

*Uit de afdeling Tandheelkundige Röntgenologie van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.*

*Hoofd: A. C. M. van de Poel.*

## ENKELE VEREENVOUDIGINGEN IN DE DONKERE KAMER-TECHNIEK

A. C. M. VAN DE POEL

Alleen van een optimale röntgenfoto is de diagnostische waarde maximaal. Om tot een goede opname te komen dient een juiste opnametechniek te worden toegepast. Daarnaast is een goede donkere kamer-techniek van bijzonder veel belang. Er zijn ten aanzien van deze laatste enkele recente ontwikkelingen te melden, die hieronder nader zullen worden besproken.

Bij het normale ontwikkelprocedé wordt gebruikgemaakt van tenminste twee oplossingen.

**A. De ontwikkelvloeistof.** Deze bestaat uit een alkalische oplossing waarin alleen de aan röntgenstralen blootgestelde zilverhalogeenkristallen van de film worden omgezet in metallisch zilver.

Nadat de film is ontwikkeld, bevatten de film en de hanger ontwikkelvloeistof; daarom moet de film vervolgens worden gespoeld in schoon water. Hierbij worden de ontwikkelchemicaliën van de film en de hanger verwijderd, zodat zij bij de erna volgende bewerkingen de toegepaste materialen niet kunnen verontreinigen.

**B. De fixatievloeistof** is een zure oplossing waarin de niet aan de röntgenstralen blootgestelde zilverhalogeenkristallen worden omgezet in een oplosbare verbinding, waardoor deze kristallen uit de emulsie van de film verdwijnen. Dit bad maakt de film helder en ongevoelig voor straling en licht. Het zwarte zilverbeeld dat door het ontwikkelbad is neergeslagen wordt zodoende goed zichtbaar.

Vervolgens moet de film goed worden gespoeld om de gebruikte chemicaliën te verwijderen, daar anders op den duur het beeld kan vervagen en verkleuren. Om een goed contact van de film met de diverse vloeistoffen te bevorderen is het gewenst de vloeistoffen en de film ten opzichte van elkaar te bewegen (agitatie) gedurende het ontwikkelen en het fixeren.

Tenslotte wordt de film in een stofvrije omgeving gedroogd. Het gehele ontwikkel- en fixeerproces is enigszins tijdrovend; het moet zeer nauwkeurig in een vrijwel donkere ruimte worden uitgevoerd. Er wordt daarom al lang naar vereenvoudigingen gezocht. Twee hieruit voortgekomen ontwikkelingen zijn het „monobad” en de zogenaamde „daglicht”-films.

### *Het monobad*

Het idee om het ontwikkelen en het fixeren te combineren in één bad is reeds in 1889 door W. D. Richmond gepubliceerd; met de conventionele chemische oplossingen was dit echter niet zonder meer mogelijk. Sinds september 1969 is

er echter een „monobad” \*) in de handel, dat beide bovenbeschreven functies in één bad verenigt.

De beeldkwaliteit van de film wordt in sterke mate bepaald door de chemische samenstelling van de ontwikkelaar en de omstandigheden waaronder wordt ontwikkeld (tijd, temperatuur, met of zonder agitatie). Om hierover nader geïnformeerd te worden, werd een vergelijkend onderzoek ingesteld naar de resultaten van de conventionele methode van ontwikkelen en die met het monobad.

Voor het onderzoek werd het volgende materiaal toegepast:

1. De Kodak DF 57 „Ultra-Speed” film (zonder agitatie), ontwikkeld bij 20° C gedurende 4 minuten in de normale ontwikkelaar Kodak DX 80.
2. De Kodak DF 57 „Ultra-Speed” film, ontwikkeld bij 20° C zonder agitatie in het monobad\*), met als afwerk-tijd de tijd die nodig is om de film geheel helder en transparant te laten worden.

In navolging van de fabrikant van het „monobad” wordt van „afwerktijd” gesproken, omdat beide processen, ontwikkelen en fixeren, in één bad tegelijkertijd plaatshebben. De door ons gevonden tijd van 6–8 minuten – afhankelijk van de tijd en de temperatuur die de vloeistof reeds in gebruik is – wijkt sterk af van de 3,5 minuut die door de fabrikant wordt opgegeven. Deze korte afwerktijd is alleen met agitatie te bereiken, bijvoorbeeld door de film van tijd tot tijd door de vloeistof te bewegen.

Alle materialen werden op de gebruikelijke wijze uit de handel betrokken. De toegepaste films werden identiek belicht en waren steeds van dezelfde charge.

Vergeleken werden:

- a. *De korrelgrootte.* Hoe kleiner de korrels en hoe regelmatig deze verdeeld zijn over het filmoppervlak des te beter is de beeldkwaliteit: (afb. 1a links) een grovere korrelstructuur geeft namelijk een grotere randonscherpte (afb. 1a rechts).
- b. *De sluiswaarde.* Deze wordt bepaald door de zwarting van de film, te meten op die plaatsen, welke relatief weinig of geen straling ontvangen hebben. De zwarting van de film wordt in een getal weergegeven. Dit getal is gelijk aan de decimale logaritme van de verhouding van de hoeveelheden op de film vallend licht ( $I_0$ ) en het daarvan doorgelaten deel ( $I_d$ ).

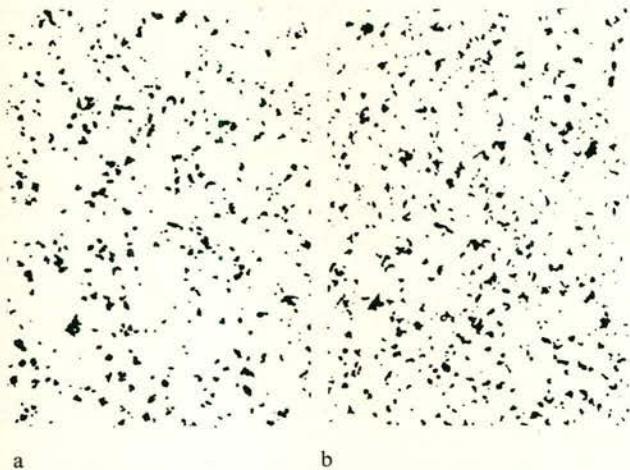
$$\text{Zwarting} = {}^{10}\log. \frac{I_0}{I_d}. \text{ De zwarting bepaalt of de film}$$

helder en transparant aandoet. Hoe lager deze waarde is, des te transparanter is de film ter plaatse van de meting. De sluiswaarde werd gemeten op een door een 2 mm dik loden plaatje beschermd gedeelte van de belichte film.

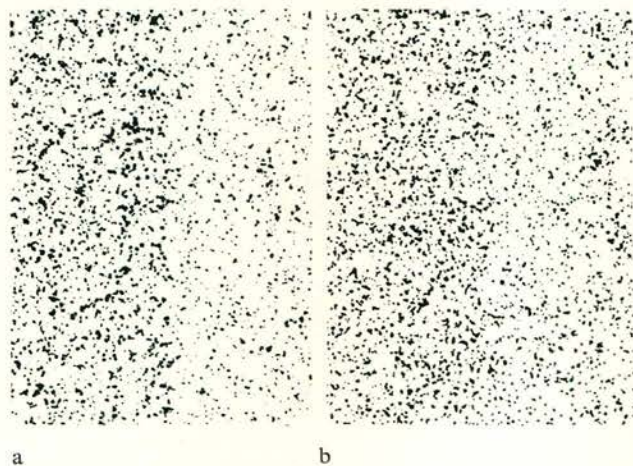
- c. *Het contrast.* Dit is het verschil in zwarting tussen twee punten op de film, die verschillende hoeveelheden straling hebben ontvangen. Het contrast is afhankelijk van de helling van de zwartingscurve; hoe steiler de curve

\*) Dental X-ray Monobath (Kodak N.V. Nederland, Den Haag).





Afb. 1. Verschil in grootte en structuur van de korrel (links) en de randonscherpte (rechts) van identiek belichte Kodak Ultra-Speed films (DF 57).

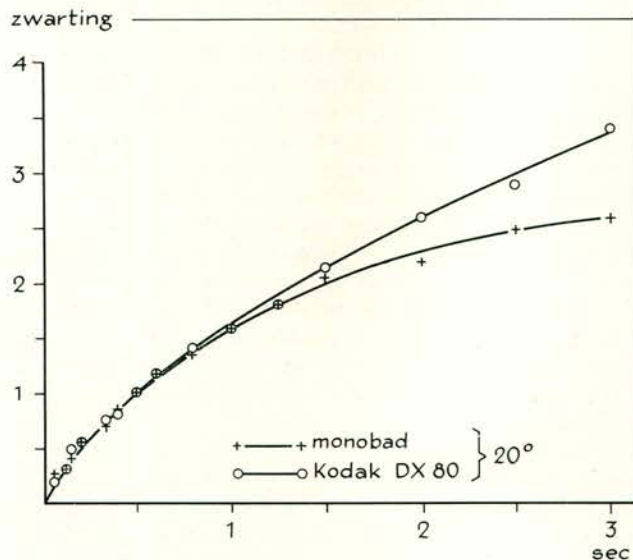


a. Ontwikkeld gedurende 4 minuten bij 20° C in de Kodak DX 80.  
b. Afgewerkt bij 20° C in het Kodak Dental X-ray Monobath.

hoe gevoeliger de film en des te groter het contrast. De zwartingscurve geeft het verband aan tussen de hoeveelheid straling en de daardoor ontstane zwarting (afb. 2).

Tabel I. Sluierwaarde en korrelgrootte.

Film	Kodak DF 57	Ultra-Speed
Ontwikkelaar	Kodak DX 80 4 min.	„monobad” afwerkijd 6-8 minuten
Fixeer	Kodak FX 40 10 min.	6-8 minuten
Temperatuur	20° C	20° C
Sluierwaarde	0,2	0,2
Korrelgrootte	als norm gebruikt afb. 1a links	afb. 1b rechts



Afb. 2. Zwartingscurven van de Kodak Ultra-Speed film bij 20° C.  
+ Kodak Dental X-ray Monobath.  
o normale ontwikkelaar Kodak DX 80, ontwikkeltijd 4 minuten.

De resultaten van ons onderzoek wezen uit dat het verschil tussen de korrelgroottes niet groot was. De korrelstructuur van de film uit het monobad was wel wat onregelmatiger (afb. 1a en b links). De randonscherpte op deze film is door beide factoren dan ook wat groter (afb. 1b rechts), het verschil is echter gering.

Vervolgens werden beide zwartingscurven bepaald (afb. 2). De curve van de film, afgewerkt in het monobad, bereikte ook bij langere belichtingstijden een minder hoge zwarting dan die van de film, ontwikkeld volgens het normale procédé. Dit wil zeggen dat de film uit het monobad minder gevoelig is. Voor wat het contrast betreft betekent dit tevens dat dit in de donkere partijen van de film wat geringer is. Dit blijkt ook uit tabel II. Hierin zijn de zwaar-

tingswaarden weergegeven, gemeten op opnamen van een aluminiumtrapje. Dit trapje verloopt in dikte van 0 tot 4 mm met stappen van telkens 0,5 mm en vervolgens van 4 tot 10 mm met stappen van 1 mm. Het gedeelte van 0 tot 4 mm wordt gezien als een substituuat voor de weke delen van een patiënt. Het gebied van 4 tot 10 mm dikte wordt representatief geacht voor de harde weefsels (bot, tandbeen, glazuur) (Updegrave).

Tabel II. Zwartingen, gemeten op röntgenopnamen van een aluminiumtrapje.

Dikte Al in mm	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10
Monobad (20° C)	2.9	2.7	2.6	2.5	2.3	2.1	2.0	1.7	1.5	1.3	1.2	1	0.9	0.8
Normale procédé (20° C)	3.4	3.2	3.0	2.7	2.4	2.2	2.0	1.7	1.5	1.3	1.2	1	0.9	0.8

Het contrast is groot genoeg; ook bijvoorbeeld voor cariësdiagnostiek waar een behoorlijk contrast in de harde delen (5–8 mm Al) gewenst is.

De in het begin gestelde vragen zijn hiermee beantwoord. Er is echter nog een aantal aspecten van het monobad, dat hier ook zal worden besproken.

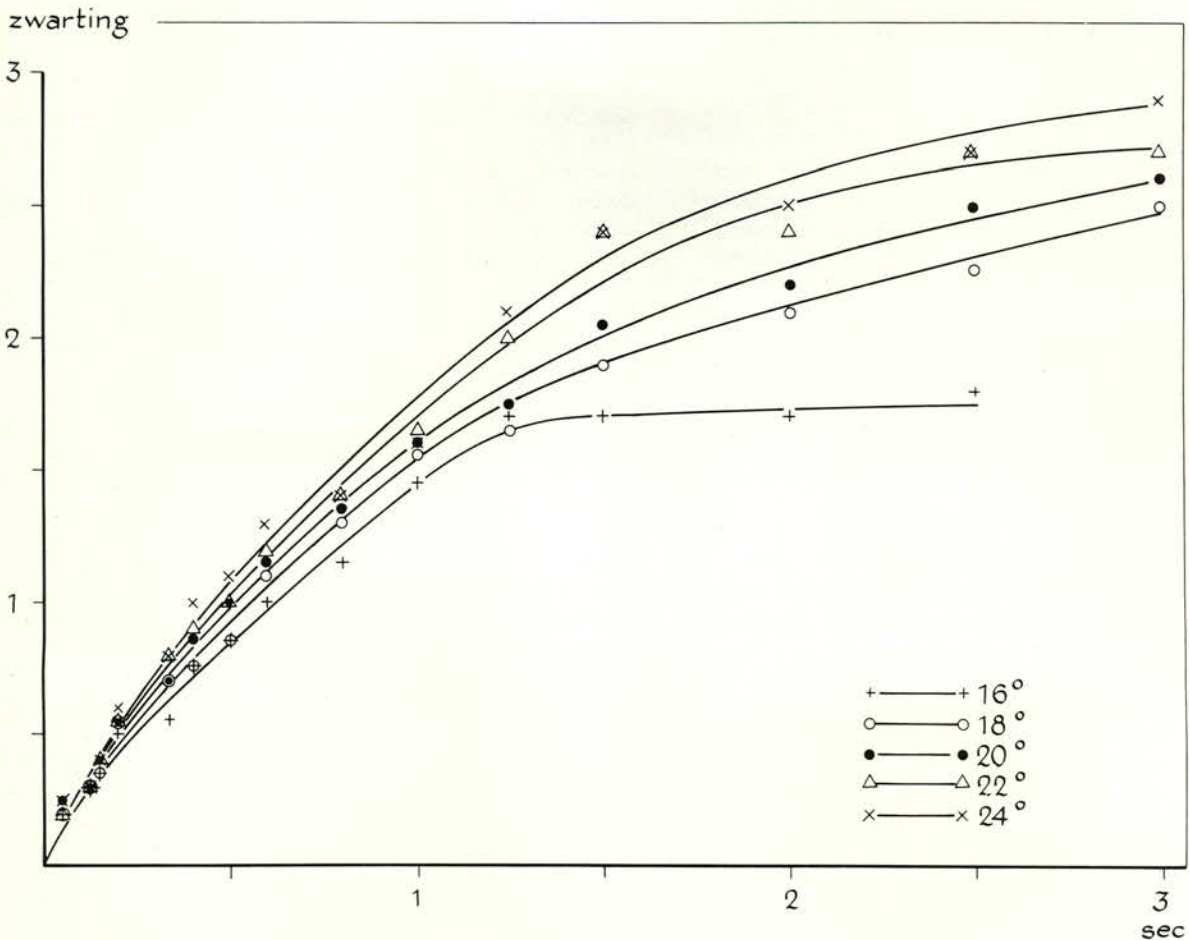
Daar de invloed van de temperatuur op de werking van de ontwikkelaar het grootst is, werden ook zwartingscurven gemaakt bij verschillende temperaturen van het monobad (afb. 3); bovendien werd de sluiswaarde gemeten. (Tabel III.)

Tabel III. Sluiswaarde bij verschillende temperaturen van het monobad.

Temperatuur	16°	18°	20°	22°	24°
Sluiswaarde	0.20	0.20	0.21	0.21	0.23

De sluiswaarde bleef vrijwel gelijk. Onder de 18° C nam de werking van de ontwikkelcomponent in het monobad sterk af.

## KODAK MONOBAD



Afb. 3. Zwartingscurven van de Kodak Ultra-Speed film afgewerkt bij verschillende temperaturen van het monobad.



Bij het stijgen van de temperatuur van 18° tot 24° C nam de zwarting toe, maar het verschil tussen deze curves was niet groot (maximaal 0.4).

De vloeistof wordt geleverd in flacons van 500 cc. Dit is voldoende om er 100 tandfilms van 3 x 4 cm in af te werken. In de goed gesloten verpakking, ook al is deze aangebroken, is het monobad (volgens de gebruiksaanwijzing) twee maanden houdbaar. Gezien deze korte bewaartijd is het aangeven van de verloopdatum door de fabrikant noodzakelijk. De houdbaarheid van de vloeistof in de afwerk-tank is twee weken; deze tijd kan belangrijk worden verlengd (tot één maand) met behulp van een goed in de tank passend drijfdaksel van een zodanige dikte, dat de bovenzijde van dit deksel ruim boven het vloeistofniveau blijft uitsteken. De zuurstof uit de lucht kan dan het bad vrijwel niet oxyderen. Na het gebruik van het bad moet het deksel weer zo snel mogelijk op de vloeistof worden gelegd. De opname kan niet eerder bekeken worden of de film moet helder zijn; het ontwikkelproces is dan geheel afgelopen. Het gevolg is dat nooit te lang of te kort ontwikkeld kan worden. Beide processen (ontwikkelen en fixeren) vinden immers gelijktijdig plaats. Voor archiefdoeleinden moet de afwerk-tijd worden verdubbeld (12-16 minuten) om de film geheel uit te fixeren. Hierna dient 30 minuten te worden gespoeld in stromend water. Vervolgens wordt de opname gedroogd.

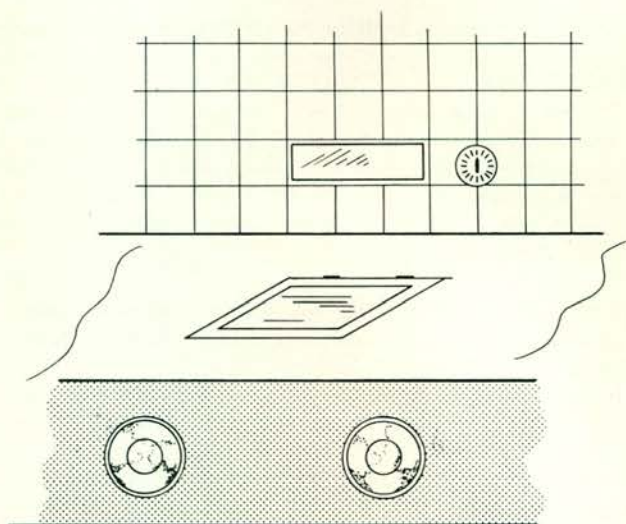
#### Conclusie

Een voordeel van het monobad is, dat in tegenstelling tot het gebruikelijke ontwikkelprocedé slechts met één vloeistof wordt gewerkt. Bovendien is op het moment dat de film bekeken kan worden, het ontwikkelproces geheel afgelopen, de opname wordt daardoor altijd op dezelfde wijze ontwikkeld. De temperatuurgevoeligheid van het bad is tussen de 18°-24° C niet erg groot. Het monobad kan dus zonder thermostaat bij de normale kamertemperatuur, mits deze constant is, gebruikt worden. Van de door ons onderzochte korrelgrootte, zwartingscurven en het contrast bleek de korrelgrootte bij het monobadprocedé wat ongunstiger te liggen; de zwartingscurve lag wat lager.

#### De „daglicht“-film

Een daglicht-film is een film, die gedurende een bepaalde tijd aan de normale kamerverlichting (dag- of kunstlicht) kan worden blootgesteld. Men zou daardoor geen donkere kamer of dergelijke hulpmiddelen nodig hebben. De Defilux<sup>\*)</sup>-film is volgens de fabrikant een daglicht-film. In de gebruiksaanwijzing staat aangegeven dat deze film 30 seconden aan het normale licht kan worden blootgesteld voordat er een sluiering optreedt.

Om dit na te gaan werd bij verschillende lichtniveaus de zogenaamde veilige tijd bepaald. Dit is de helft van de langste belichtingstijd die nog geen zichtbare zwarting vertoont ten opzichte van het onbelichte gedeelte van de film. Bij 100 lux was deze voor de Defilux-films 4 seconden. De lichtsterkte van een redelijk verlichte praktijkkamer is in



Afb. 4. Een eenvoudige oplossing voor het vervangen van de donkere kamer. Een rode plexiglasplaat die scharnierend is ingelaten in een werkblad. De lichtdichte manchetten zijn aan de voorzijde onder het blad aangebracht.

de donkere gedeelten altijd nog rond de 300 lux. Bovendien is het onmogelijk om in 4 seconden één film uit te pakken, in een rekje te plaatsen, dit rekje in de ontwikkel-tank te plaatsen en tenslotte dit bakje met een deksel af te sluiten. De Defilux-film kan daarom niet als daglicht-film worden gekwalificeerd.

Wil men zonder donkere kamer kunnen werken, dan is dit mogelijk met behulp van de zogenaamde handmof. Hierin kan de tandfilm worden uitgekapt en in een lichtdichte cassette worden gedaan. Door een klein venster in de mof kan men zien wat men doet. Bij gebruik van deze cassette kan de film gewoon in het licht worden ontwikkeld. Vooral bij verscheidene opnamen is deze methode echter erg omslachtig en tijdrovend. Het is veel praktischer om zelf een „lichtdicht“ kastje te maken, waarvan de bodem bestaat uit rood transparant plexiglas. De bovenzijde laat men open. In de zijwanden worden ronde gaten aangebracht met daarin lichtdichte manchetten. Hierdoor kan men de handen steken. Door dit kistje (plexiglas boven) over een lichtdicht tankje met monobad te plaatsen kan nu de film worden uitgekapt en afgewerkt in het door het rode plexiglas gefilterde licht. Men kan door het plexiglas heen zien wat men doet. Fraaier is het om een rode plexiglasplaat scharnierend in te laten in een werkblad en de manchetten aan de voorzijde onder dit blad aan te brengen (afb. 4). Veel praktijkkamers zijn tegenwoordig immers van zo'n werkblad voorzien. Naast het feit dat deze oplossing goedkoop is, vraagt zij weinig ruimte. Het werkblad blijft vrij en kan gewoon worden gebruikt.

Momenteel is er een aantal films in de handel, die volgens hun fabrikanten geschikt zijn om in een lichtere donkere kamer of met behulp van een in een normale verlichte

<sup>\*)</sup> Defilux (Kodak N.V., Nederland, Den Haag).



ruimte opgestelde ontwikkelautomaat te kunnen worden verwerkt, zonder dat er een sluier gaat optreden. Deze films zijn wat minder lichtgevoelig dan de andere röntgenfilms. Van een drietal is, bij 300 lux en met 6 mm dik rood plexiglas\*) als filter, de veilige tijd bepaald. (Tabel IV.)

Tabel IV. Veilige tijd onder 6 mm rood plexiglas\*) bij 300 lux.

Film	Tijd
Kodak Morlite	5 minuten
DuPont Super Dozahn	1,5 minuten
Gevaert + L	25 seconden

De Kodak Morlite-film blijkt bij dit type plexiglas de langste veilige tijd te hebben en is daarom voor dit soort doeleinden het meest geschikt. Er zijn verschillende soorten rood plexiglas in de handel. Voor andere merken rood plexiglas is de veilige tijd eenvoudig te bepalen door op uitgekakte films muntjes te leggen en deze films met oplopen de tijden aan het gefilterde licht bloot te stellen en vervolgens te ontwikkelen. Op deze manier is het moment waarop de omtrek van de munt zichtbaar wordt eenvoudig te bepalen. De helft van de periode die aan de zo gevonden tijd vooraf gaat is dan de veilige tijd. Deze moet minimaal 1 minuut zijn.

#### Samenvatting:

Twee methoden om tandfilms te ontwikkelen werden vergeleken:

1. De conventionele procedure.
2. De procedure met behulp van een „monobad“.

\*) Plexiglas rot 502, fabrikant Rohm en Haas, G.M.B.H. Darmstadt.

Van de onderzochte korrelgrootte, zwartingscurve en het contrast bleek de korrelgrootte bij het monobad ontwikkelproces wat ongunstiger te liggen; de zwartingscurve lag wat lager.

Vervolgens werd van de „daglicht“-film Defilux de veilige tijd bepaald. Deze bleek onbruikbaar kort te zijn. Verder werd een methode aangegeven om zonder donkere kamer tot een verantwoord ontwikkelen van röntgenopnamen te komen. Tenslotte werd van een aantal films, die minder lichtgevoelig zijn de veilige tijd bepaald.

#### Summary:

A new method for development and fixation of periapical X-rays, the „Monobath“ (Kodak), was compared with the conventional method. The results pointed to slightly larger grains which were also less evenly distributed. Furthermore, the density-curve of the film processed in the monobath was somewhat less, resulting in a decrease of the sensitivity. Next the safety time of the daylight type film „Defilux“ (Kodak) was tested. It proved to be unpractically short. Further, a method is described to arrange a possibility for development without a special dark-room. Principally a box with a red acrylic sheet is used in which the lighttight tanks are placed. The film is manipulated with the aid of light-looking cuffs.

In conclusion the safety time of a number of films was determined, which were less sensitive to light.

#### Literatuur:

1. American Standard Procedure for Determining the Safety-Time of Photographic Darkroom Illumination. ASA. Z38.8.13-1950.
2. *Kodak N.V.*: Röntgenstralen in de Tandheelkunde, Den Haag.
3. *Poel, A. C. M. van de, Krijgsman, J. A.*: (1970) Snelontwikkelers. N.T.v.T. 77: 2, 67.
4. *Richmond, W. D.* (1889): Brit. J. Phot.
5. *Updegrave, W. J.* (1960): High or low kilovoltage. D. Radiog. and Photog. 33: 4.

Erasmuslaan 1,  
Nijmegen.

## BOEKBESPREKINGEN

L. W. Kay: *Drugs in dentistry*. 201 pag. John Wright & Sons Ltd., Bristol 1969. Prijs 32s 6d.

In zijn voorwoord spreekt schrijver van een bestorming door de farmaceutische industrie, waar allen beweren het beste geneesmiddel in de handel te brengen zodat het voor de practicus moeilijk is al deze aanprijzingen kritisch te bezien. Dit boekje bedoelt daarin hulp te bieden, een gemakkelijk te raadplegen leidraad te zijn, maar geenszins de handboeken te vervangen. Hoewel er wel enige onderwerpen specifiek betrekking hebben op Britse situaties, is het geheel voor ieder ander ook van belang.

*Hoofdstuk I* behandelt in het algemeen het voorschrijven en het toedienen van geneesmiddelen, waarbij weer verschillende opmerkingen zijn gericht op Britse omstandigheden, doch waarvan het merendeel overal van toepassing is. Er worden vele goede raadgevingen geformuleerd, de techniek van intraveneuze en intramusculaire injecties wordt beschreven.

*Hoofdstuk II*: antibiotica en sulfonamides.

Ontstekingen in het door de tandarts behandelde gebied komen veel voor en zijn vaak gunstig te beïnvloeden door antibiotica en chemotherapeutica. Schrijver geeft blijk van ervaringen uit de praktijk wanneer hij er met nadruk op wijst, dat het voorschrijven van deze middelen door de tandarts een zaak blijft van „common sense“. Verschillende antibiotica worden systematisch behandeld, waarbij ook wordt gewezen op de gevaren van sensibilisatie en resistentie.