

31. *Simons, E. V., Limborgh, J. van* (1979): The effects of experimental unilateral anotia on skull development in the chick embryo. VI. Discussion of the results in relation to the problem of the control of skull morphogenesis. *Acta Morphol Neerl -Scand* 17: 81-103.
32. *Starck, D.* (1975): *Embryologie*. Thieme, Stuttgart.
33. *Tonneyck-Müller, I.* (1971): Das Wachstum von Augen und Augenhöhlen beim Hühnerembryo. IV. Das Wachstum des Schädels bei Embryonen von 11-19 Tagen mit künstlich erzeugter einseitiger Mikrophthalmie. *Acta Morphol Neerl -Scand* 8: 303-319.
34. *Idem* (1971): Das Wachstum von Augen und Augenhöhlen beim Hühnerembryo. V. Die Entwicklung der Augen- und Schädelanlage bei Embryonen mit künstlich erzeugter einseitiger Mikrophthalmie von 3-6 Tagen. *Acta Morphol Neerl -Scand* 9: 57-74.
35. *Idem* (1972): Das Wachstum von Augen und Augenhöhlen beim Hühnerembryo. VI. Die Entwicklung der Augen und Schädelanlage bei Embryonen von 7-10 Tagen mit künstlich erzeugter einseitiger Mikrophthalmie. *Acta Morphol Neerl -Scand* 9: 235-252.
36. *Idem* (1972): Das Wachstum von Augen und Augenhöhlen beim Hühnerembryo. VII. Die Grössenverhältnisse der Augen und Augenhöhlen bei Embryonen von 12-17 Tagen mit künstlich erzeugter doppelseitiger Mikrophthalmie. *Acta Morphol Neerl -Scand* 10: 283-291.
37. *Idem* (1974): Das Wachstum von Augen und Augenhöhlen beim Hühnerembryo. VIII. Die Entwicklung des Schädels bei Embryonen von 12-17 Tagen mit künstlich erzeugter doppelseitiger Mikrophthalmie. *Acta Morphol Neerl -Scand* 12: 145-158.
38. *Idem* (1976): Das Wachstum von Augen und Augenhöhlen beim Hühnerembryo. IX. Die Entwicklung der Augen- und Schädelanlage bei Embryonen von 3-9 Tagen mit künstlich erzeugter doppelseitiger Mikrophthalmie. *Acta Morphol Neerl -Scand* 14: 139-164.
39. *Tonneyck-Müller, I., Limborgh, J. van* (1971): Das Wachstum von Augen und Augenhöhlen beim Hühnerembryo. II. Die Grössenverhältnisse der Augen und Augenhöhlen bei Embryonen von 11-19 Tagen mit künstlich erzeugter einseitiger Mikrophthalmie. *Acta Morphol Neerl -Scand* 8: 211-230.
40. *Idem* (1971): Das Wachstum von Augen und Augenhöhlen beim Hühnerembryo. III. Die quantitativen Verhältnisse der Augenhöhlen und des Kreuzschnabels bei Embryonen von 11-19 Tagen mit künstlich erzeugter einseitiger Mikrophthalmie. *Acta Morphol Neerl -Scand* 8: 293-301.
41. *Urbanus, N. A. M.* (1974): Schedelgroei na sluiting van lip-, kaak- en gehemeltespelen. *Acad. Proefschrift, Amsterdam*.
42. *Verwoerd-Verhoef, H. L.* (1974): Schedelgroei onder invloed van aangezichtsspelen. *Acad. Proefschrift, Amsterdam*.
43. *Weinman, J. P., Sicher, H.* (1955): *Bone and bones*. Mosby, St. Louis.
44. *Werf, A. J. M. van der* (1966): *Craniostenose*. *Acad. Proefschrift, Amsterdam*.
45. *Young, R. W.* (1959): The influence of cranial contents on postnatal growth of the skull in the rat. *Am J Anat* 105: 383-415.

Maart 1980.

Adres: Prof. Dr. J. van Limborgh,
Mauritskade 61,
1092 AD Amsterdam.

DE BEELDKWALITEIT VAN DOOR ONTWIKKELMACHINES ONTWIKKELDE RÖNTGENFILMS

L. W. J. VAN DER LINDEN

P. F. VAN DER STELT

*Uit de vakgroep Conserverende Tandheelkunde
(afd. Tandheelkundige Röntgenologie)
van de Vrije Universiteit te Amsterdam.
Voorzitter: Prof. Dr. C. O. Eggink.*

Trefwoorden: Röntgenologie - Ontwikkeltechniek

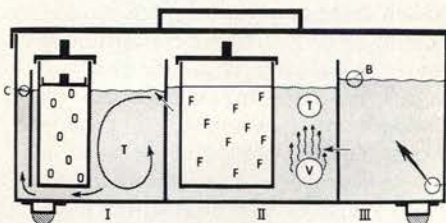
Inleiding

Tot voor kort werd gesteld dat röntgenfilms standaard bij $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (American Standard Association) ontwikkeld dienden te worden om een kwalitatief goede foto te verkrijgen.

Van Aken (1961) ontwierp een unit waarmee volgens deze principes op een uitstekende manier, snel en efficiënt films konden worden ontwikkeld (afb. 1). Helaas is dit apparaat niet meer in productie en kan de tandartspracticus geen ontwikkelunit meer aanschaffen, om op een gestandaardiseerde manier zijn films te ontwikkelen.

Meer en meer gaat de practicus ertoe

over gebruik te maken van ontwikkelautomaten, zoals b.v. de Clarimat Universal type XA 9026/00 en de Procomat type OD 7900 (Van de Poel e.a., 1970) en de Dürr Periomat. Ontwikkelautomaten zijn naar hun prijs en toe-



Afb. 1. Doorsnede van een ontwikkelapparaat voor het gestandaardiseerd ontwikkelen van röntgenfoto's.

Samenvatting:

Nagegaan werd de praktische bruikbaarheid van de Philips-ontwikkelautomaat, die gevuld was met Tetenal-ontwikkelvloeistof, de Dürr-ontwikkelautomaat met Dürr Automaat-ontwikkelvloeistof en de Siemens Pantomat met Cronex-ontwikkelvloeistof.

Een vergelijking werd gemaakt tussen films die in de ontwikkelmachine en in Kodak Dental X-ray Developer waren ontwikkeld.

De zwartingscurven en het contrast toonden weinig verschil.

De sluiswaarde was bij de films uit de ontwikkelmachine hoger.

De korrelgrootte bleek bij machinaal ontwikkelen iets toe te nemen.

De detailwaarneembaarheid van de machinaal ontwikkelde foto's werd door vier waarnemers gelijk aan of beter dan de testfoto's beoordeeld.

Een nadeel van machinaal ontwikkelen is dat het onderhoud van de machine met veel zorg uitgevoerd dient te worden daar anders de foto's er wat vuil en streperig kunnen uitzien en verkleuring van de film na langere tijd mogelijk is.

passingsmogelijkheden in drie categorieën te verdelen. De eerste groep bestaat uit de Clarimat, de Dürr Periomat en de Procomat, waarvan de prijs ligt tussen de veertien en achttienhonderd gulden. In deze apparaten kunnen alleen tandfilms worden ontwikkeld.

De tweede groep bestaat uit apparaten met een prijsniveau dat ligt tussen de vijfduizend en zesentachtighonderd gulden. Hierin is de regenererinrichting die de Dürr en de Siemens bezitten niet opgenomen; de prijs hiervan is respectievelijk f 1853,— en f 1461,—. Het hier beschreven onderzoek heeft betrekking op deze groep apparaten.

De grote ontwikkelmachines, die veel in ziekenhuizen in gebruik zijn, vormen de derde groep. Zij zijn niet geschikt voor gebruik in de tandheelkundige praktijk, omdat er geen tandfilms in kunnen worden ontwikkeld. In de ontwikkelmachines wordt tussen een aantal rollen de film door de verschillende baden en door het drooggedeelte getransporteerd (afb. 2). In ongeveer zes minuten is de ontwikkelde, gefixeerde, gespoelde en gedroogde film voor interpretatie beschikbaar.

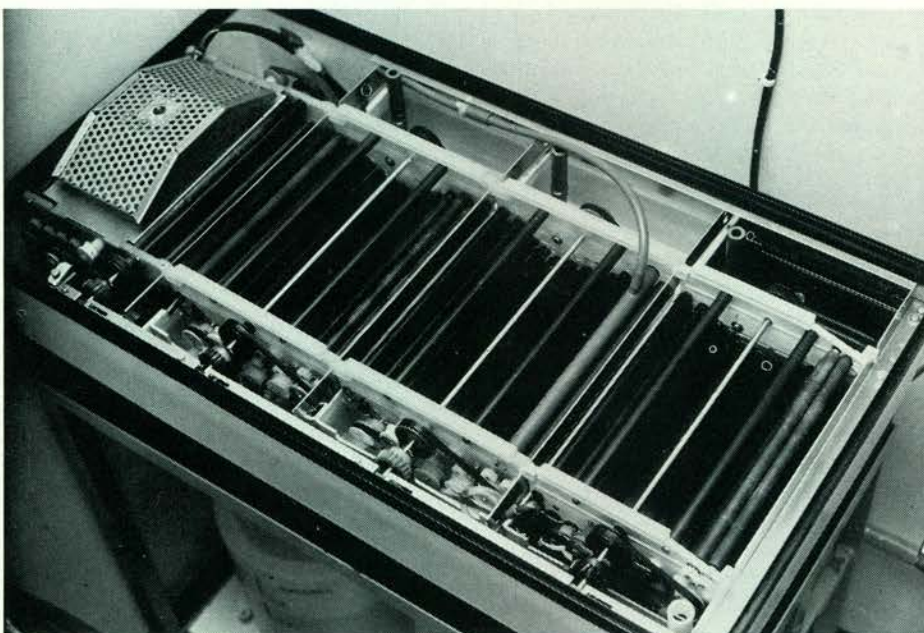
De vraag is of door ontwikkelmachines ontwikkelde films hetzelfde kwaliteitsniveau bereiken als films die volgens voorschrift van de fabrikant bij 20 °C zijn ontwikkeld.

Materialen en methode

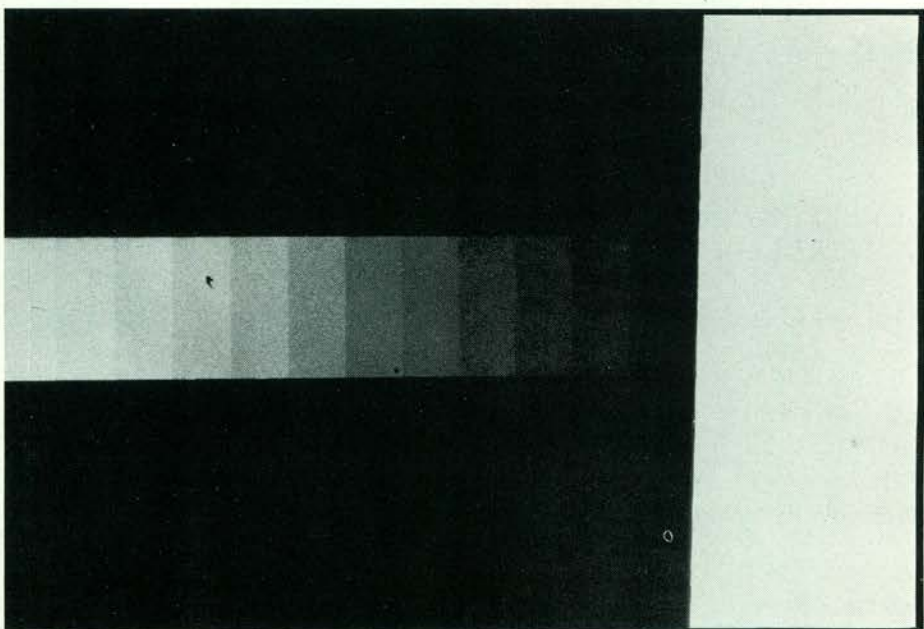
Het kwaliteitsniveau van films, die met een ontwikkelmachine zijn ontwikkeld, werd in drie verschillende ontwikkelmachines onderzocht. Het gehele onderzoek werd met Kodak Ultra Speed films uitgevoerd. De films werden met een standaard ontwikkelde film vergeleken. Als standaard diende een Kodak Ultra Speed film die in een vers aangemaakte Kodak Dental X-ray Developer (Van der Linden e.a., 1975) met behulp van het ontwikkelapparaat volgens Van Aken (1961) werd ontwikkeld.

De films zijn in de volgende ontwikkelmachines ontwikkeld:

1. Dürr-ontwikkelaarsapparaat type 1330, gevuld met Dürr Automaat-ontwikkelaar.
 2. Philips Rollomat-ontwikkelaarsapparaat type 810, gevuld met Tetenal Röntgenzahnfilm Entwickler.
 3. Siemens Pantomat P 10, gevuld met Cronex MD-ontwikkelaar.
- Het fixeren vond plaats met de vloeistoffen behorend bij de betreffende ontwikkelaar.



Afb. 2. Ontwikkelmachine met een rollenmechanisme voor het ontwikkelen van röntgenfoto's.



Afb. 3. Röntgenfoto van een aluminium trapje en een stukje lood.

De foto's zijn beoordeeld op de volgende eigenschappen:

1. Zwartingscurve.

De zwartingscurve geeft het verband aan tussen de hoeveelheid straling die de film bereikt en de resulterende zwarting op de foto. De zwarting is gedefinieerd als de logaritme van de verhouding van de op de film vallende hoeveelheid licht en de hoeveelheid doorgelaten licht. Wordt alle licht doorgelaten dan is de zwarting 0 en wordt 1/10 doorgelaten dan is de zwarting 1.

2. Contrast.

Het contrast is het verschil in zwarting dat tussen twee plaatsen op de foto bestaat. De steilheid van de zwartingscurve is een maat

voor het optredende contrast (een steile curve geeft een contrastrijk beeld, een vlakke curve een contrastarm beeld).

3. Sluierwaarde.

De sluierwaarde is de zwarting, die optreedt in een gebied van de film dat niet belicht is.

4. Korrelgrootte.

De korrelgrootte van een film houdt verband met de gevoeligheid van de film. Hoe groter de korrel, des te gevoeliger de film. Bovendien heeft de grootte van de zilverkorrels in de emulsie van de foto invloed op de kwaliteit van het beeld dat het oog registreert.

De methode van ontwikkelen beïnvloedt

Tabel I. Overzicht van de onderzochte ontwikkelmethoden.

Ontwikkelvloeistof	Temp.	Ontwikkel- machine	Ontwikkeltijd (excl. fixeren, spoelen, drogen)
a. Kodak Dental X-ray Developer	20°	—	4 min.
b. Cronex MD-ontwikke- laar	27°	Siemens Pantomat	1.28 min.
c. Cronex MD-ontwikkelaar	20°	—	4 min.
d. Cronex MD-ontwikkelaar	27°	—	1.30 min.
e. Tetenal-ontwikkelaar	27°	Philips Rollomat	0.46 min.
f. Tetenal-ontwikkelaar	20°	—	4 min.
g. Tetenal-ontwikkelaar	27°	—	1.30 min.
h. Dürr Automaat-ont- wikkelaar	27°	Dürr ontwikkel Automaat	1.28 min.
i. Dürr Automaat-ontwikkelaar	20°	—	4 min.
j. Dürr Automaat-ontwikkelaar	27°	—	1.30 min.

de grootte van de zilverkorrels en het samenklonteren daarvan.

5. Detailwaarneembaarheid.

De detailwaarneembaarheid is een subjectieve maat voor het vermogen van de film om kleine details weer te geven.

6. Economische aspecten.

Bepaling van de zwartingscurve

Een Kodak Ultra Speed film (type DF 45) werd in gedeelten met olopende belichtingstijden belicht, waarbij de dosis die elk gebied ontving met behulp van een dosimeter (Van der Linden e.a., 1975) werd geregistreerd. Daarna werd de film in een aantal proefstroken verdeeld, zodat elke strook de serie gebieden met olopende belichting bevatte.

Eén proefstrook werd gedurende 4 min. bij 20 °C ontwikkeld in de vers aangemaakte Kodak-ontwikkelvloeistof. De andere proefstroken werden in de met een vers aangemaakte vloeistof gevulde ontwikkelmachines ontwikkeld.

Om de invloed van de temperatuur en het rollenmechanisme (druk op de emulsie) na te gaan werd ook een proefstrook gedurende 4 minuten bij 20° C en één gedurende 1½ minuut bij 27° C met de hand ontwikkeld in een tank die gevuld was met de ontwikkelvloeistof waarmee de verschillende machines functioneren (tabel I).

Met behulp van een zwartingsmeter volgens Martens Goldberg werd van de proefstroken de zwarting gemeten waarna de zwartingscurven opgesteld konden worden.

Bepaling van het contrast

Teneinde het contrast van een film te bepalen is een aluminium trapje met 14 treden genomen. De eerste zes treden zijn ½ mm en de andere 1 mm hoog. De totale hoogte was dus 11 mm. Een Kodak Ultra Speed film, waarop het aluminium trapje en een stukje lood zijn gelegd is belicht.

De ontwikkelde film (afb. 3) laat een aantal

zwartingen zien die veroorzaakt zijn door het verschil in hoogte van de aluminium treden. Het aantal zwartingsverschillen dat op de foto zichtbaar is, is een maat voor het contrast. Voor elk van de onderzochte ontwikkelmethoden werd één film belicht en ontwikkeld.

Bepaling van de sluiervoorwaarde

Voor het bepalen van de sluiervoorwaarde is een aantal onbelichte films ontwikkeld volgens elk van de beschreven methoden.

Bepaling van de korrelgrootte

Met een sterke vergroting kan men de filmkorrels zichtbaar maken en de grootte en het aantal bestuderen. Daarom is van elk van de geteste proefstroken één van de gebieden met gelijke zwarting met behulp van een microscoop 300 keer vergroot en gefotografeerd. Van het negatief is een papierafdruk gemaakt met een vergrotingsfactor 6,6, zodat uiteindelijk een foto ontstond met een vergroting van 2000 x.

Van de foto's, die van de filmkorrels waren gemaakt, werd een stukje (16 cm²), met een voldoende aantal korrels om op een betrouwbare manier te kunnen meten, over-

getekend. De gemiddelde doorsnee van de korrels (afb. 9) werd bepaald door in twee richtingen de diameter van elk van de korrels te meten en het aantal korrels dat in dit oppervlak aanwezig was te tellen.

Bepaling van de detailwaarneembaarheid

Uit een filmverpakking, die twee films bevat, werd één van de belichte films in de Kodak-vloeistof en het duplicaat door de ontwikkelmachine met de daarbij behorende vloeistof ontwikkeld. Vier medewerkers uit verschillende vakgebieden van de Subfaculteit der Tandheelkunde, die regelmatig röntgenfoto's interpreteren, beoordeelden de gemaakte foto's. De waarnemers kregen opnamen van het cuspidaat-, front- en premolaar-molaargebied van de onder- en bovenkaak te beoordelen. Zij kregen een schriftelijke instructie, (afb. 4), waarin vermeld stond, hoe zij de foto's dienden te beoordelen.

Onder 'algemene indruk' konden de waarnemers hun mening geven over algemene aspecten van de foto (zoals kleur, prettig voor het oog, etc.).

Per ontwikkeltechniek zijn door elke waarnemer 36 vergelijkende beoordelingen gedaan.

Alleen de machinaal ontwikkelde foto's zijn op deze wijze vergeleken met de standaardfilm; de handontwikkelde foto's zijn in dit onderdeel niet betrokken.

Economische aspecten

Om na te gaan wat de consequenties zijn van de aanschaf van een ontwikkelmachine is een kostenberekening gemaakt van het ontwikkelen. Hierin is rekening gehouden met de afschrijving van het apparaat, de benodigde chemicaliën, de loonkosten voor het schoonmaken van de machine en het ontwikkelen van de films, de kosten van de benodigde ruimte en het aantal films dat per week in het apparaat wordt ontwikkeld. Er is ook aan een aantal foto-ontwikkelbedrijven gevraagd wat de kosten voor het ontwikkelen van tandfilms zijn. Tevens

De detailwaarneembaarheid van röntgenfoto's

De methode van ontwikkelen beïnvloedt de detailwaarneembaarheid van röntgenfoto's. Hierdoor kunnen de diverse gebieden van de foto meer of minder goed waarneembaar zijn. U krijgt telkens 2 opnamen van een zelfde gebied aangeboden. Nu luidt de vraag of u wel of geen verschil in detail ziet tussen de volgende gebieden:

1. Beenbalkjes.
2. Parodontale spleet.
3. Glazuurcementgrens.
4. Pulpkamer.
5. Wortelkanaal.
6. Algemene indruk.

Afb. 4. Schriftelijke instructie voor de waarnemers met aanwijzingen voor het beoordelen van de detailwaarneembaarheid op de op verschillende manieren ontwikkelde films.

is nagegaan wat de ontwikkelkosten per foto zijn en wat de tijdwinst is, die met elk van de ontwikkelmethoden is te verkrijgen.

Resultaten

De zwartingscurve

Tetenal (afb. 5). Uit de opgestelde curven blijkt dat de zwartingscurve van de films ontwikkeld in de verse *Tetenal*-vloeistof en in de *Kodak*-testvloeistof erg dicht bij elkaar liggen.

Dürr-ontwikkelvloeistof (afb. 6). De *Kodak*-curve en de curve van de film ontwikkeld in de ontwikkelmachine verlopen vrij dicht bij elkaar (afb. 5). De films die met de hand bij 20° en 27° C zijn ontwikkeld hebben een curve die lager is dan die van de ontwikkelmachine. Dit duidt erop dat er meer röntgenstraling nodig is om films die bij 20° en 27° C met de hand zijn ontwikkeld dezelfde zwarting te geven als de films die in de ontwikkelmachine zijn behandeld.

Cronex-ontwikkelvloeistof. De *Cronex*-vloeistoffen waarmee bij 20° en 27° C met de hand is ontwikkeld en de *Kodak*-testvloeistof produceren ontwikkelde films waarvan de zwartingscurven dicht bijeen liggen (afb. 7).

De zwartingscurve van de machinaal ontwikkelde film ligt wat naar links. Bovendien ligt de zwartingscurve van een film die in de met *Cronex* gevulde automaat ontwikkeld is, in zijn geheel hoger dan bij ontwikkelen volgens één van de andere gevolgde methoden met *Cronex*-vloeistoffen. Dit betekent dat met een geringere hoeveelheid straling kan worden volstaan voor gelijke zwarting.

In afbeelding 8 zijn de zwartingscurven van de films van de drie geteste vloeistoffen en de *Kodak*-vloeistof in één grafiek bijeen gebracht. De curven liggen dicht bijeen; alleen de curve van de *Cronex*-ontwikkelvloeistof ligt wat naar links.

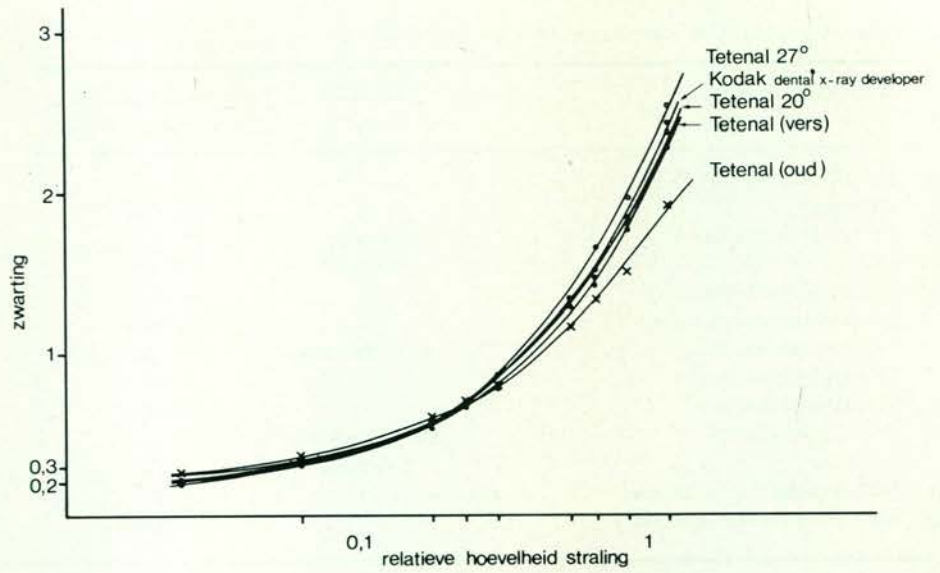
De curven (afb. 5, 6 en 7) van een niet-regelmatig ververste vloeistof lopen rechts van de andere curven. Dit betekent dat een uitgeputte vloeistof een film produceert met een lagere zwarting.

Het contrast

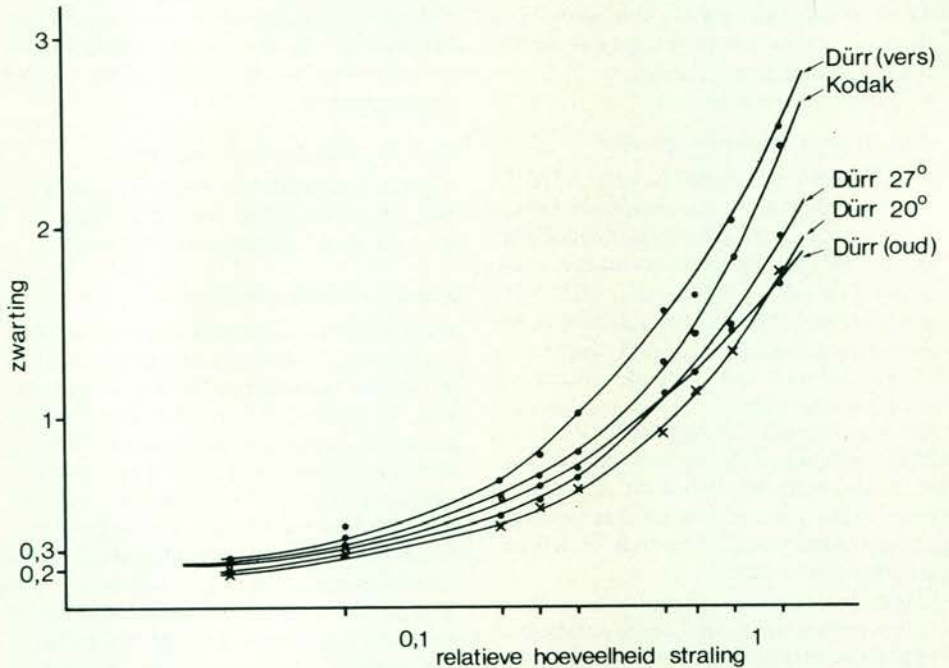
Van de opnamen die van het aluminium trapje en het stukje lood zijn gemaakt, werden de zwartingsverschillen vergeleken (afb. 3). Alle films gaven dezelfde contrastverschillen weer, alle treden waren waarneembaar.

Sluierwaarde

In tabel II zijn de sluierwaarden bijeengebracht van de films die met de verschillende ontwikkeltechnieken zijn ontwikkeld. De sluierwaarde van de in *Kodak* ontwik-



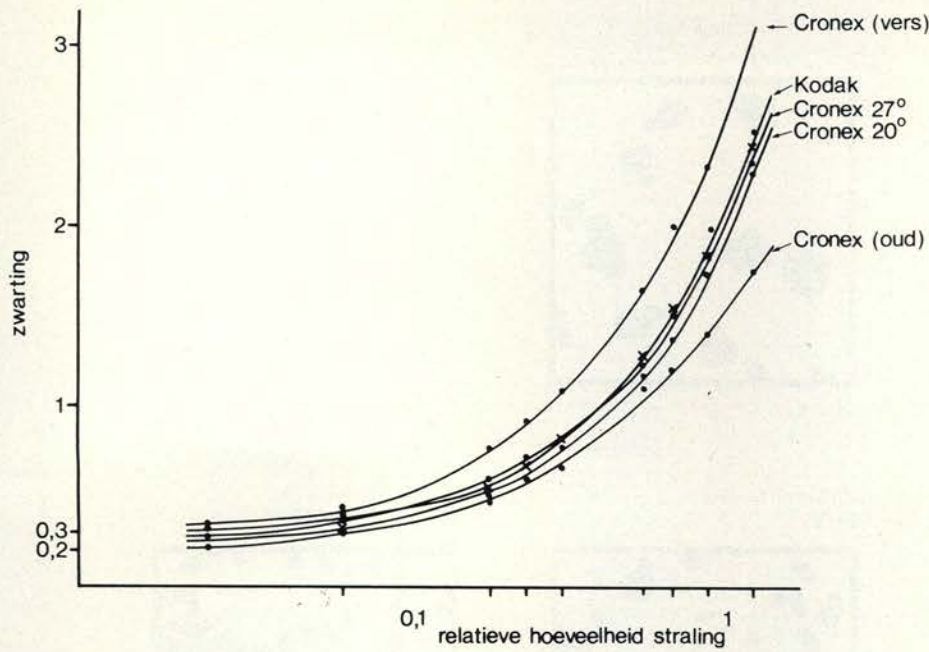
Afb. 5. Zwartingscurven van *Kodak Ultra Speed*-films (type DF 45) ontwikkeld met *Kodak Dental X-ray Developer* en *Tetenal*-ontwikkelvloeistof. De ontwikkelomstandigheden zijn vermeld in tabel I: a, e, f, en g. In e is 'vers', een net in gebruik genomen vloeistof en 'oud', een veel gebruikte vloeistof.



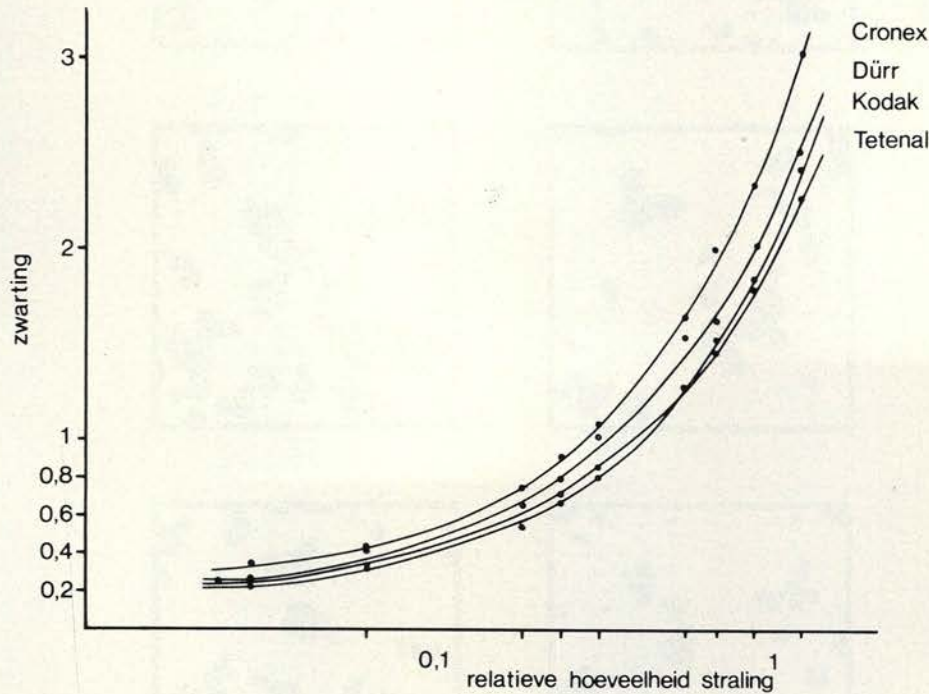
Afb. 6. Zwartingscurven van *Kodak Ultra Speed*-films (type DF 45) ontwikkeld met *Kodak Dental X-ray Developer* en *Dürr*-ontwikkelvloeistof. De ontwikkelomstandigheden zijn vermeld in tabel I: a, h, i en j. In h is 'vers', een net in gebruik genomen vloeistof en 'oud', een veel gebruikte vloeistof.

Tabel II. Sluierwaarde van de films ontwikkeld met een ontwikkelmachine of met de hand.

Geteste vloeistoffen	Ontwikkelmethode		
	Handontwikkeld	Machinaal ontwikkeld	
	20 °C	27 °C	
<i>Kodak</i>	0.22	—	—
<i>Cronex</i>	0.23	0.33	0.35
<i>Dürr</i>	0.18	0.18	0.26
<i>Tetenal</i>	0.21	0.19	0.27



Afb. 7. Zwartingscurven van Kodak Ultra Speed-films (type DF 45) met Kodak Dental X-ray Developer en Cronex-ontwikkelvloeistof. De ontwikkelomstandigheden zijn vermeld in tabel I: a, b, c en d. In b is 'vers', een net in gebruik genomen vloeistof en 'oud', een veel gebruikte vloeistof.



Afb. 8. Zwartingscurven van Kodak Ultra Speed-film (type DF 45) met Kodak Dental X-ray Developer en de in de verschillende machines gebruikte vloeistoffen. De ontwikkelomstandigheden zijn vermeld in tabel I: a, b, e en h.

kelde film bedroeg 0,22. De films die met behulp van een machine zijn ontwikkeld hadden een hogere sluiervalue, die varieert van 0,26 voor Dürr tot 0,35 voor Cronex.

De bij 20° C met de hand ontwikkelde films hebben een lagere sluiervalue. Ontwikkelen met een ontwikkelmachine beïnvloedt de sluiervalue in ongunstige zin. De in Cronex ontwikkelde films hebben bij

elke toegepaste methode een aanmerkelijk hogere basissluiser dan de andere films.

Korrelgrootte

Van de in tabel I aangegeven technieken zijn de korrelgroottes onderzocht. In afbeelding 9 zijn de korrels van de diverse technieken weergegeven. Er blijkt een grote variatie in korrelgrootte te bestaan.

Bij bestudering van de foto's blijkt dat de grootte van de korrels en samenklonteren van die korrels niet alleen de waargenomen korrelgrootte bepalen. Ook de dikte van de emulsie speelt een rol, waardoor korrels die in verschillende lagen liggen op de foto over en naast elkaar worden geprojecteerd en daardoor één grote korrel lijken. Het is dus moeilijk de grootte van de korrels afzonderlijk vast te stellen.

In afbeelding 10 is de gemiddelde diameter van de korrels weergegeven. De films die op de standaard manier zijn ontwikkeld bezitten niet de kleinste korrel. Opvallend is dat korrels van de in Cronex ontwikkelde films die bij 20° C en die in de ontwikkelmachine ontwikkeld zijn, de kleinste resp. de grootste korrel van alle methoden hebben.

Detailwaarneembaarheid

De waarnemers beoordeelden de detailwaarneembaarheid van de opgegeven gebieden. Hun uitspraak kon luiden: 'beter', 'geen verschil' of 'minder' in vergelijking met de films die ontwikkeld waren in de Kodak-ontwikkelaar. Deze beoordelingen kregen de score van resp. 2, 1 of 0. Na het sommeren van deze scores per foto, kon voor elke ontwikkelmethode bekeken worden of de verschillen tussen de vergeleken ontwikkelmethoden significant waren. Hiervoor is de rang-tekentoeets volgens Wilcoxon gebruikt. In tabel III zijn de uitkomsten weergegeven.

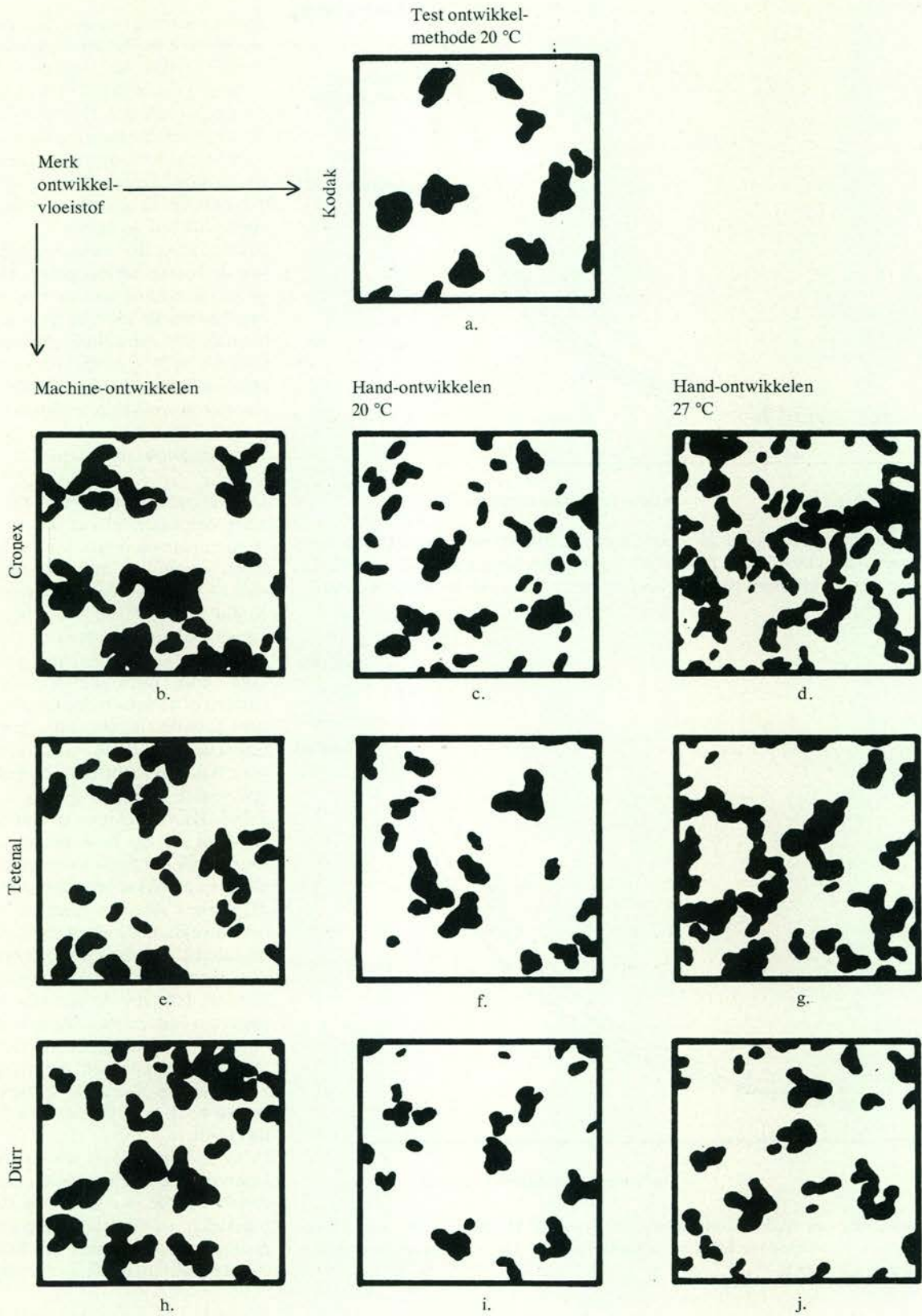
Tabel IIIa vermeldt de gesommeerde scores voor de zes beoordelingscriteria per foto bij elk der ontwikkelmethoden. Voor elk der ontwikkelmethoden zijn zes foto's vergeleken met een identieke standaardontwikkelde foto. Vrijwel steeds werd de machinaal ontwikkelde foto beter gevonden, soms gelijk en zelden slechter.

In tabel IIIb zijn de statistisch relevante gegevens opgenomen. Er is steeds eenzijdig getoetst op de hypothese dat beide ontwikkeltechnieken een gelijk resultaat gaven, met als alternatieve hypothese dat automatisch ontwikkelen een beter resultaat geeft.

In die gevallen waarin automatisch ontwikkelen niet beter bleek te zijn dan de standaardmethode, is eveneens gekeken of automatisch ontwikkelen dan geen slechtere resultaten had gegeven. Dit bleek in geen enkel geval statistisch aantoonbaar te zijn.

Economische aspecten: ontwikkelkosten en tijdsbesparing

In tabel IV zijn voor de diverse ontwikkelmachines de ontwikkelkosten per film weergegeven, waarbij rekening is gehouden met het aantal films dat per week wordt ontwikkeld. Uit de tabel blijkt dat bij het ontwikkelen van grote aantallen films, de prijs voor het ontwikkelen van één film, met een goedkope en een dure automaat



Afb. 9. Weergave van de korrels van films, die met verschillende ontwikkeltechnieken zijn ontwikkeld. Deze technieken zijn vermeld in tabel I.

Tabel IIIa. Gesommeerde beoordelingsscores voor de detailwaarneembaarheid per foto en per waarnemer (aut. = machinaal ontwikkeld, st. = standaard in Kodak X-ray. Developer bij 20 °C ontwikkeld). Beoordeling op 6 criteria, waarbij beter = 2, gelijk = 1 en minder = 0: maximale somscore = 12.

Waarnemer:	1	2	3	4
Ontwikkelmethode:	aut.	st.aut.	st.aut.	st.
Philips foto 1	8	4	7	5
foto 2	9	3	5	7
foto 3	9	3	6	6
foto 4	7	5	5	7
foto 5	9	3	6	6
foto 6	6	6	5	7
Dürr foto 7	11	1	12	0
foto 8	8	4	10	2
foto 9	11	1	12	0
foto 10	11	1	12	0
foto 11	10	2	10	2
foto 12	10	2	9	3
Siemens foto 13	9	3	10	2
foto 14	7	5	9	3
foto 15	9	3	9	3
foto 16	8	4	9	3
foto 17	6	6	11	1
foto 18	8	4	9	3

Tabel IIIb. Beoordeling van de machinaal ontwikkelde foto's ten opzichte van de standaardontwikkelde foto's voor wat betreft de detailwaarneembaarheid (rang-tekentoets volgens Wilcoxon, eenzijdig getoetst).

Waarnemer:	1	2	3	4
Philips	*	n.s.	n.s.	n.s.
T ⁺	15	2½	5½	11
n	5	4	6	5
P	.031	.56	.50	.219
Dürr	*	*	n.s.	*
T ⁺	21	21	8½	21
n	6	6	4	6
P	.016	.016	.125	.016
Siemens	*	*	*	*
T ⁺	15	21	15	21
n	5	6	5	6
P	.031	.016	.031	.016

Notatie: * = verschil significant (p = 0,05).
 n.s. = verschil niet significant.
 T⁺ = toetsingsgrootte.
 n = aantal positieve verschillen in beoordeling (machinaal beter dan standaard).
 P = overschrijdingskans.

Tabel IV. De kostprijs van een film ontwikkeld in een ontwikkelmachine.

Aantal per week ontwikkelde films.	Merk ontwikkelmachine	Clarimat en Procomat	Dürr Automaat	Rollomat	Siemens Pantomat
50		f 1,60	f 1,92	f 2,06	f 2,40
100		f 0,97	f 1,16	f 1,23	f 1,40
150		f 0,80	f 0,92	f 0,97	f 1,10
300		f 0,60	f 0,67	f 0,69	f 0,75

niet veel verschilt (f 0,60-f 0,75). Worden alleen kleine aantallen intra-orale röntgenfoto's in een praktijk gemaakt dan worden de prijsverschillen tussen de goedkope en de duurdere machines beduidend groter. De kleine apparaten kunnen echter geen film van het formaat 15x30 cm ontwikkelen.

Wil men een groot formaat film met een ontwikkelmachine ontwikkelen, dan is men genoodzaakt de machines uit de duurdere groep te gebruiken.

Foto-ontwikkelbedrijven vragen een prijs voor het ontwikkelen van tandfilms die varieert van f 1,00 tot f 2,50, ongeacht het aantal films dat wordt aangeboden.

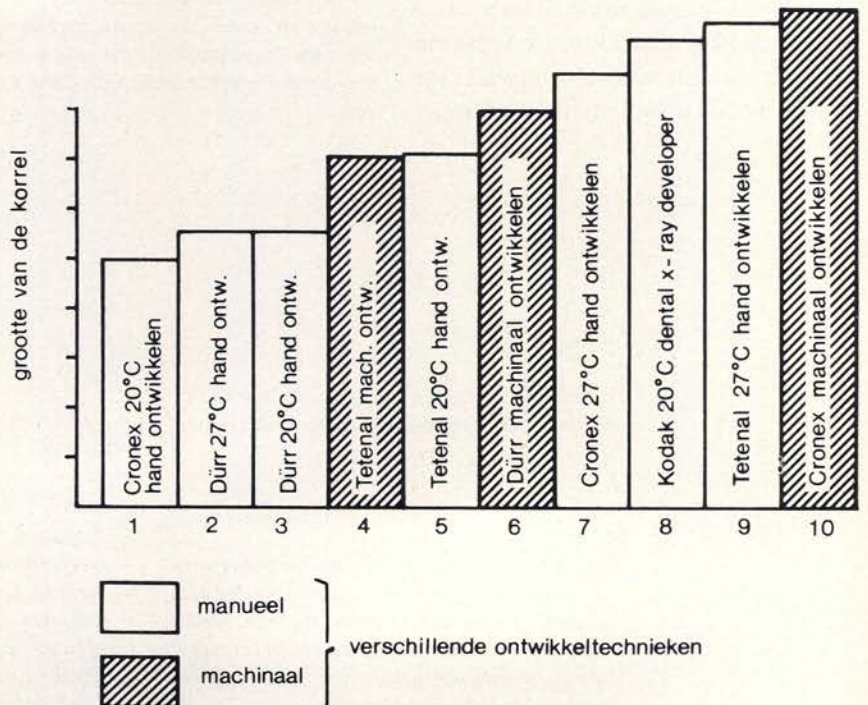
Er wordt wel beweerd dat het ontwikkelen met een machine veel tijdswinst oplevert. Om dit na te gaan zijn een aantal statussen met de hand en machinaal ontwikkeld. De tijd die men nodig heeft bij het handontwikkelen om de films uit te pakken, in rekjes te plaatsen, te ontwikkelen en te drogen is gemeten en bij elkaar opgeteld.

Deze ontwikkeltijd bedraagt voor de machines 3'45" tot 4'30" en voor de handontwikkelmethode 5½ minuut. De tijd die verloopt tot de film droog is, is voor de machi-

nale ontwikkeltechniek 5½ tot 6 minuten en voor het handontwikkelen 1½ tot 2 uur. Bij de machine verricht men minder handelingen, de film wordt uitgepakt, in de machine geplaatst en de gedroogde film wordt eruit gehaald. In tabel V is de tijd die aan het ontwikkelen besteed moet worden weergegeven. Het is duidelijk dat bij het hand-

Tabel V. Weergave van de tijd die iemand nodig heeft om een röntgenstatus te ontwikkelen, te fixeren en te drogen en de tijd die verloopt na het moment dat aan het ontwikkelen begonnen is tot de film droog is.

	Benodigde ontwikkeltijd	Tijd tot de film droog is
Handontwikkelen	5' 30"	1½ à 2 uur
Philips Rollomat	4' 30"	5½-6 min.
Dürr Automaat	4' 30"	5½-6 min.
Siemens Pantomat	3' 45"	5½-6 min.



Afb. 10. Weergave van de relatieve grootte van filmkorrels van de films die onder de in tabel I weergegeven omstandigheden zijn ontwikkeld.

ontwikkelen veel tijd is verstreken alvorens de film droog is en dat men bij gebruik van een machine snel de beschikking heeft over een droge film.

Conclusies

Uit de zwartingscurven valt af te leiden dat de Dürr-vloeistof niet geschikt is voor handontwikkelen, waarvoor de vloeistof overigens ook niet bedoeld is. Voor de andere vloeistoffen maakt het niet veel uit of het ontwikkelproces heeft plaatsgevonden bij 27° C (waarbij de snelheid van het ontwikkelproces geforceerd is) of bij 20° C. De zwartingscurven zijn in al deze gevallen vergelijkbaar met die van de standaard ontwikkelmethode.

Uit de afbeeldingen 5, 6 en 7 blijkt dat een niet-regelmatig ververste vloeistof een film met een lagere zwarting produceert. Dit betekent dat voor het bereiken van eenzelfde zwarting meer straling nodig is.

Teneinde foto's met een uniforme zwarting te verkrijgen is het van groot belang dat de ontwikkelmachines een regeneraer-inrichting hebben. Een dergelijke voorziening is leverbaar op de Siemens- en Dürr-apparaten.

De sluiswaarde wordt verhoogd bij machinaal ontwikkelen, vooral Cronex is hier gevoelig voor. In lichtere gedeelten van de foto wordt het contrast hier nadelig door beïnvloed.

De bij 20° C ontwikkelde films hebben de kleinste korrelgrootte. De verschillen met de automatisch ontwikkelde film of met de alleen bij hogere tempe-

ratuur ontwikkelde films zijn echter met het oog niet waarneembaar.

Over het algemeen vonden de waarnemers de detailwaarneembaarheid van de machinaal ontwikkelde foto's gelijk aan of beter dan die van de standaard ontwikkelde foto's.

Voor wat betreft de onderzochte criteria blijken de machinaal ontwikkelde foto's in kwaliteit vergelijkbaar te zijn met de standaard ontwikkelde foto's. Nadeel van de techniek van het automatisch ontwikkelen is dat de machines zeer zorgvuldig onderhoud vergen om een goed produkt te kunnen leveren. Soms ook blijven films in het transportmechanisme steken of zien films er gevlekt of streperig uit.

Fouten in het fixatieproces of het spoelen treden soms pas na maanden aan het licht als de films verkleuren.

Mits voldoende zorg geschonken wordt aan het onderhoud van de machine kan een ontwikkelautomaat in de praktijk voldoen. De practicus beschikt dan snel over een droge foto die de standaard ontwikkelde foto evenaart.

Summary:

Title: Image quality of automatically developed radiographs.

Automatic film processors have been examined for usefulness in dental practice: the Philips Rolomat with Tetenal developer, the Dürr processor with Dürr Automatic processor developer and the Siemens Pantomat with Cronex develop-

Automatic developed films have been compared with standard films developed in Kodak Dental X-ray developer.

The H- and D-curves showed small differences. The fog level was higher on automatically developed films. Grain size increased in automatic processing.

By four observers the perceptibility of details was judged to be the same or better in comparison with the standard films.

Disadvantages of automatic processing are that the maintenance of the machines needs much care and that films sometimes look somewhat dirty and striped. Discoloration of the film is possible in the long run.

Literatuur:

1. Aken, J. van (1961): Maatregelen ter bevordering van de standaardisatie van het ontwikkelproces voor tandheelkundige röntgenopnamen. Ned Tijdschr Tandheelkd 68: 186-198.
2. Linden, L. W. J. van der (1968): Gestandaardiseerd ontwikkelen in de tandheelkundige praktijk. Ned Tijdschr Tandheelkd 75: 765-773.
3. Linden, L. W. J. van der, Kwee, H. T. (1975): Een vergelijkend onderzoek naar de activiteit van drie ontwikkelvloeistoffen. Ned Tijdschr Tandheelkd 82: 123-126.
4. Poel, A. C. M. van de, Kloprogge, M. J. G.M., Groothedde, R. Th (1970): Een vergelijkend onderzoek van twee ontwikkelautomaten voor tandheelkundige röntgenfilms. Ned Tandartsenbl 26: 722-726.

December 1978.

De Boelelaan 1115,
1081 HV Amsterdam.

BLADVULLING

Vraag:

Is het bij het indiceren van frameprothesen altijd noodzakelijk dat de pijlerelementen van gegoten restauraties worden voorzien?

Antwoord:

De algemene regel is dat pijlerelementen bij voorkeur zouden moeten worden voorzien van gegoten restauraties. Echter bij een goede mondhygiëne, ondersteund door een zeer regelmatige fluoride-applicatie, kan zonder gevaar van deze regel worden afgeweken.

Literatuur:

1. Miller, E. L. (1972): Removable partial prosthodontics. The Williams and Wilkins Company, Baltimore.
2. Slee, M. L. van (1977): Een individuele lepel voor het appliceren van een fluoride-gel, speciaal ten behoeve van dragers van een uitneembare partiële prothese. Ned Tijdschr Tandheelkd 84, 12: 406-408.