

Tandheelkundige voorwerpen in de twintigste eeuw 6. Tandheelkundige röntgenologie

BRON	Ned Tijdschr Tandheelkd 2000; 107: 336-339.
TREFWOORDEN	Radiologie
RUBRIEK	Bijzonder onderwerp
SERIE	Tandheelkundige voorwerpen

Intraorale röntgenopname en instelapparatuur

AUTEUR(S) G.C.H. Sanderink

Vrij kort na de ontdekking van de röntgenstraling werd al in 1904 door Price een methode beschreven om periapicale röntgenopnamen van elementen te maken. Deze methode werd verder uitgewerkt door Cieszynski (1925) en staat nog steeds bekend als de bissectriceregeltchniek. Vanaf 1913 werden ook echte tandfilms op de markt gebracht. Deze films waren extreem ongevoelig in vergelijking tot de huidige films. De benodigde belichting voor de nu gebruikelijke tandfilms is nog slechts 5% van deze eerste tandfilms. De bissectriceregeltchniek bleef erg lang populair omdat deze kan worden toegepast met relatief lichte apparatuur zoals die vaak in de tandartspraktijk wordt gebruikt. Ook zijn er geen hulpmiddelen nodig. In 1920 werd door McCormack ook de rechthoekregeltechniek beschreven, maar het duurde nog tot in de jaren vijftig voordat de techniek enige populariteit verkreeg. In de Verenigde Staten was het vooral Updegrave die zich inzette om deze techniek te verbreiden. Dit werd onder meer mogelijk door de ontwikkeling van zwaardere röntgenapparaten, gevoeliger films en betere instelapparaten. In ons land werd de rechthoekregeltechniek onder de toen meest gebruikte aanduiding 'long-conetechniek' door Van Aken in de jaren zestig geïntroduceerd. Met vele publicaties zorgde hij ook voor de wetenschappelijke onderbouwing van deze techniek.



X-act instelapparatuur voor het vervaardigen van opnamen volgens de rechthoekregeltechniek.

Een essentieel onderdeel van de toepassing van de rechthoekregeltechniek is het gebruik van filmhouders. Deze houders hebben zich ontwikkeld van een eenvoudig beetblokje met film en daaraan een richtstaaf tot houders waarbij de stand van de film kan worden aangepast aan de lengte van het gebitselement. De instelring voor de juiste plaats van de tubus werd vervangen door een diafragmaplaat die de bundel net voor de film afschermt om zo tot een optimale stralenreductie te komen.

In de praktijk zijn bedieningsgemak en comfort belangrijke argumenten voor acceptatie van een methode. De moderne instelapparaten hebben veelal geen losse onderdelen meer. De begrenzing van het veld wordt bereikt door een rechthoekig diafragma of tubus, waardoor het gewicht van de instelapparaten nog gering is. Daarnaast zijn er ook apparaten die specifiek voor endodontische behandelingen zijn aangepast.

Het besef dat de beeldkwaliteit van opnamen vervaardigd met de rechthoekregeltechniek superieur is aan die met de bissectricetechniek en minder foto's dienen te worden overgemaakt, leidt ertoe dat steeds meer instelapparaten worden toegepast. Foto's volgens de rechthoekregeltechniek zullen meer regel dan uitzondering zijn

Literatuur

- CIESZYNSKI A. The position of the dental axis in the jaws and the exact adjustment of the chief ray in the intraoral method with regard to maxillary irregularities. Table of angle dimensions for the chief ray. Int J Orthodontia 1925; 11: 742-763.
- McCORMACK FW. A plea for standardized technique for oral radiography with an illustrated

classification of findings and their verified interpretations. J Dent Res 1920; 2: 467-490.

- PRICE WA. The technique necessary for making good dental skiagraphs. Dent Items Interest 1904; 26: 161-171.
- UPDEGRAVE WJ. The paralleling extension cone technique in intraoral dental radiography. Oral Surg 1951; 4: 1250-1261.

De bitewing-opname

AUTEUR(S) P. Mileman

De bitewing-röntgenopname is alom bekend. Van de ongeveer zes miljoen röntgenfoto's die tandartsen in 1996 maakten, bestond ten minste twee derde uit bitewing-röntgenopname. Hoewel in 1909 door McIntosh 27 indicaties werden genoemd voor intraorale röntgenopnamen, ontbrak cariësdagnostiek in de eerste dagen als indicatiegebied. In 1925 stelde Raper voor om vijf tot zeven bitewing-opnamen te maken voor volledige diagnose van de patiënten. Hij lanceerde ook het idee de opnamen regelmatig te herhalen. Anderson (1934) gebruikte bij een epidemiologisch onderzoek waarschijnlijk als eerste de bitewing-opname om cariësprogressie vast te leggen.

Pas na de Tweede Wereldoorlog werden bitewings gezien als een essentieel diagnostisch hulpmiddel in de (kinder)tandheelkunde van alle dag. In 1980 bereikte het maken van bitewings in de Verenigde Staten een halfjaarlijkse frequentie, ondanks het feit dat de cariësprevalentie onder de jeugd daalde. In een rapport van 1982 sprak de Gezondheidsraad hierover haar bezorgdheid uit. Deze bezorgdheid kwam ook tot uiting in internationale publicaties over richtlijnen voor het indiceren van röntgenfoto's, gebaseerd op het toepassen van 'selectiecriteria', met als uitgangspunt het te verwachten nut voor de patiënt en voor de cariësdagnostiek. De bijdrage van bitewings voor onder andere parodontale aandoeningen werd wel erkend.

Backer-Dirks et al (1961) maakten in het onderzoek naar drinkwaterfluoridering in Tiel-Culemborg gebruik van instelapparatuur voor het vervaardigen van bitewing-opnamen (afb. 1).

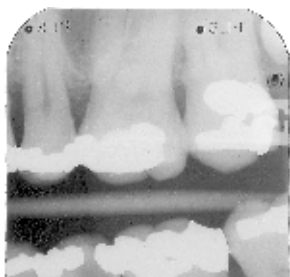


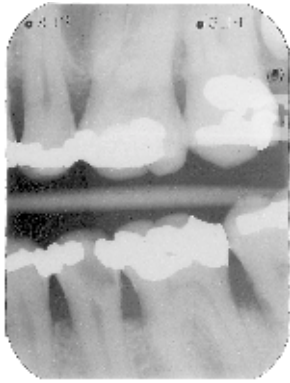
Afb. 1. "Apparaat voor het vervaardigen van Molaar 'bitewing' photo's." (Backer Dirks *et al*, 1953).

Hun nauwkeurige methode stond toe dat elk proximaal vlak door de tijd heen kon worden gevolgd. De conclusies van Backer-Dirks (1966), zoals het lage tempo van voortschrijding van proximale cariës en het mogelijke bestaan van remineralisatie, verdienden terecht internationale belangstelling (Haugejorden, 1974).

Vroeger werd het voordeel van het gebruik van bitewings voor de cariësdagnostiek procentsgewijs uitgedrukt. Trithart en Donnelly (1950) spoorden bijvoorbeeld 74% tot 204% meer caviteiten op door bitewings te gebruiken dan met spiegel en sonde. Barr en Gresham (1950) meldden dat met uitsluitend bitewings 94% van de cariës op te sporen is, terwijl dat met klinisch onderzoek maar 44% is. Uit recenter onderzoek blijkt bij bepaalde patiënten de opbrengst van door bitewings opgespoorde cariës acht keer hoger dan die van onderzoek met spiegel en sonde (Poorterman *et al*, 1999).

Indelingen voor de mate van voortschrijding van cariës op bitewing-röntgenopnamen zijn voorgesteld door diverse onderzoekers, zoals Backer-Dirks et al (1953) en Marthaler (1966). Het laatste hierover is waarschijnlijk nog niet gezegd. Tulloch en Antczak-Bouckoms (1988) hebben het idee gelanceerd dat in het belang van de patiënt een verschuifbaar restauratief behandelingscriterium voor cariës op bitewing-röntgenopnamen is aan te bevelen, waarschijnlijk in het dentine.





Afb. 2. Verticale bitewing-opname, recentelijk gemaakt met instelapparatuur. Waarneembaar zijn onder andere cariës en afwijkingen van de parodontale bothoogte en van de anatomie van de sinus maxillaris.

Net als andere diagnostische tests hebben bitewings tekortkomingen (Arnold, 1983). De kans op het opsporen van dentinecariës is niet perfect, maar ligt rond de 60%, met een reële kans op een fout-positieve diagnose (Mileman en Van der Weele, 1990). Dit betekent dat frequent gebruik van bijvoorbeeld digitale bitewings met hun geringe stralingsdosis ook diagnostische nadelen heeft voor de patiënt.

De bitewing-opname blijft een belangrijk diagnostisch hulpmiddel. Maar met de opkomst van digitale röntgenopnamen, de geringe cariësprevalentie, de mogelijkheden van algoritmes die diagnostiek ondersteunen en mogelijk de verminderende dosis per diagnostische taak, is er urgent behoefte om de kosteneffectiviteit van bitewing-opnamen onder de loep te nemen.

Literatuur

- ANDERSON PG, WILLIAMS CHM, HALDERSON H, SUMMERFELDT C, AGNEW RG. The influence of vitamin D in the prevention of dental caries. *J Am Dent Assoc* 1934; 21: 1349-1366.
- ARNOLD LV. The radiographic detection of initial carious lesions on the proximal surfaces of teeth. Utrecht: Rijksuniversiteit, 1983. Academisch proefschrift.
- BACKER-DIRKS O. Post eruptive changes in dental enamel. *J Dent Res* 1966; 45 (3): (Suppl.) 503-511.
- BACKER-DIRKS O, AMERONGEN J VAN, WINKLER KC. Cariësonderzoek. III. Een reproduceerbare methode voor de cariesbepaling. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1953; 60: 869-881.
- BACKER-DIRKS O, KWANT GW, HOUWINK B. Fluoridetoevoeging aan drinkwater. Resultaat van het onderzoek Tiel-Culemborg. *Tandcariës van proximale vlakken. Ned Tijdschr Tandheelkd* 1961; 68: 851-863.
- BARR JH, GRESHAM AH. Detection of carious lesions on the proximal surfaces of teeth. *J Am Dent Assoc* 1950; 41: 198-204.
- GEZONDHEIDSRaad. 39 Advies inzake periodiek tandheelkundig röntgenonderzoek. Leidschendam: Gezondheidsraad, 1982.
- HAUGEJORDEN O. A study of the methods of radiographic diagnosis of dental caries in epidemiological investigations. *Acta Odontol Scand* 1974; 32: (Suppl. 65) 1-260.
- McINTOSH H. The X-ray in dentistry. *J Dent Res* 1909; 4: 335-345.
- MARTHALER TM. A standardized system of recording dental conditions. *Helv Odont Acta* 1966; 10: 1-18.
- MILEMAN PA, WEELE LT VAN DER. Accuracy in radiographic caries diagnosis: Dutch practitioners and dental caries. *J Dent* 1990; 18: 130-136.
- POORTERMAN JHG, AARTMAN IHA, KALSBEK H. Underestimation of the prevalence of approximal caries and inadequate restorations in a clinical epidemiological study. *Community Dent Oral Epidemiol* 1999; 27: 331-337.
- RAPER HR. A new kind of X-ray examination for preventive dentistry. *Int J Ortho Oral Surg* 1925; 11: 76-86.
- TRITHART AH, DONNELLY CJ. A comparative study of proximal cavities found by clinical and roentgenographic examinations. *J Am Dent Assoc* 1950; 40: 33-37.
- TULLOCH JFC, ANTCZAK-BOUCKOMS AA. Selecting the optimal threshold for the radiographic diagnosis of interproximal caries. *J Dent Educ* 1988; 52: 630-636.

De panoramische opname

AUTEUR(S) G.C.H. Sanderink

Hoewel al een jaar na de ontdekking van de röntgenstralen de eerste tandfoto werd vervaardigd, zou het nog tot 1961 duren alvorens de tandarts de beschikking kreeg over een apparaat waarbij het mogelijk was de kaken zonder overlappings op één foto af te beelden. De eerste stappen voor de ontwikkeling vonden plaats in Japan toen in 1933 een techniek werd beschreven door Numata, waarbij een strook film linguaal in de mond van de patiënt geplaatst werd en het röntgenapparaat met een smalle bundel daarna rond de patiënt werd gedraaid (Langland *et al*, 1989). Pas in 1949 kwam Paatero (Suomi, Finland) met een methode waarbij röntgenbuis en film extraoraal geplaatst werden. Het zou tot 1961 duren voor met de massaproductie werd gestart (Langland *et al*, 1989). In 1988 werden door toepassing van micro-elektronica ingrijpende innovaties toegepast, waardoor verschillende beeldlaagvormen, diktes, locaties en afmetingen van het veld mogelijk werden. Ook aan de kant van film en versterkingsschermen zijn verbeteringen bereikt. Door de toepassing van zogenaamde zeldzame-aarde-versterkingsschermen met bijpassende films werd een grote rendementsverhoging bereikt, wat ertoe heeft bijgedragen dat de beeldkwaliteit sterk is verbeterd. De scherpte bereikt echter niet die van tandfilms.

De weergave van een groot gebied kan als een voordeel van de panoramische opname worden beschouwd. Niet alleen een overzichtelijk beeld van de gebitselementen en hun directe omgeving, maar de volledige kaken tot en met de kaakkopjes en sinus maxillaris worden afgebeeld. De panoramische opname neemt naast zijn functie binnen de mondheilkunde en de orthodontie een steeds belangrijker plaats in binnen de algemene praktijk. Panoramische opnamen vervangen niet direct tandfilms, maar in combinatie met deze bieden ze de mogelijkheid om een omvattend röntgenologisch onderzoek te doen. De toepassing binnen de implantologie speelt een steeds belangrijker rol. Op geen andere foto is een dergelijk overzicht van de processus en de relatie tot structuren als sinus maxillaris of canalis mandibularis te verkrijgen.



Modern röntgenapparaat voor panorama-opnamen.

In tegenstelling tot tandfoto's bevindt de film zich bij het maken van de panoramische opname ook extraoraal. Daarom is het maken van de opname nauwelijks een belasting voor de patiënt en de totale procedure van instellen en maken van de opname vergt slechts enkele minuten.

Omdat de scherpte van de panoramische opname altijd geringer is dan die van tandfoto's, dienen voor de verdere diagnostiek van verdachte elementen alsnog solo's te worden vervaardigd. Deze argumenten gelden ook voor de toestand van het parodontium. Ook hier dienen, in geval er aanleiding toe bestaat, aanvullend bitewings te worden gemaakt. De panoramische opname heeft een vaste plaats gekregen in het scala aan mogelijkheden binnen de röntgendiagnostiek. Deze plaats zal door eerdergenoemde voordelen in de toekomst steeds groter worden.

Literatuur

- LANGLAND OE, LANGLAIS RP, McDAVID WD, DELBALS AM. Panoramic radiology. Philadelphia: Lea & Febiger, 1989.
- PAATERO YV. A new tomographical method for radiographing curved outer surfaces. Acta Radiol 1949; 32: 177-184.

De ontwikkelmachine

AUTEUR(S) X.L. Velders

Reeds in zijn eerste publicatie over de ontdekking van de 'X-Strahlen', beschrijft Röntgen de

gevoeligheid van films en filmpaten voor de nieuwe straling (Röntgen, 1895). Om zijn waarnemingen aan de nieuwe straling te controleren gebruikte Röntgen fotografische opnamen. Enkele weken na de ontdekking van de röntgenstraling (1896) werd de eerste tandheelkundige röntgenopname gemaakt. Tot in de jaren zestig van de vorige eeuw worden de films en de filmpaten, die voor tandheelkundige doeleinden worden gebruikt, handmatig ontwikkeld. Uit een onderzoek, dat in 1970 in dit tijdschrift werd gepubliceerd, bleek dat minder dan 5% van de Nederlandse tandartsen gebruikmaakte van een ontwikkelautomaat (Van de Poel en Kloprogge, 1970). De meeste tandartsen ontwikkelden de röntgenfoto's met de hand. In 1971 verscheen een artikel waarin twee ontwikkelautomaten voor tandheelkundige röntgenfilms werden vergeleken. De auteurs gaven als conclusie: "Indien men niet de beschikking heeft over een donkere kamer, maar wel over voldoende ruimte in zijn praktijkkamer, het dagelijks te plegen onderhoud geen bezwaar vindt en regelmatig slechts een beperkt aantal films tegelijk te ontwikkelen heeft, dan zou de aanschaf van een dergelijke automaat overwogen kunnen worden" (Van de Poel *et al*, 1971). In 1980 verscheen een artikel over de beeldkwaliteit van door ontwikkelmachines ontwikkelde röntgenfilms. In het artikel schreven de auteurs: "meer en meer gaat de practicus ertoe over gebruik te maken van ontwikkelautomaten". Zij concludeerden: "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" (Van der Linden en Van der Stelt, 1980). Met een ontwikkelautomaat is de tandarts in staat binnen zes tot acht minuten een foto te ontwikkelen.



Een voorbeeld van een type ontwikkelautomaat.

De snelheid en het gemak van de ontwikkelautomaten en de toename van het aantal tandheelkundige röntgenfoto's zorgden ervoor dat in de jaren tachtig van de twintigste eeuw meer dan 80% van de tandartsen gebruikmaakte van een ontwikkelautomaat (Velders, 1989; Van Aken, 1991). Het belang van de ontwikkelautomaat lijkt echter aan het einde van de twintigste eeuw te verminderen met de opkomst van de digitale röntgenologie. De snelheid en het gemak van de digitale systemen zijn nog groter dan die van de ontwikkelautomaten. Bovendien wordt de belasting van het milieu gezien als belangrijk nadeel van de ontwikkelprocedure, automatisch zowel als handmatig. De ontwikkelautomaat zal in de eenentwintigste eeuw waarschijnlijk een zachte dood sterven.

Literatuur

- AKEN J VAN. Het verbruik van intra-orale röntgenfilms in de periode 1958-1988. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1991; 98: 362-364.
- LINDEN LWJ VAN DER, STELT PF VAN DER. De beeldkwaliteit van door ontwikkelmachines ontwikkelde röntgenfilms. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1980; 87: 217-224.
- POEL ACM VAN DE, KLOPROGGE MJGM. Het belichten en ontwikkelen van tandheelkundige röntgenfoto's. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1970; 77: 341-346.
- POEL ACM VAN DE, KLOPROGGE MJGM, GROOTHEDDE RTH. Een vergelijkend onderzoek van twee ontwikkelautomaten voor tandheelkundige röntgenfilms. *Ned Tandartsenblad* 1971; 26: 722-725.
- RÖNTGEN WC. Ueber eine neue Art von Strahlen. Vorläufige Mittheilungen. *Sitzsberg Physik-Med Ges Würzburg* 1895; 132-141.
- VELDERS XL. Patient exposure due to bitewing radiography. Amsterdam: Vrije Universiteit, 1989. Academisch proefschrift.

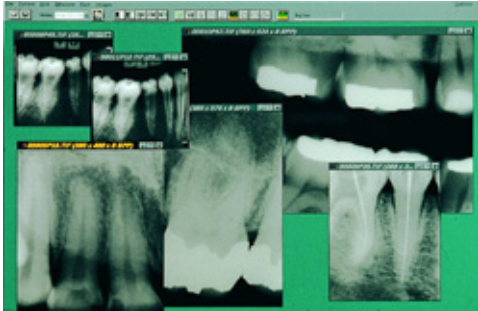
Digitale radiologie

AUTEUR(S) P.F. van der Stelt

In januari 1896, twee weken na de ontdekking van de 'X-Strahlen' door Wilhelm Conrad Röntgen, werd de eerste tandheelkundige opname vervaardigd. Er zouden nog vele volgen. Al deze opnamen werden vastgelegd op een fotografische film, die niet alleen gevoelig was voor zichtbaar licht maar ook voor röntgenstraling. Pas in de jaren tachtig van de twintigste eeuw

kwam er een elektronische sensor beschikbaar, waarmee tandheelkundige intraorale opnamen konden worden gemaakt die vervolgens in de computer konden worden opgeslagen (Mouyen *et al*, 1989).

De eerste elektronische sensoren beruisten op het principe van de Charge-Coupled Device-technologie. Hierbij wordt gebruikgemaakt van een elektronische chip, waarmee de intensiteit van de straling wordt vastgelegd nadat deze de af te beelden structuren is gepasseerd. Enige jaren later kwam ook een andere techniek op de markt: de Storage Phosphor Plate-technologie (Gröndahl *et al*, 1996). Hierbij wordt het beeld tijdelijk vastgelegd op een plaat met een röntgengevoelige laag van kristallen van een speciale fosforverbinding. De beeldinformatie komt beschikbaar door deze uit te lezen met een laserscanner. Ook hier wordt de beeldinformatie vervolgens naar de computer doorgestuurd.



De weergave van röntgenopnamen op het computerscherm in een softwarepakket voor tandheelkundige digitale radiologie (Emago/Advanced, Oral Diagnostic Systems, Amsterdam).

In beide gevallen wordt het röntgenbeeld niet weergegeven in de vorm van neergeslagen zilver in de emulsie van de film, maar als getallen in het computergeheugen. De beschikbaarheid van deze digitale informatie heeft de mogelijkheden van de röntgenopname als diagnostisch hulpmiddel aanzienlijk uitgebreid. De getallen die het beeld representeren, kunnen door wiskundige bewerkingen worden veranderd. Op deze wijze is het mogelijk een over- of onderbelicht beeld toch nog bruikbaar te maken, zonder de patiënt opnieuw aan straling bloot te stellen. Ook kunnen contouren, contrasten of zelfs specifieke structuren worden geaccentueerd. Dit zijn bewerkingen die niet of alleen met veel moeite mogelijk waren in het tijdperk van de conventionele röntgenopnamen.

Een andere toepassing is het verzenden van het röntgenbeeld per modem en telefoon of via het Internet naar een collega, bijvoorbeeld voor consultatie. Digitale radiologie is niet langer een experimentele techniek, maar kan routinematig in de praktijk worden toegepast (Van der Stelt, 2000). Er bestaat software die speciaal ontwikkeld is voor diagnostiek met behulp van digitale radiologie in de tandheelkundige praktijk.

Een ontwikkeling waaraan op dit moment door een aantal onderzoeksgroepen aandacht wordt gegeven, betreft de driedimensionale weergave van tandheelkundige structuren. Deze technieken zijn verwant aan computertomografie, maar vereisen een veel lagere dosis, en leveren een hogere detailscherpte. Op deze wijze zal het mogelijk zijn zich een beeld te vormen van bijvoorbeeld de ruimtelijke vorm van een parodontaal defect, of van de onderlinge relatie van anatomische structuren.

Literatuur

- GRÖNDAHL HG, WENZEL A, BORG E, TAMMISALO E. An image plate system for digital intra-oral radiography. *Dent Update* 1996; 23: 334-337.
- MOUYEN F, BENZ C, SONNABEND E, LODTER JP. Presentation and physical evaluation of RadioVisioGraphy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 68: 238-242.
- STELT PF VAN DER. Principles of digital imaging. *Dent Clin North Am* 2000; 44: 237-248.