

Behoort de tandfilm tot het verleden?

G.C.H. Sanderink, tandarts

Uit de vakgroep Tandheelkundige
Radiologie van het Academisch Centrum
Tandheelkunde Amsterdam (ACTA).

Trefwoorden: Radiologie
– Digitale radiologie

Datum van acceptatie: 6 september 1995.

Adres: Dr. G.C.H. Sanderink, ACTA,
Louwesweg 1, 1066 EA Amsterdam.

Samenvatting. Momenteel is de tandfilm nog veruit de belangrijkste beelddrager. Echter, net zoals het gebruik van computers niet te stuiten is, zal ook de rol van de film door digitale technieken worden overgenomen.

SANDERINK GCH. Behoort de tandfilm tot het verleden? Ned Tijdschr Tandheelkd 1995; 102: 496-8.

1 Inleiding

Sedert de Tweede Wereldoorlog is de gevoeligheid van introrale films geweldig toegenomen en de snelheid meer dan vertienvoudigd. Ook de kwaliteit van het filmmateriaal is sterk verbeterd. De snelste films hebben nog steeds een scherpte die boven het oplossend vermogen van het oog ligt. De gevoeligheid van de tandfilm heeft nu echter ongeveer haar grens bereikt, tenzij we een minder goede beeldkwaliteit gaan accepteren. In een aantal situaties is dat zeker aanvaardbaar. Alvoers tot het maken van een röntgenopname over te gaan, zouden we dan de afweging tussen hoogte van de dosis en gewenste beeldkwaliteit moeten maken.

Toepassingen die gangbaar zijn in de geneeskunde, zoals digitale radiologie, teleradiologie, archiverings- en communicatiesystemen, beginnen geleidelijk ook bekend te worden binnen de tandheelkunde. In 1987 verscheen de eerste introrale sensor en de daarbijbehorende verwerkingseenheid op de markt. Sindsdien is de kwaliteit van de sensor al weer sterk verbeterd. Bij dit systeem wordt het röntgenbeeld op een TV-monitor afgebeeld. Nadat de opname gemaakt is, zijn er allerlei bewerkingen van het digitale beeld mogelijk om details te versterken in gebieden die diagnostisch van belang zijn.

Het is moeilijk om de beelden van digitale systemen met die van conventionele röntgenopnamen te vergelijken, omdat de eigenschappen van beide systemen sterk verschillen.

2 Conventionele tandfilms

2.1 De beeldkwaliteit

De beeldkwaliteit van een film kan worden uitgedrukt in fysische eigenschappen als resolutie, contrast en ruis.

Resolutie (ook wel scherpte) wordt vaak uitgedrukt in het aantal zichtbare lijnpaaren per millimeter (LP/mm). Dit aantal blijkt zelfs voor de gevoeligste tandfilms nog hoog te zijn. Alle momenteel verkrijgbare tandfilms hebben een resolutie die boven het oplossend vermogen van het oog (ca. 12 LP/mm) ligt. Voor scherm-film-combinaties zoals die voor panoramaopnamen en schedelprofielopnamen worden gebruikt, liggen deze waarden veel lager (4-6 LP/mm).

Minder optimale ontwikkelomstandigheden kunnen een sterk effect op het contrast hebben. Vooral uitgeputte, verdunde of koude ontwikkelvloeistoffen hebben een groot contrastverlies tot gevolg.

Ruis of korrel van de film is gerelateerd aan filmgevoeligheid: een hogere gevoeligheid heeft een korreliger beeld tot gevolg. Een opname met een laag contrast en een korrelig beeld geeft de indruk van een onscherp beeld.

2.2 De diagnostische waarde

De diagnostische waarde van een foto is afhankelijk van de

beeldkwaliteit en de kwaliteiten van de waarnemer, in ons geval de tandarts.¹ Objectieve en subjectieve aspecten spelen daarbij een rol. Er bestaan instrumenten om deze combinatie van factoren te meten. De interpretatie van een diagnostisch 'moeilijke' foto is in een tweetal stappen te verdelen. Allereerst moet onderscheid worden gemaakt tussen 'normaal' en 'afwijkend'. Vervolgens moet de afwijking worden gedefinieerd.

De tandarts die de foto's bekijkt en een diagnose stelt, functioneert als de beslisser. De wijze waarop hij tot zijn beslissing komt, kan worden weergegeven met behulp van de zogenaamde 'signal detection theory'. Het principe van de signal detection theory berust op het gegeven dat elke beslissing over de aan- of afwezigheid van een afwijking gepaard gaat met twee soorten fouten: fout-positieve en fout-negatieve fouten.

Voor een waarnemer kan het aandeel fout-positieve en fout-negatieve beslissingen grafisch worden weergegeven. Deze grafische weergave wordt aangeduid als de 'Receiver Operating Characteristic' (ROC)-curve. Deze ROC-curve wordt veelal in een index uitgedrukt, waarbij het oppervlak onder de curve gemeten wordt. Deze waarde (A_z) ligt tussen 0,5 en 1,0.

Een A_z -waarde van 0,5 geeft aan dat de waarnemer geen onderscheid kan maken tussen beelden waar wel en beelden waar niet een afwijking aanwezig is. De waarschijnlijkheid van een juiste beslissing is 50%. Een A_z -waarde van 1,0 betekent 100% discriminatie tussen beelden met en zonder afwijking. Over het algemeen kan worden gesteld dat een A_z -waarde de waarschijnlijkheid van een juiste beslissing aangeeft.

Met behulp van deze ROC-methode werd een test uitgevoerd om de diagnostische kwaliteit van vier verschillende films uit twee 'speed groups' te bepalen. De films en resultaten zijn weergegeven in tabel I. Er werd gebruik gemaakt van een fantoom, waarbij zoveel mogelijk de klinische situatie werd gesimuleerd. Hoewel de verschillen significant zijn, zijn ze niet erg groot. Dit soort verschillen kon ook alleen maar worden aangetoond voor approximale laesies met een diepte van 0,4 mm, die op de grens van zichtbaar en onzichtbaar zitten.

In andere studies, waarbij naar grotere laesies werd gekeken, inclusief occlusale cariës, werden geen significante verschillen gevonden. Op grond van de beschikbare informatie kan worden gesteld dat de beeldkwaliteit van de E-speed film vergelijkbaar is met die van de langzamere D-speed film. Wel zijn de gevoeliger films iets kwetsbaarder voor een slechte ontwikkelprocedure.

3 Digitale intra-orale sensors

De computertechnologie heeft niet alleen invloed gehad op de radiologie in de geneeskunde, maar ook op die in de tandheelkunde. In 1987 werd het eerste Trophy RadioVisioGraphy-systeem op de markt gebracht. Dit systeem bestond uit een intra-orale sensor en een beeldverwerkingskaart, zodat het röntgenbeeld op een TV-monitor kon worden afgebeeld.^{2,3} Sedertdien zijn er in Nederland verschillende andere systemen



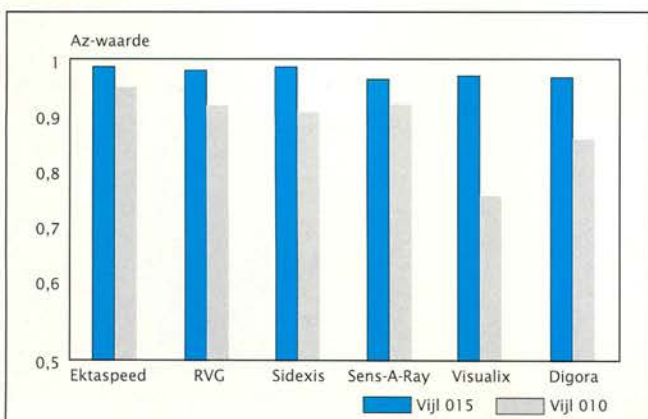
Afb. 1. Het Gendex Visualix digitale intra-orale sensor-systeem.

bijgekomen. Een overzicht van de bekendste systemen is weergegeven in tabel II. Een voorbeeld van een compleet systeem wordt in afbeelding 1 gegeven.

In de digitale radiologie wordt van dezelfde opnameprincipes gebruik gemaakt als in de conventionele radiologie. Het beeld wordt echter vastgelegd met behulp van een sensor in plaats van een film. Bij de meeste systemen wordt gebruik gemaakt van een CCD-chip (CCD = 'Charge Coupled Device') als sensor voor de röntgenstralen. Een uitzondering hierop vormt het Soredex Digora-systeem, waarbij gebruik wordt gemaakt van een zogenaamde 'photostimulable phosphor plate' als detector. De energie van de röntgenstraling wordt tijdelijk vastgehouden in een beeldplaatje, dat vervolgens met een laserscanner wordt uitgelezen.

De dikte van de eerste generatie sensors is sterk teruggebracht en betekent nauwelijks nog een belemmering bij het plaatsen in de mond. Het stralingsgevoelige gebied is bij de meeste sensors echter nog aanzienlijk kleiner dan dat van de tandfilm. Dit heeft tot gevolg dat er meerdere opnamen moeten worden gemaakt wanneer een groter gebied moet worden afgebeeld. Bovendien bestaat de kans dat, als er een enkel gebitselement moet worden afgebeeld, de sensor niet op de juiste plaats staat en de opname herhaald moet worden. Met behulp van speciale instelapparatuur kan de kans op deze fouten echter sterk worden gereduceerd.

Afb. 2. De gemiddelde Az-waarden voor de verschillende intra-orale sensors en Ektaspeed film bij het bepalen van de lengte van endodontische vijlen 010 en 015.



4 Opslag en bewerking van digitale beelden

Aankankelijk werden de digitale beelden geprint met een videoprinter. Een nadeel van deze werkwijze is dat het beeld daarna niet meer in digitale vorm beschikbaar is en er derhalve geen gebruik meer kan worden gemaakt van de voordelen van digitale bewerking van beelden. Opslag op een magnetisch of optisch medium is veruit te prefereren, ook al vergen röntgenbeelden veel opslagcapaciteit van de PC (tot ca. 400 Kb per opname).

In tegenstelling tot conventionele röntgenopnamen biedt digitale radiologie de mogelijkheid beelden te bewerken zonder deze te hoeven herhalen.^{6,7} Het contrast kan worden verbeterd, de zwarting aangepast of filters toegepast, zodat bijvoorbeeld ruis uit het beeld wordt verwijderd of randen versterkt worden weergegeven. Daarnaast is het relatief eenvoudig subtractie van beelden toe te passen. Twee op verschillende tijdstippen vervaardigde beelden kunnen van elkaar worden afgetrokken, zodat alleen de verschillen overblijven. Mogelijke toepassingen hiervoor zijn het objectief controleren van botaanmaak of afbraak.

5 Toepassingen van digitale systemen

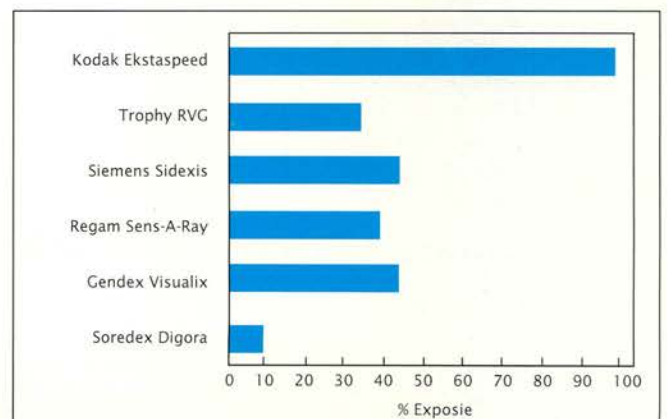
Tot nu toe is de endodontie het belangrijkste toepassingsgebied geweest voor de intra-orale digitale radiologie. Vooral het direct beschikbaar zijn van de afbeelding is een belangrijk voordeel. Het vervallen van de ontwikkelprocedure levert een aanzienlijke tijdswinst op. Met de sensor nog op zijn plaats kan de tandarts onmiddellijk beslissen over de technische kwaliteit van de opname. Hij kan bijvoorbeeld besluiten de instelling van de röntgenbuis iets te wijzigen en de opname direct over te maken, waardoor de kans van slagen van de correctie zeer hoog is. Ook kan de sensor op zijn plaats blijven als de lengte van een naald wordt gewijzigd.

Ook zijn toepassingen in bijvoorbeeld de implantologie mogelijk, waarbij informatie direct tijdens de operatie kan worden verkregen. Met de ontwikkeling van grotere sensors is ook de toepassing voor cariës- en parodontale diagnostiek goed mogelijk geworden.

6 Diagnostische kwaliteit en stralingsgevoeligheid van de sensors

De eerste vergelijkingen van de oudere systemen op het gebied van cariësdetectie lieten zien dat tandfilms een iets betere dia-

Afb. 3. De gevoeligheid van de intra-orale sensors uitgedrukt als percentage van de exposie voor een opname met Ektaspeed films.



Tabel I. ROC-resultaten van een test met detectie van kleine kunstmatige cariëslaesies. De Az-waarden geven de waarschijnlijkheid van een juiste beslissing weer.

Film	Speed group	Az-waarde	SD
Kodak Ultraspeed	D	0,806	± 0,0336
Agfa M2	D	0,811	± 0,0334
Kodak Ektaspeed	E	0,794	± 0,0340
Agfa M4	E	0,760	± 0,0358

gnostische kwaliteit bezitten.⁸⁻¹⁰ Met betrekking tot endodontische behandeling blijkt dat de diagnostische beeldkwaliteit van de sensor voor naalddikte 015 in de digitale systemen statistisch niet significant verschilt met die van een Ektaspeed film.¹¹⁻¹³ Voor de dünnere 010 naald is dit wel het geval (afb. 2).

Een belangrijk aspect is de gevoeligheid van de digitale systemen ten opzichte van de tandfilms. Fabrikanten van de sensors geven er veelal de voorkeur aan de gevoeligheid ten opzicht van speed group D-film aan te geven, omdat dan de voordelen groter lijken. Omdat in 1995 speed group E-film de standaard is, is in afbeelding 3 uitgegaan van deze film als referentie. In alle gevallen wordt een dosisreductie bereikt. Bij het Digora-systeem wordt bij 10% belichtingstijd van die van E-speed films nog steeds een beeldkwaliteit verkregen die vergelijkbaar is.

7 Discussie en conclusies

Met de komst van digitaal verkregen beelden in de algemene praktijk blijkt ook een 'gecomputeriseerde' praktijk noodzakelijk om de voordelen ten volle te benutten.^{14,15} Pas als de beelden verkregen met deze digitale methoden direct aan de andere patiëntengegevens gekoppeld zijn, kan ten volle gebruik worden gemaakt van deze nieuwe technologie. Voor de meeste nieuwe systemen is deze integratie nog niet compleet, met als gevolg dat van het administratieprogramma overgeschakeld moet worden naar het röntgenprogramma. Daarbij wordt niet van dezelfde patiënten-database gebruik gemaakt, zodat deze apart moet worden bijgehouden.

Een ander aspect is de standaardisatie van de gebruikte beeldformaten. Veelal is het niet mogelijk beelden gemaakt met een sensor van een bepaald merk in te lezen in een ander systeem. Daarnaast is de vergroting van beelden van de verschillende merken niet hetzelfde. Een verbetering van de standaardisatie op dit gebied zou ook de vele mogelijkheden op het gebied van de teleradiologie, ofwel het elektronisch verzenden van beelden naar collega's specialisten en/of verzoekers, eenvoudiger maken.

Momenteel is de tandfoto nog verreweg de belangrijkste

Tabel II. De bekendste digitale intra-orale sensor-systemen en hun eigenschappen.

Systeem	Type sensor	Oppervlak (mm)	Pixels
Kodak Ektaspeed	film	41,0 x 31,0	-
Trophy RadioVisioGraphy	CCD	19,0 x 28,0	380 x 480
Siemens Sidexis	CCD	18,4 x 29,6	410 x 658
Regam Sens-a-Ray	CCD	17,3 x 26,0	385 x 576
Gendex Visualix	CCD	18,0 x 24,0	288 x 384
Soredex Digora	phosphor plaatje	40,0 x 30,0	590 x 416
Schick CDR	CCD	36,5 x 25,2	760 x 524

beelddrager; in de nabije toekomst zal de digitale radiologie deze taak vermoedelijk overnemen.

Literatuur

- Aken J van. Beeldkwaliteit versus diagnostische kwaliteit. In: Stelt PF van der, et al, red. Tandheelkundige radiologie. Houten/Antwerpen: Bohn Stafleu Van Loghum, 1984; hfdst F1: 1-8
- Benz C, Mouyen F. Evaluation of the new RadioVisioGraphy-system image quality. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 72: 627-31.
- Horner K, Shearer AC, Walker A, Wilson NHF. Radiovisiography: An initial evaluation. *Br Dent J* 1990; 168: 244-8.
- Mouyen F, Benz C, Sonnabend E, Lodter J. Presentation and physical evaluation of radiovisiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 68: 238-42.
- Nelvig P, Wing K, Welander U. Sens-A-Ray: A new system for direct digital intra-oral radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 74: 818-23.
- Stelt PF van der. Improved diagnosis with digital radiography. *Orthodontics and Pedodontics* 1992; 2; IV: 1-6.
- Stelt PF van der. Computer-assisted interpretation in radiographic diagnosis. *Dent Clin North Am* 1993; 37: 683-96.
- Sanderink GCH, Huiskens R. Radiovisiography for caries detection: An in vitro comparison with conventional radiography. *J Dent Res* 1992; 71: 705.
- Sanderink GCH. Imaging: New versus traditional technological aids. *Int Dent J* 1993; 43: 335-42.
- Wenzel A, Hintze H, Mikkelsen L, Mouyen F. Radiographic detection of occlusal caries in non-cavitated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 72: 621-6.
- Sanderink GCH, Huiskens R, Stelt PF van der, Welander US, Stheeman SE. Image quality of direct digital intra-oral x-ray sensors in assessing root canal length. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78: 125-32.
- Sanderink GCH, Velders XL, Welander U, Stelt PF van der. An evaluation of two new direct digital intra-oral sensors, the Siemens Sidexis and the Gendex VIXA-2, for assessing root canal length. *Dentomaxillofac Radiol* 1995; 24: 103-4.
- Shearer AC, Horner K, Wilson NHF. Radiovisiography for length estimation in root canal treatment: an in vitro comparison with conventional radiography. *Int Endod J* 1991; 24: 233-9.
- Dove SB, McDavid WD, Wilcox D. Development and implementation of an image management and communications system (IMACS) for digital maxillofacial radiology. *Dentomaxillofac Radiol* 1991; suppl. 11: 18.
- Farman AG, Echternach ME, Razzano M, Mouyen F. Local and distant transfer of directly digitized dental radiographic images. *Dentomaxillofac Radiol* 1991; suppl. 11: 24.

Summary

ARE CONVENTIONAL DENTAL X-RAY FILMS BECOMING OUTDATED?

Key words: Dental radiology

Dental x-ray film is still the most important medium for the detection and storage of x-ray images. However, just as the use of computers cannot be stopped, digital techniques will take over the role of dental x-ray films in dental radiology.