

POST ACADEMIAM

HET GEBRUIK VAN XERORADIOGRAFIE IN DE TANDHEELKUNDE

A. S. H. DUINKERKE

J. H. C. HENDRIKS, radioloog*)

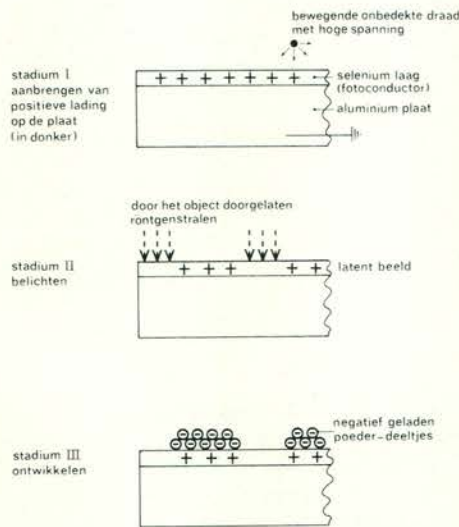
Trefwoorden: Röntgenologie – Xeroradiografie

Xeroradiografie kan worden vergeleken met de werkwijze in de zogenaamde droge kopieerapparaten, waarin een elektrostatisch geladen plaat met behulp van licht wordt geactiveerd en met poeder bestrooid. Hierna wordt het poederbeeld op papier afgedrukt (xerografie). Bij de xeroradiografie worden in dit proces röntgenstralen gebruikt in plaats van licht. Het Griekse woord xeros betekent: droog.

Het xerografische proces is in 1937 ontdekt door Chester F. Carlson. In 1952 werd het xerografische proces voor het eerst voor medisch gebruik toegepast op het Albany Medical College in New York. Aanvankelijk werden er vooral orthopedische röntgenopnamen mee gemaakt, maar later vooral ook opnamen van de borst (xeromammografie). Bijvoorbeeld bij beenfracturen met gips eromheen kan op dergelijke opnamen de plaats van de metalen pen en de fractuur goed worden beoordeeld. Dit is bij normale röntgenfoto's niet mogelijk, doordat de calcium-ionen in het gips zo veel röntgenstralen absorberen dat op de röntgenfoto het bot met onvoldoende contrast wordt afgebeeld. Het grote voordeel van het xerografische proces in de mammografie is de uitstekende weergave van de weke delen en het relatief grote contrast tussen normale weefsels en tumoren (O'Mara et al., 1967; Wolfe, 1968). Sinds enige jaren wordt de xeroradiografie ook in de tandheelkunde in toenemende mate toegepast, vooral in de kaakchirurgie en de orthodontie.

Het xeroradiografische proces

Bij de xeroradiografie wordt geen röntgenfilm gebruikt, maar in plaats daarvan een aluminiumplaat met aan één zijde een dunne laag glasachtig selenium. Deze laag werkt als fotoconductor, dat wil zeggen dat het selenium stroom geleidt op plaatsen waar er licht of röntgenstralen op vallen. De xeroradiografische plaat bevindt zich in een cassette om te voorkomen dat er licht op de plaat valt of dat het oppervlak van de plaat beschadigd zou kunnen worden.



Afb. 1. De drie stadia in het xeroradiografische proces. (Naar: Wolfe, 1972; Rawls en Owen, 1972.)

Het eerste stadium in het xeroradiografische proces (afb. 1) bestaat uit het aanbrengen van een positieve elektrostatische lading op het oppervlak van de fotoconductor. Hiertoe wordt in het donker gedurende ongeveer 10 seconden een dunne draad, waarop een spanning staat van 7 tot 10 kV gelijkstroom, over de plaat bewogen. De positief geladen lucht-ionen die daarbij ontstaan veroorzaken op het seleniumoppervlak van de plaat een potentiaal van 1 tot 1,6 kV.

Samenvatting:

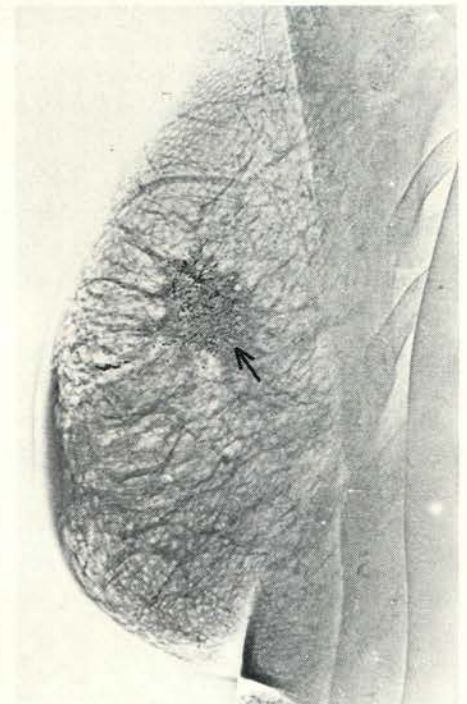
Het principe van de xeroradiografie, evenals de toepassingen ervan in de tandheelkunde, worden besproken en met behulp van een aantal afbeeldingen verduidelijkt. Uit de beschrijving van de voor- en nadelen van xeroradiografie in vergelijking met gewone röntgenfoto's kan worden geconcludeerd dat xeroradiografie in een aantal gevallen de voorkeur verdient.

Hierna wordt de geladen plaat in de cassette geschoven. Vervolgens wordt de cassette met de geladen plaat op dezelfde manier belicht als een röntgenfilm. De door het object (de patiënt) doorgelaten röntgenstralen veroorzaken op het seleniumoppervlak van de plaat een plaatselijke ontlading die evenredig is met de hoeveelheid röntgenstralen. Op deze wijze ontstaat een oppervlaktepatroon van elektrostatische ladingen op de plaat, dat beschouwd kan worden als het latente beeld, het zogenaamde ghost image (tweede stadium, afb. 1). Dit beeld wordt zichtbaar gemaakt in een afgesloten kamer waarin een fijn verdeeld blauw gekleurd negatief geladen poeder wordt gespoten. Het poeder vormt op de plaat een beeld (derde stadium, afb. 1), dat op papier of plastic moet worden overgebracht om een blijvende afbeelding te verkrijgen. Door middel van druk of met behulp van een achter het papier aangebrachte lading wordt het papier nu tegen de plaat geperst. Door het geheel vervolgens te verhitten wordt het poeder tegen het papier aangesmolten. Bij gebruik van plastic vellen smelt het poeder in het oppervlak van het vel (Wolfe, 1972). Meestal wordt papier gebruikt met een laagje plastic, waar het poeder bij verhitting in smelt.

Op de plaat blijft veelal enig poeder achter en dit wordt eraf geborsteld. Het seleniumoppervlak kan op dat moment nog het elektrostatische beeld van de foto bevatten. Daarom wordt de fotoconductor nog gedurende 30 sec. tot ongeveer 135° C verhit. Deze plaat is dan weer beschikbaar voor een volgende opname.

* Afdeling Radiodiagnostiek (hoofd: Prof. Dr. Wm. H. A. M. Penn), St. Radboudziekenhuis, Katholieke Universiteit Nijmegen.

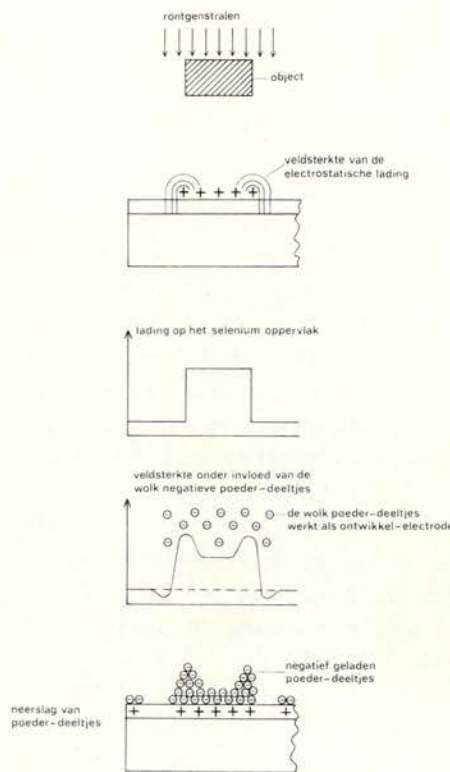
Afb. 2. Een röntgenfoto (links) en een xeroradiogram (rechts) van de borst van dezelfde patiënt. Opmerkelijk is, dat bij de maligne tumor de calcificaties en 'sinaasappel'-huid in de borst (bij de pijl) op het xeroradiogram veel duidelijker kunnen worden gezien dan op de röntgenfoto.



Kenmerken van de positieve xeroradiografische afbeelding

De positieve xeroradiografische afbeelding is in tegenstelling tot de röntgenfoto een positieve afbeelding. Dit betekent, dat structuren die veel röntgenstralen absorberen relatief zwart worden afgebeeld. Dit wordt in afb. 2 geïllustreerd met een röntgenfoto en een xeroradiogram van de borst. Op de röntgenfoto zijn de dichtere gedeelten van de borst lichter afgebeeld. Op het xeromammogram zijn deze gedeelten donkerder, omdat ter plaatse meer poeder op de seleniumplaat wordt afgezet door de geringere ontlading van de plaat. Aangezien het poeder een blauwe kleur heeft zijn deze gedeelten dus dieper blauw tegen de witte achtergrond van het papier.

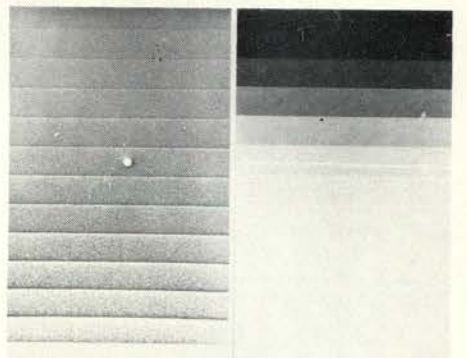
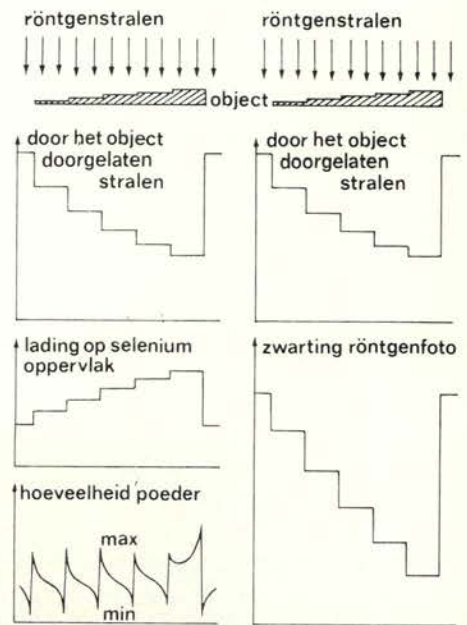
In de xeroradiografie wordt de overgang tussen twee gebieden met verschillend röntgenstralen absorberend vermogen weergegeven door een donkere lijn. Dit zogenaamde edge-effect (ook wel poeder-diefstal genoemd) ontstaat doordat de elektrostatisch positief geladen velden op de seleniumplaat op een dergelijke overgang het sterkst zijn (afb. 3). De grootte van het edge-effect is evenredig met het verschil in röntgenstralen absorberend vermogen van de aan elkaar grenzende structuren en bovendien evenredig met de mate van abruptheid van deze overgang (Wolfe, 1972). Dit verschijnsel kan goed worden geïllustreerd met behulp van opnamen van een aluminiumtrap (afb. 4). Het edge-effect is in een aantal gevallen zo groot, dat onder andere de sterkte van de lading op de seleniumplaat moet worden veranderd om de weergave van grote gebieden met hetzelfde röntgenstralen absorberend vermogen te verbeteren en het edge-effect te verminderen.



Afb. 3. Het edge-effect (ook wel poeder-diefstal genoemd) bij xeroradiografie. (Naar: Wolfe, 1972; Rawls en Owen, 1972.)

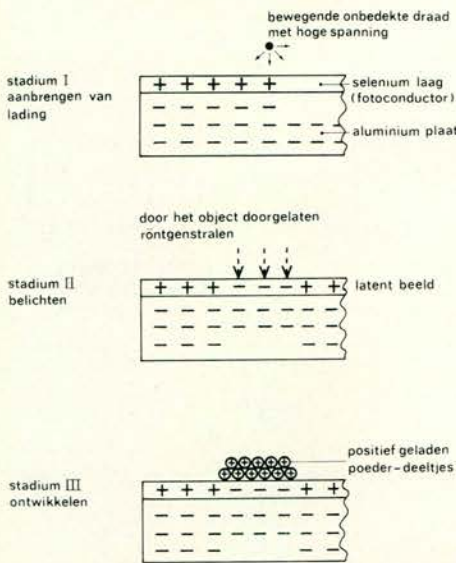
De negatieve xeroradiografische afbeelding

De röntgenfoto vertoont veel gelijkennis met de negatieve xeroradiografische afbeelding. Dit laatste type opname wordt verkregen door de aluminiumplaat onder het seleniumopper-



Afb. 4. De grootte van het edge-effect onder invloed van verschillen in röntgenstralen absorberend vermogen van het object en de abruptheid van de overgangen. (Naar: Schertel e.a., 1976.)

vlak een sterk negatieve lading te geven. Vervolgens wordt op het seleniumoppervlak weer een positieve lading aangebracht, die onder invloed van röntgenstralen plaatselijk verdwijnt (tweede stadium, afb. 5). Nu worden positief geladen poederdeeltjes gebruikt om het latente beeld te 'ontwikkelen'. Op plaatsen waar veel röntgenstralen het seleniumoppervlak hebben getroffen is het oppervlak (door de sterk negatieve lading van de aluminiumplaat) relatief sterker negatief geladen dan op de rest van het oppervlak. De relatief sterk negatieve delen van de plaat trekken meer positieve poederdeeltjes aan dan de rest van de plaat. Dit leidt tot het negatieve xeroradiogram.



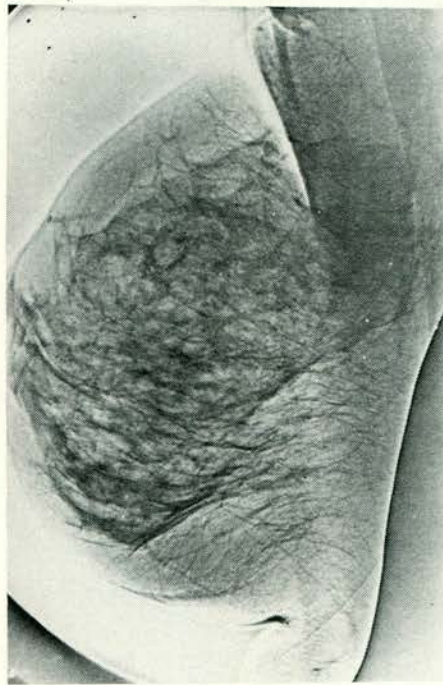
Afb. 5. De drie stadia voor het verkrijgen van een negatief xeroradiografisch beeld.

De verschillen in afbeelding tussen de röntgenfoto en het xeroradiogram zijn weergegeven in tabel I. Uit deze tabel zou de indruk verkregen kunnen worden, dat het negatieve xeroradiogram een blauwe röntgenfoto is.

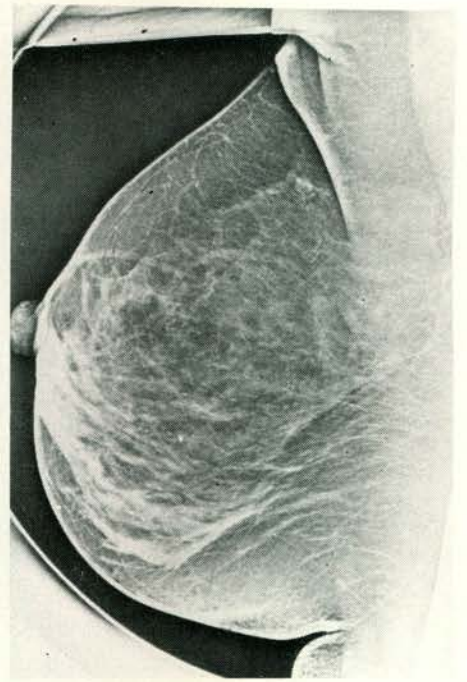
Tabel I. De verschillen in afbeelding tussen de röntgenfoto en het negatieve en positieve xeroradiogram. (Naar: Wolfe, 1972.)

	Röntgenfoto	Positief xeroradiogram	Negatief xeroradiogram
Structuren buiten de röntgenbundel	Wit (blanco)	Donkerblauw	Wit
Lucht rondom het object	Zwart	Wit	Donkerblauw
Delen van de patiënt:			
bot	Wit (blanco)	Donkerblauw	Wit
bindweefsel	Lichtgrijs	Middelblauw	Lichtblauw
bloedvaten	Lichtgrijs	Middelblauw	Lichtblauw
epitheel	Lichtgrijs	Middelblauw	Lichtblauw
vet	Donkergrijs	Lichtblauw	Donkerblauw

Er is echter een belangrijk verschil: ook het negatieve xeroradiogram vertoont het hiervoor reeds besproken edge-effect (zie afb. 6).



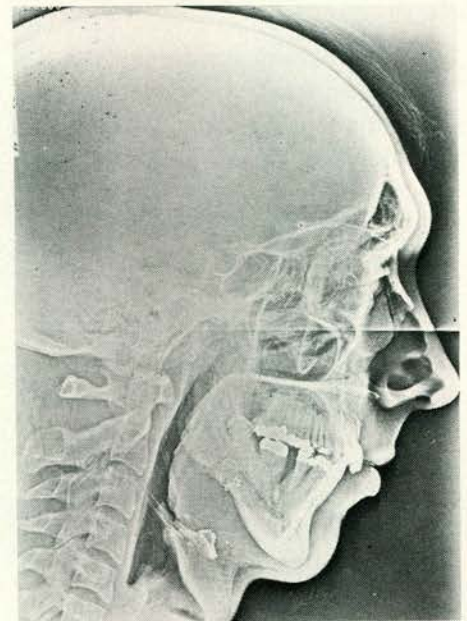
Afb. 6. Een positief (links) en een negatief (rechts) xeroradiogram van de borst.



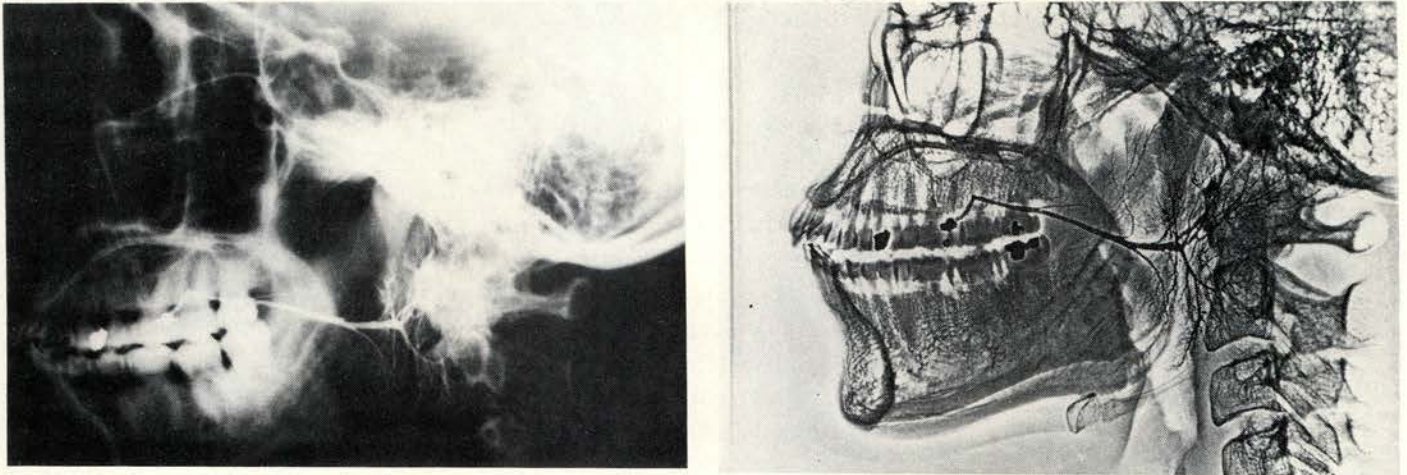
Xeroradiografie in de orthodontie

Op plaatsen waar xeroradiografische ontwikkelapparatuur beschikbaar is worden de cefalometrische analyses veelal bij voorkeur uitgevoerd op negatieve xeroradiogrammen (afb. 7). Er wordt dan gesproken over xerocefalometrie. Daarbij is de goede weergave van zowel de weke delen als de benige structuren het belangrijkste voordeel van het gebruik van xeroradiografie. Daarnaast wordt de mogelijkheid om de cefalometrische analyse direct op het xeroradiogram te kunnen uitvoeren, in plaats van indirect op een tracing van een röntgenfoto, als een belangrijk voordeel beschouwd (Schriver et al., 1975). De voorkeur voor het negatieve type xeroradiogram in plaats van het positieve type wordt in de literatuur niet verklaard. Een reden voor het maken van een negatief xeroradiogram zou de ongeveer 30% lagere dosis in vergelijking met het positieve xeroradiogram kunnen zijn.

Er wordt dan gesproken over xerocefalometrie. Daarbij is de goede weergave van zowel de weke delen als de benige structuren het belangrijkste voordeel van het gebruik van xeroradiografie. Daarnaast wordt de mogelijkheid om de cefalometrische analyse direct op het xeroradiogram te kunnen uitvoeren, in plaats van indirect op een tracing van een röntgenfoto, als een belangrijk voordeel beschouwd (Schriver et al., 1975). De voorkeur voor het negatieve type xeroradiogram in plaats van het positieve type wordt in de literatuur niet verklaard. Een reden voor het maken van een negatief xeroradiogram zou de ongeveer 30% lagere dosis in vergelijking met het positieve xeroradiogram kunnen zijn.



Afb. 7. Een negatief xeroradiogram van een profielopname bij een patiënt met een corrigerende osteotomie van de mandibula (zie afbeelding van de metalen draad). Let erop dat ook het hoofdhaar wordt afgebeeld.



Afb. 8. Een röntgenfoto (links) en een positief xeroradiogram (rechts) met een sialogram bij dezelfde patiënt.

Xeroradiografie in de kaakchirurgie

In de kaakchirurgie is het edge-effect van xeroradiografische opnamen het belangrijkste voordeel van deze techniek (Olson e.a., 1976). Dit wordt duidelijk geïllustreerd in afb. 7. Bij het beoordelen van een prognose kan op het xeroradiogram de contour van de weke delen van het gezicht goed worden beoordeeld in relatie met de stand van de incisieven en de positie van de processus alveolaris. Ook de weke delen in de mond, zoals het zachte verhemelte, de tongbasis en de plaats en vorm van de farynx en epiglottis zijn duidelijk te zien.

Door het edge-effect is het xeroradiogram vooral ook bij het maken van sialogrammen erg nuttig (afb. 8). De met contrast-vloeistof gevulde distale acini worden zeer duidelijk afgebeeld, ondanks de projectie van andere structuren hier overheen. Dit maakt het mogelijk zeer kleine afwijkingen in de speekselklieren op te sporen.

De xeroradiografie maakt het mogelijk om lichaamsvreemde voorwerpen die vrijwel geen röntgenstralen absorberen, zoals bijvoorbeeld een tijdens een ongeval doorgeslikte gebroken gebitsprothese, op te sporen. Dit is met behulp van de gebruikelijke röntgenfoto's vrijwel niet mogelijk. Dit geldt ook voor andere voorwerpen van hout, plastic, grafiet of rubber (afb. 9).



Afb. 9. Een negatief xeroradiogram van een cyste ter plaatse van de sinus maxillaris, waarbij de cyste gevuld is met een positief (of röntgenstralen absorberend) contrastmiddel.

De dosis bij gebruik van xeroradiografie

In het algemeen geldt, dat bij de xeroradiografie meer röntgenstralen nodig zijn om een afbeelding te verkrijgen, dan bij het gebruik van een gevoelige röntgenfilm in een cassette met versterkingsschermen. Door de grote belichtingsspeelruimte bij de xeroradiografie is het moeilijk om de minimaal nodige dosis voor het maken van een opname met beide opnametechnieken en gebruik van dezelfde projectie (bijvoorbeeld een laterale kaakopname) te vergelijken. Daarom wisselen de resultaten van vergelijkende metingen in de literatuur sterk.

In het algemeen geldt echter dat bij verhoging van de buisspanning (kV) van het röntgenapparaat (veelal tot 120 kV) de dosis, die de patiënt ontvangt, afneemt en dat ook het verschil tussen xeroradiografie en röntgenfoto's afneemt. Daarnaast worden bij xeroradiogrammen geen strooistralenrasters gebruikt, waardoor minder röntgenstralen nodig zijn. Ook dit resulteert in een lagere dosis. Bovendien wordt het doordringend vermogen van de röntgenstralen nog verhoogd door vergroting van de totale filterwaarde (zoals bij Davis et al. (1977) van 1,8 mm Al naar 4,8 mm Al), hetgeen opnieuw de dosis verlaagt. Door al deze maatregelen komen Binnie et al. (1975) voor xeroradiogrammen van laterale schedelfoto's tot een huiddosis van 100 mR en voor gewone röntgenfoto's tot een huiddosis van 92 mR. Bij Davis et al. (1977) zijn deze getallen resp. 82 mR en 88 mR.

Ook op de afdeling Radiologie van de Katholieke Universiteit te Nijmegen is een aantal metingen verricht met behulp van thermoluminescentiedosimeters (TLD's) om de problematiek van de dosis bij het maken van xeroradiogrammen beter te kunnen beoordelen. Bij de mammografie bleek de dosis af te nemen van 8 rad (Kodak Defenix röntgenfilm) naar 0,3 rad (Kodak Min-R röntgenfilm) door het gevoeligste type film te kiezen. Bij de xeromammografie nam de dosis (bij 45 kV) af van 2 rad naar 1 rad door het toevoegen van 2 mm Al-fil-

ter in de röntgenbundel. Soortgelijke resultaten werden gevonden bij de metingen van laterale profielopnamen van de schedel. Ook hier was de stralenbelasting van xeroradiogrammen aanvankelijk drie tot vijf keer groter dan die van normale röntgenfoto's. Door echter een extra aluminiumfilter toe te voegen en het strooi-stralenraster te verwijderen, kon de dosis worden verlaagd tot die bij een 'normale' röntgenfilm, te weten: 0,05 tot 0,1 rad.

Voordelen van de xeroradiografie

In het bovenstaande is reeds een aantal voordelen van de xeroradiografie besproken. Er moet echter worden geconcludeerd dat deze techniek in de tandheelkunde nog relatief weinig wordt toegepast. Daarom lijkt het gewenst de voor- en nadelen van de xeroradiografie nog eens bij elkaar te plaatsen. Tot de voordelen behoren volgens Rawls en Owen (1972):

1. *De 'film' wordt tijdens de opslag niet meer belicht.* De lichtintensiteit die nodig is om de met selenium bedekte plaat te 'belichten' is relatief groot en bovendien kan deze voor gebruik worden schoongeveegd, evenals tussen twee opnamen in.

2. *Beter oplossend vermogen bij structuren met een scherpe begrenzing.* Dit ontstaat door het zogenaamde edge-effect. Door het toegenomen contrast ter plaatse van de begrenzing van structuren (edge-effect) en daarmee het oplossend vermogen en de beeldkwaliteit, kunnen meer details op de foto worden waargenomen.

3. *Structuren met een sterk verschillend röntgenstralen absorberend vermogen kunnen op één foto worden beoordeeld.* Dit geldt in het bijzonder voor de weke delen, afwijkingen in de botstructuur, aanwezigheid van tumoren en corpora aliena.

4. *De eenvoud bij het interpreteren.* Het xeroradiografische beeld kan worden vastgelegd op doorzichtige plastic vellen of op gewoon papier. In het laatste geval is voor de interpretatie geen lichtbak nodig. Bovendien behoeft de hoeveelheid licht in de kamer, waar de opnamen worden

geïnterpreteerd, niet te worden verminderd.

5. *Grotere belichtingsspeelruimte.* Grote verschillen in de gebruikte belichtingstijd bij een hoge buisspanning (120 kV) van het röntgenapparaat resulteren in slechts geringe verschillen in beeldkwaliteit. Dit betekent dat de kans, dat een opname wegens onjuiste belichting moet worden overgemaakt, zeer gering is. Dit geldt niet voor opnamen bij een lage buisspanning (45-50 kV).

6. *De eenvoud en de snelheid bij het 'ontwikkelen' van de opnamen.* Aangezien het ontwikkelproces vrijwel identiek verloopt aan dat van droge kopieermachines, is hiervoor geen speciale opleiding nodig. Bovendien is het hele ontwikkelproces binnen 1 minuut klaar. In speciale ontwikkelmachines bedraagt de ontwikkeltijd voor röntgenfoto's 90 sec., maar bij het 'met de hand' ontwikkelen is dit meer dan 10 minuten.

7. *Vermindering van de stralenbelasting van patiënten.*

Door de betere kwaliteit van de opnamen en door de mogelijkheid sterk verschillende structuren op één foto goed af te beelden behoeven minder opnamen te worden gemaakt en worden ook minder foto's overgemaakt wegens 'onvoldoende' kwaliteit. In de toekomst zal de gevoeligheid van de xeroradiografische plaat die van de röntgenfilm wellicht overtreffen.

8. *Geen strooi-stralen-raster nodig* wegens geringe gevoeligheid voor strooi-stralen, waardoor minder röntgenstralen nodig zijn, dus lagere dosis.

9. *Milieu-vriendelijk:* geen zilver nodig en ook worden geen chemicaliën of water gebruikt voor het ontwikkelen, fixeren en spoelen (Lopez, 1976).

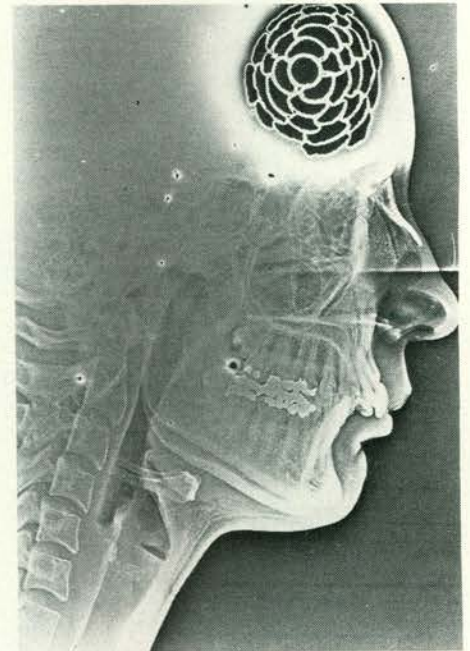
Nadelen van de xeroradiografie

1. *De verpakking van de xeroradiografische plaat.* Aangezien de beeldweergave berust op de plaatselijke aan- en afwezigheid van elektrostatische lading, moet worden gezorgd dat hierin geen veranderingen ontstaan tussen opname en ontwikkelen. De hiervoor nodige cassette is groot

en zwaar en bovendien kan het vochtige milieu in de mond een belangrijk probleem vormen voor het ontwerpen van een intra-orale xeroradiografische techniek.

2. *Technische problemen.* De hoeveelheid röntgenstralen die nodig is voor de beeldvorming is recht evenredig met de dikte van de seleniumlaag op de xeroradiografische plaat. Bij een dikkere seleniumlaag neemt de gevoeligheid toe, doordat de kans op interactie tussen de röntgenstralen en de fotoconductor, het selenium, toeneemt.

3. *De zwakheid van de fotoconductor.* Op de seleniumlaag kunnen gemakkelijk krassen ontstaan. Door druk op het selenium ontstaan kenmerkende artefacten (zie afb. 10).



Afb. 10. Een negatief xeroradiogram met een druk-artefact ter plaatse van het voorhoofd.

4. *De fotoconductor houdt het beeld slechts tijdelijk vast.* Daarom moet de opname zo spoedig mogelijk (binnen ongeveer 1 uur) 'ontwikkeld' worden.

5. *Minder gevoelig dan röntgenfilms,* zeker wanneer deze worden gebruikt in cassettes met versterkingsschermen. Dit is het belangrijkste nadeel.

6. *De grootte en kostbaarheid* van de speciale ontwikkelapparatuur.

Toekomstig gebruik van xeroradiografie

De tandartsen zijn gewend geraakt

om op röntgenfoto's alleen de benige structuren te beoordelen. De weke delen van bijvoorbeeld het parodontium worden zelden op grond van het röntgenbeeld geëvalueerd. Dit lijkt bij gebruik van xeroradiografie wel mogelijk. Door het edge-effect worden ook de gebitselementen en vooral de wortels, de pulpakamer en de wortelkanalen duidelijker afgebeeld. Dit zou in de toekomst volgens Rawls en Owen (1972) het vroeger opsporen van proximale cariës, het kritisch evalueren van zowel benige als weke delen van het parodontium en in het bijzonder van pockets, het nauwkeuriger beoordelen van de kwaliteit van pijlerelementen, het beter evalueren van periapicale afwijkingen voor en na endodontische behandelingen en het beoordelen van edentate kaken wat betreft de kwaliteit van het bot en de dikte van de bedekkende muco-

sa mogelijk maken. Daarnaast worden met behulp van de xeroradiografie betere sialogrammen verkregen en wordt het maken van een cefalometrische analyse eenvoudiger.

Summary:

Title: The use of xeroradiography in dentistry. The theory of the xerographic process and its application in xeroradiography are explained. The advantages and disadvantages of xeroradiography in dentistry are discussed.

Literatuur:

1. Binnie, W. H., Stacey, A. J., Davis, R., Cawson, R. A. (1975): Applications of xeroradiography in dentistry. *J Dent* 3: 99-104.
2. Davis, R., Binnie, W. H., Cawson, R. A., Reed, R. T., Stacey, A. J. (1977): The role of xeroradiography in cephalometric radiology. *J Dent* 5: 32-38.
3. Lopez, J. (1976): Xeroradiography in dentistry. *J. Am Dent Assoc* 92: 106-110.
4. Olson, D. J., Guralnick, W., Kalisher, L.,

Donoff, R. B. (1976): The application of xeroradiography in oral surgery. *J Oral Surg* 34: 438-441.

5. O'Mara, R. E., Ruzicka, F. F., Osborne, A., Connel, J. (1967): Xeromammography and film mammography: completion of a comparative study. *Radiology* 88: 1121-1126.
6. Rawls, H. R., Owen, W. D. (1972): The dental prognosis for xeroradiography. *Oral Surg* 33: 476-480.
7. Schertel, L., Puppe, D., Schnepfer, E., Witt, H., Zum Winkel, K. (1976): Atlas der Xeroradiographie. München, Urban und Schwarzenberg. Pp. 1-16.
8. Schriver, W. R., Swintak, E. F., Darlak, J. D. (1975): Xerocephalography. *Oral Surg* 40: 705-708.
9. Wolfe, J. N. (1968): Xeroradiography of the breast. *Radiology* 91: 231-240.
10. Wolfe, J. N. (1972): Xeroradiography of the breast. Springfield, Ill., Charles C. Thomas, Publisher. Pp. 3-12.

Juni 1977. Adres: Dr. A. S. H. Duinkerke, Ant. Deusinglaan 1, Groningen.

VOEDING EN TANDCARIËS

OVERZICHT VAN DE VOORNAAMSTE FEITEN AAN DE HAND VAN EEN SELECTIE UIT DE LITERATUUR

F. A. TOORS

*Uit de vakgroep Preventieve en Sociale tandheelkunde van de Vrije Universiteit te Amsterdam.
Voorzitter: Prof. Dr. B. Houwink.*

Trefwoorden: Preventieve tandheelkunde – Voeding – Cariës

Voeding en tandcariës

In geschriften uit de Griekse oudheid vinden we reeds waarschuwingen dat het eten van zoete en kleverige vijgen tot tandbederf kan leiden (Aristoteles' school). Aan het eind van de vorige eeuw formuleerde Miller (1890) zijn chemo-parasitaire theorie, die het ontstaan van cariës in verband bracht met de mondmicro-organismen en de voeding. Men beschikte toen nog niet over de middelen en technieken om deze theorie experimenteel te toetsen. Toen in de twintiger en dertiger jaren de voor de algemene gezondheid zo belangrijke vitamines werden ontdekt is door velen geloof gehecht aan theorieën die het ontstaan van cariës in verband brachten met het ontbreken van deze

micronutriënten in de voeding. Een belangrijke stap betekende de ontdekking van Stephan dat de zuurgraad van bacterie-plaque in caviteiten lager is dan die van plaque elders in de mond (1938).

Twee jaar later liet hij zien dat onder toediening van suiker de zuurgraad van de bacterie-plaque snel toeneemt (1940). De aanwezigheid van micro-organismen als voorwaarde voor het ontstaan van cariës werd door Orland aangetoond met behulp van kiemvrije en gnotobiotische besmette ratten (1954). Door hun werk werd de juistheid van Millers theorieën definitief bevestigd en het onderzoek naar de lokale werkings-mechanismen van de cariogenese geïntensiveerd. In onderstaand literatuuro-

Samenvatting:

Een overzicht wordt gegeven van de relatie tussen voeding en tandcariës aan de hand van epidemiologisch-, dier- en klinisch onderzoek. Methoden ter meting van de zuurproductie uit suikers, zetmelen en andere sacchariden in vitro en in vivo, evenals meetuitkomsten worden besproken.

Factoren in de mondholte en eigenschappen van het voedingsmiddel welke van invloed zijn op de zuurvorming respectievelijk de cariogenese worden beschreven.

De toepassingen van suikervervangingsmiddelen en -additieven om de cariogeniteit van tussendoortjes te neutraliseren respectievelijk te verminderen worden samengevat.

verzicht wordt aan de hand van een selectie uit de vele literatuur de relatie tussen de voeding en tandcariës uiteengezet. Allereerst bewijzen hiervoor zoals deze uit epidemiologisch onderzoek, dierproeven en een twaalf menselijke experimenten naar voren komen. Vervolgens uitkomsten van onderzoek naar de rol van verschillende koolhydraten. Dan een bespreking van de factoren welke samen met de voeding invloed kunnen