer te zijn verwijderd dan in Tiel. Past men op het totale aantal caviteiten een voorzichtige correctie toe van twee caviteiten per extractie, dan blijkt dat Tiel ten opzichte van Culemborg \pm 60% minder caviteiten heeft.

Ten slotte is in figuur 8 voor deze groep de frequentieverdeling van de caviteiten over de kinderen gegeven. De kolommen geven het percentage kinderen aan met een bepaald aantal caviteiten. Ook hier is een dui-

delijke verschuiving ten gunste van Tiel en men ziet dat kinderen met een extreem hoog aantal laesies in Tiel vrijwel niet voorkomen.

Verder is in deze figuur de frequentie cumulatief aangegeven, waaruit blijkt dat in Tiel slechts de helft van de kinderen meer dan tien caviteiten en/of vulingen heeft, terwijl dit aantal in Culemborg 90% van het totaal is. De mediaan van Culemborg ligt op 23 caviteiten. Slechts een tiende van de Tielse kinderen komt hier bovenuit. De middengroep met ± 10 tot ± 23 caviteiten bevat in beide steden 40% van het totale aantal. In Tiel zit deze groep echter boven de mediaan, terwijl zij in Culemborg onder de mediaan ligt. Ter verduidelijking van hetgeen is betoogd geeft tabel XIII voor deze kinderen het aantal caviteiten voor de mediaan en het eerste en laatste deciel.

Tabel XIII. Frequentieverdeling van caviteiten over de kinderen geboren in 1954. De mediaan en eerste en laatste deciel.

	D10 10%	D50 50%	D90 90%
Culemborg	11	23	42
Tiel	2	10	22

Samenvatting:

Na 6½ jaar fluorideren van het leidingwater wordt de staat waarin de gebitten van de Tielse kinderen van 11 t/m 15 jaar verkeren, wat betreft het tandbederf, vergeleken met die van een vergelijkbare groep kinderen in de niet-gefluorideerde stad Culemborg. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in: cariës op de proximale vlakken van het bovenfront en van de molaarstreek in onder- en bovenkaak; cariës van de pits en fissuren; cariës in de vrije gladde vlakken en cariës in de proximale vlakken van het onderfront. In de loop van het onderzoek is gebleken, dat in de controlestad het aantal caviteiten in de vrije gladde vlakken zeer sterk is opgelopen. Bij kinderen van 15 jaar was voor de buccale vlakken deze toename $\pm 60\%$. In mindere mate geldt dit ook voor de caviteiten in de proximale vlakken ($\pm 35\%$). In de pits en fissuren is geen toename van de cariësactiviteit waargenomen.

In Tiel is het aantal caviteiten in al deze lokaties afgenomen. De cariësremmende werking is vooral zeer sterk op de vrije gladde vlakken. Bij 15-jarigen in Tiel zijn op deze plaats 85% minder caviteiten dan in Culemborg. Hierbij dient opgemerkt te worden dat dit voor het grootste gedeelte een posteruptief effect is. Ook in het onderfront is het verschil tussen Tiel en Culemborg zeer groot; althans procentueel (90%). Verder is het aantal proximale caviteiten in de molaarstreek en het bovenfront in Tiel 75% minder dan in Culemborg,

terwijl het aantal laesies in de palatinale vlakken van het bovenfront $\pm 60\%$ minder is. In de pits en fissuren van de molaarstreek is de cariësremmende werking kleiner; $\pm 30\%$ minder caviteiten in Tiel dan in Culemborg. Voor deze cariës is het vooral nodig dat fluoride in een zeer vroeg stadium van de ontwikkeling aanwezig is. Van een effect van fluoride-opname door aanstaande moeders is vrijwel niets waar te nemen.

Het overzicht van de groep in 1954 geboren 15-jarigen geeft een duidelijk beeld van de toestand zoals deze zich op die leeftijd voordoet bij kinderen die vanaf de geboorte gefluorideerd water hebben genuttigd. Zij hebben $\pm 60\%$ minder caviteiten.

Om uit te maken in hoeverre deze verbetering doorzet tot op hogere leeftijd zal in de toekomst onderzoek bij ouderen moeten worden gedaan.

Het is uit de gegeven cijfers wel duidelijk, dat toevoeging van fluoride aan drinkwater tot aanzienlijk gezondere gebitten leidt.

Summary:

Title: Artificial fluoridation of drinking water.

In this paper the results on dental decay are given after 16½ years of artificial fluoridation of drinking water. Groups of children in Tiel, where the drinking water has been fluoridated up to 1 ppm since March 1953, are compared with children of the same age living in the control town of Culemborg.

Special attention has been given to the 15-year-old children born in 1954. In Tiel these children have consumed fluoridated water all their lives. In this group there were 31% fewer pit and fissure cavities in Tiel; for the proximal and gingival lesions the percentages were 75 and 86 respectively. In this age group in Tiel there were also 85% fewer extractions.

Overall, fifteen-year-old Tiel children have about 60% fewer cavities when compared with children of the same age in Culemborg.

In the course of this year this article will be published in full length in English in the international edition of the Dutch Dental Journal.

De medewerking van Leni Bauer en Mieke Oskam bij het verzamelen en bewerken van de gegevens voor deze publikatie is zeer gewaardeerd.

Literatuur:

1. *Rapport Gezondheidsraad* (1960): Cariespreventie met fluoriden.
2. *Backer Dirks, O., Kwant, G. W., Houwink, B.* (1961): Fluoridetoevoeging aan drinkwater. Resultaten van het onderzoek Tiel-Culemborg. Tandcariës van de proximale vlakken. Tijdschr. v. Tandheelk. 68: 851-863.
3. *Backer Dirks, O., Houwink, B., Kwant, G. W.* (1963): Fluoridetoevoeging aan drinkwater II. Resultaat van het onderzoek Tiel-Culemborg. Tandcariës van pits en fissuren. Tijdschr. v. Tandheelk. 70: 415-432.
4. *Kwant, G. W., Houwink, B., Backer Dirks, O., Bauer, L.* (1969): Fluoridetoevoeging aan drinkwater III. Resultaten van het onderzoek Tiel-Culemborg na 13½ jaar. Tijdschr. v. Tandheelk. 76: 281-302.

5. *Rapport Gezondheidsraad* (1970): Advies inzake de medisch-toxicologische en tandheelkundige aspecten van het fluorideren van drinkwater.
6. *Barr, J. H.* (1949): Some characteristics of caries on the proximal surfaces of teeth. *J. Dent. Res.* 28: 466-482.
7. *Doyl, J., Horowitz, H. S.* (1970): Influence of extracted teeth on D.M.F. surface increments in clinical trials of caries preventives. *J. Dent. Res.* 49: 1417-1422.
8. *Backer Dirks, O., Amerongen A. J. van, Winkler, K. C.* (1953): Cariësonderzoek III. Een reproduceerbare methode voor de cariësbepaling. *Tijdschr. v. Tandheelk.* 60: 869-881.
9. *Backer Dirks, O., Kwant, G. W.* (1954): A reproducible method for cariesevaluation. *Tijdschr. v. Tandheelk.* 61: 891-904.
10. *Houwink, B.* (1963): Tandsteen bij kinderen. (Academisch proefschrift.)
11. *Backer Dirks, O., Kwant, G. W., Klaassen, C. B.* (1957): A reproducible method for cariesevaluation V. Pit and fissurecariës of molars and premolars. *Tijdschr. v. Tandheelk.* 64: 77-85.
12. *Backer Dirks, O.* (1966): Posteruptive changes in dental enamel. *J. Dent. Res.* 45: 503-511.
13. *Barr, J. H. et al.* (1957): Incidence of caries at different locations on the teeth. *J. Dent. Res.* 36: 537-545.
14. *Backer Dirks, O.* (1967): The relation between the fluoridation of water and dental caries experience. *Int. Dent. J.* 17: 582-605.

Catharijnesingel 59,
Utrecht.

DE INTERACTIE VAN FORMALDEHYDE MET EIWITTEN EN ANDERE BIOLOGISCHE MATERIALEN

*Uit het laboratorium voor Materia Technica
van de Rijksuniversiteit te
Groningen.
Hoofd: Prof. Dr. J. Arends.*

BEHANDELING VAN NON-VITAAL PULPAWEEFSEL, EEN NIEUWE BENADERING

E. J. 's-GRAVENMADE

Inleiding

Bij gebitselementen met een necrotische kanaalinhoud vindt voortdurend penetratie van toxische stoffen – die ontstaan door activiteit van micro-organismen – en wefselafbraakprodukten plaats via het foramen apicale, laterale kanalen en ramificaties in het peri-apicale weefsel. Deze stoffen kunnen aanleiding geven tot peri-apicale ontstekingen. Strikt genomen zou dus al het necrotische weefsel verwijderd moeten worden. Dit is echter niet mogelijk in verband met accessorische kanalen en ramificaties. Om deze reden is getracht een middel te vinden om het necrotische weefsel dat mechanisch niet kan worden verwijderd, onschadelijk te maken. Er bestaat een omvangrijke literatuur over deze behandeling; onder andere Buckley (1905) en in ons land De Boer (1966) hebben het formocresol hiervoor aanbevolen. Formocresol is een mengsel van gelijke delen formaline en meta-cresol (ook wordt tricresol gebruikt, een mengsel van ortho-, meta- en para-cresol). Het formaline is een 35%-ige oplossing van formaldehyde in water en zou behalve het doden van micro-organismen tevens de functie hebben, toxische stoffen om te zetten in minder

schadelijke produkten (Wijk, 1971). Het cresol heeft behalve goede desinfecterende eigenschappen het belangrijke voordeel met formaldehyde een halfacetaat te vormen, waardoor de reactiviteit van formaldehyde wordt gereduceerd. Doordat penetratie van een desinfectans in het dentine van het element mogelijk is en uit treden via het tandwortelcement niet uitgesloten kan worden (Hampson en Atkinson, 1964), is het evident dat een toegepast desinfectans niet schadelijk mag zijn voor de peri-apicale weefsels. Overmatig gebruik van formaldehyde moet dan ook om deze reden worden afgeraden (Wesley, 1970).

De meeste endodontische technieken zijn, alvorens een hermetisch sluitende kanaalvulling aan te brengen, gericht op het elimineren van bacteriën (Seltzer, 1971; Lamers en The, 1970). Nauwelijks wordt aandacht geschonken aan de belangrijkste eigenschap van formaline: de reacties van dit preparaat met non-vitaal pulpaweefsel. Hierdoor ontstaan uit eiwitten metabolisch inerte produkten, die als voedingsbodem voor micro-organismen uiterst ongeschikt zijn. Het formaldehyde dient dan ook