



P.F. van der Stelt

Onderzoeksmethoden in de tandheelkunde 8

Methoden om longitudinale verschillen in botdensiteit te detecteren: digitale subtractie

Samenvatting

Trefwoorden:

- Röntgendiagnostiek
- Botresorptie
- Radiologie

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

Subtractieradiografie is in 1934 ontwikkeld door de Nederlandse radioloog B. Ziedses des Plantes. Subtractie berust op het van elkaar aftrekken van twee röntgenopnamen, waardoor alleen de verschillen zichtbaar worden en structuren die ongewijzigd zijn gebleven tussen beide opnamen, worden onderdrukt. In de jaren tachtig van de vorige eeuw is de techniek ook in de tandheelkundige radiologie geïntroduceerd. Inmiddels zijn er vele onderzoeken verricht die het nut van deze techniek voor de tandheelkundige diagnostiek aantonen. Een vereiste voor betrouwbare resultaten is dat de twee opnamen die gebruikt worden voor de subtractie, een identieke helderheid en contrast hebben en bovendien een volstrekt gelijke projectierichting. Sinds röntgenopnamen direct digitaal kunnen worden vastgelegd, zijn er ook methoden ontwikkeld om de zwarting en de projectierichting van de twee subtractieopnamen ná het maken van de opnamen aan elkaar gelijk te maken door middel van speciale computersoftware. Ook de projectierichting van de twee opnamen kan op deze wijze identiek worden gemaakt. De techniek is daarmee ook toepasbaar geworden in de algemene praktijk.

Datum van acceptatie:
7 november 2004

STELT PF VAN DER. Onderzoeksmethoden in de tandheelkunde 8. Methoden om longitudinale verschillen in botdensiteit te detecteren: digitale subtractie. Ned Tijdschr Tandheelkd 2005; 112: 46-50.

Adres:

Prof. dr. P.F. van der Stelt
ACTA
Louwesweg 1
1066 EA Amsterdam
p.vdstelt@acta.nl

Inleiding

Röntgenopnamen zijn van groot belang in de tandheelkundige diagnostiek. Veel afwijkingen zijn gerelateerd aan de gemineraliseerde weefsels. Zonder röntgenfoto's zou de tandarts zich letterlijk geen beeld kunnen vormen van afwijkingen in het inwendige van het glazuur, dentine of bot. Hoewel er verschillende andere fysische methoden in de loop der tijd zijn onderzocht op hun diagnostische mogelijkheden, zoals ultrasound, laser en hoogfrequent licht, vervult na ruim honderd jaar de röntgendiagnostiek nog steeds een prominente rol in de tandheelkunde. Het is dus vanzelfsprekend dat ook de diagnostiek van de kwaliteit van het bot voor een belangrijk deel is gebaseerd op informatie die is verkregen door middel van röntgenopnamen.

Een belangrijk kenmerk van een röntgenopname is dat het een momentopname is. Dat betekent dat met een enkele opname alleen informatie wordt verkregen over de situatie van de gebitselementen en het bot op het tijdstip waarop de opname werd gemaakt. Het is echter niet mogelijk te bepalen of een aangetroffen afwijking in omvang toeneemt, afneemt of stabiel is. Alleen door vergelijking met een eerdere röntgenopname, kan worden vastgesteld of de afwijking in grootte is veranderd.

De eenvoudigste manier om twee opnames te vergelijken is natuurlijk ze naast elkaar te bekijken. Men kan dan conclusies trekken uit de verschillen die waarneembaar zijn. Deze methode is echter niet erg betrouwbaar en zeker niet kwantitatief. Er is daarom behoefte aan een techniek die op een objectieve wijze

de verschillen tussen twee opnamen op opeenvolgende tijdstippen kan weergeven. De methode die hiervoor is ontwikkeld heet subtractieradiografie.

Subtractieradiografie wordt uitgevoerd aan de hand van twee opnamen van hetzelfde gebied. Tussen de eerste en de tweede opname zit een bepaalde periode. Dit tijdsverloop is afhankelijk van de snelheid waarmee de te detecteren veranderingen zich voordoen. Voor tandheelkundige toepassingen is een periode van zes tot twaalf maanden gebruikelijk. De subtractie berust op het van elkaar aftrekken van de grijswaarden van de tweede opname van die van de eerste. Waar zich geen verschil heeft voorgedaan tussen de twee opnamen zal het resultaat een neutrale grijswaarde zijn. Op de plaatsen met wél een verandering, zal de uitkomst van de bewerking een afwijkende grijswaarde opleveren.

Door middel van subtractie worden de twee opnamen met elkaar vergeleken. De speciale betekenis van subtractie is dat de structuren die in beide opnamen niet zijn veranderd, worden uitgewist. Wat overblijft, zijn de structuren die wel zijn veranderd als gevolg van het toe- of afnemen van de omvang van de laesie. Deze veranderingen zullen veelal samenhangen met een afwijking; het is immers niet waarschijnlijk dat anatomische veranderingen op deze termijn plaatsvinden en deze zullen dus niet meer voorkomen in het subtractiebeeld. Daarom wordt de waarnemer niet meer afgeleid door deze structuren en kan de aanwezigheid van een afwijking des te makkelijk worden herkend. Vooral voor het detecteren van veranderingen in het bot kan subtractieradiografie een belangrijke rol spelen. Het trabeculaire bot bestaat uit een ingewikkeld

en onvoorspelbaar netwerk van botbalkjes, waarin subtiële veranderingen moeilijk kunnen worden herkend.

De introductie van subtractieradiografie

Subtractieradiografie is voor het eerst beschreven door de Nederlandse radioloog Ziedses des Plantes (1934). Computers bestonden er nog niet in die tijd. Het subtractiebeeld moest dus worden verkregen door een gecompliceerde fotografische procedure om de positieve en de negatieve kopieën van de oorspronkelijke röntgenopnamen te combineren. Tegenwoordig kunnen röntgenopnamen digitaal worden vastgelegd en kan de subtractieprocedure eenvoudig met behulp van de computer worden uitgevoerd. Hierdoor is subtractie ook binnen het bereik van de tandarts-algemeen practicus gekomen.

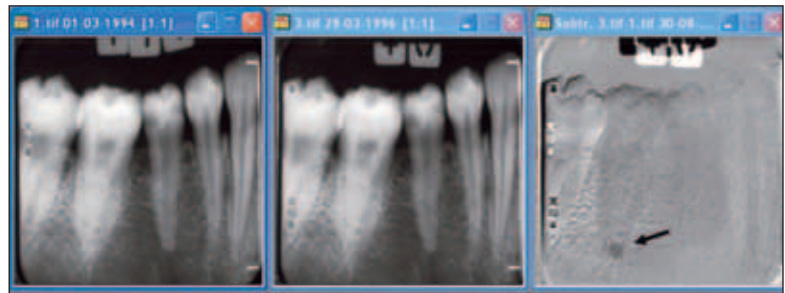
De eerste toepassing van subtractie was in de algemene radiologie. De methode kan goed worden gebruikt om het verloop van bloedvaten in de hersenen en elders in het lichaam vast te leggen (angiografie). Hiertoe wordt eerst een opname van het te onderzoeken gebied gemaakt. Vervolgens wordt een contraststof in het vaatsysteem ingespoten en wordt een tweede opname gemaakt van hetzelfde gebied. De contraststof heeft een lagere röntgendoorlaatbaarheid dan bloed. Op het subtractiebeeld zullen de meeste anatomische structuren nu zijn verdwenen. De bloedvaten met daarin de contraststof zijn echter wel zichtbaar, omdat er een verschil is in de mate waarin röntgenstraling wordt tegengehouden op de eerste en op de tweede opname. Dit is tegenwoordig een routinemethode voor het afbeelden van vernauwing (stenose) of verwijding (aneurysma) van bloedvaten.

De toepassing van subtractie in de tandheelkundige radiologie is doorgaans niet gebaseerd op een tweede opname met contraststof, maar op een verschil in hoeveelheid gemineraliseerd weefsel. Dit kan bijvoorbeeld het gevolg zijn van een geslaagde behandeling, of juist door het optreden van botresorptie (afb. 1).

Vereisten voor subtractie: mechanische oplossingen

Voor subtractie zijn twee opnamen nodig met een identieke projectiegeometrie. In de angiografie, zoals dat wordt uitgevoerd in de algemene radiologie, wordt na het inspuiten van de contraststof de tweede opname kort na de eerste gemaakt. De kans dat de patiënt zich in de tussentijd heeft verplaatst is zeer klein. In de tandheelkundige radiologie worden voor subtractie echter opnamen gebruikt waartussen enkele maanden of zelfs jaren verstreken kunnen zijn. Er moeten dan meer maatregelen worden getroffen om identieke opnamen te verkrijgen.

Een mogelijkheid is om röntgentoestel, patiënt en röntgenfilm of sensor mechanisch aan elkaar te verbinden. Hiervoor kan een filmhouder worden gebruikt, waarvan het beetgedeelte is voorzien van een afdruk van de gebitselementen waarvan de opname wordt gemaakt.



Afb. 1. Voorbeeld van een subtractieopname. De grijswaarden van de tweede afbeelding zijn afgetrokken van die van de eerste. De botlaesie (pijl) wordt zichtbaar als een donker gebied, hetgeen er op wijst dat er botverlies heeft plaatsgevonden.

Bij een volgende opnamesessie kan de filmhouder weer op dezelfde wijze in de mond worden geplaatst aan de hand van de afdruk (Rudolph en White, 1988). Deze methode is echter nogal omslachtig en niet erg comfortabel voor de patiënt. Bovendien wordt de nauwkeurigheid minder wanneer het afdruk materiaal na verloop van tijd van vorm verandert, of wanneer het occlusale patroon door een nieuwe restauratie wijzigt.

Een andere oplossing om zo min mogelijk hinder van een veranderde positie van de patiënt te hebben, is het röntgentoestel zo ver mogelijk van patiënt en film te plaatsen, minstens twee meter of meer. De patiënt wordt in een cefalostaat geplaatst, zoals dat ook bij een röntgenschedelprofielopname wordt toegepast en waarbij het hoofd met oorpinnen in een stabiele positie wordt gehouden, en later ook weer kan worden gerepositioneerd (Ludlow en Peleaux, 1994). Hiermee zijn goede resultaten geboekt. Een belangrijk nadeel is dat het kiezen van een opnamerichting die afwijkt van een richting loodrecht op het mediaanvlak van de patiënt, onmogelijk is of in elk geval speciale voorzieningen vereist.

Behalve de opnamerichting moet ook de gemiddelde zwarting van de opnamen gelijk zijn. Anders is het immers niet mogelijk een gebied waarin zich geen wijzigingen hebben voorgedaan, in het subtractiebeeld weer te geven in een neutrale grijswaarde. Wanneer de opnamen worden gemaakt op de conventionele wijze met film, kan alleen een ver doorgevoerde standaardisatie bevredigende resultaten geven. Of men geslaagd is in deze opzet kan worden vastgesteld indien er een aluminium trapje (step wedge) of wig wordt opgenomen in de opname. In plaats van aluminium kan ook een ander materiaal worden gebruikt, bijvoorbeeld hydroxylapatiet, dat een absorptiecoëfficiënt heeft die dicht ligt bij die van bot en dentine. Als de zwartingswaarden van het trapje gelijk zijn in de twee opnamen voor de subtractie, dan is men erin geslaagd de belichtings- en ontwikkelomstandigheden constant te houden. Er kan dan worden uitgegaan dat de zwartingswaarden van het subtractieresultaat betrouwbare waarden geven.

Vereisten voor subtractie: softwarematige oplossingen

Sinds opnamen in digitale vorm beschikbaar zijn, is het voldoen aan de eisen van standaardisatie gemakke-

lijker. Het is zelfs mogelijk opnamen die (binnen zekere grenzen) verschillend zijn, toch achteraf alsnog aan elkaar gelijk te maken en dus geschikt voor subtractie te maken.

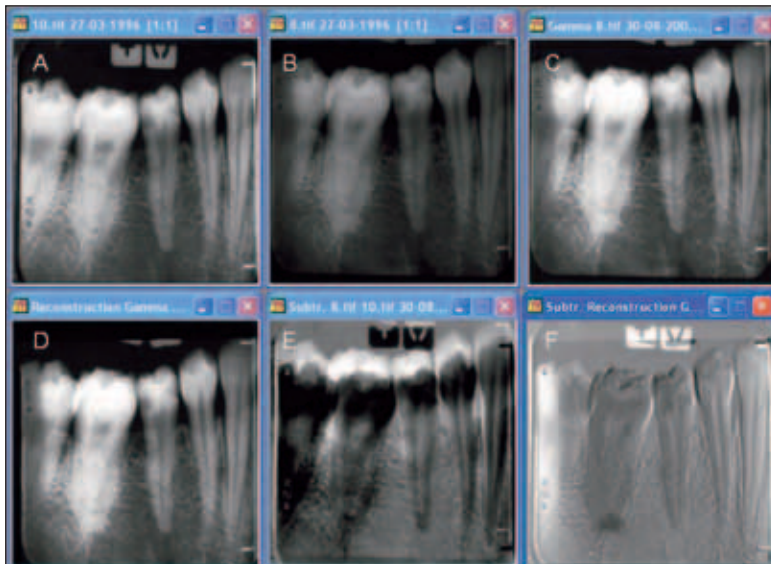
Een digitaal beeld bestaat uit een groot aantal pixels. Een pixel wordt ook wel een beeldpunt genoemd. Het is de kleinste eenheid waaruit een beeld is opgebouwd. De pixels zijn gerangschikt in rijen en kolommen. Een digitale röntgenopname gemaakt met

een intraorale sensor kan enkele miljoenen beeldpunten bevatten. De beeldpunten worden gekarakteriseerd door drie getallen: een x- en een y-coördinaat waarmee de positie in het beeld is vastgelegd, en een getal dat de grijswaarde weergeeft. De grijswaarde ligt in principe tussen 0 en 255 (soms worden digitale beelden met meer grijswaarden opgeslagen, maar voor de weergave op het beeldscherm worden deze waarden omgerekend naar een schaal van 0 tot 255); 0 komt overeen met zwart en 255 is wit. De voorkomende grijswaarden kunnen grafisch worden weergegeven in de vorm van een histogram. Op de x-as staan de waarden van 0 tot 255. Verticaal is weergegeven hoe vaak elke grijswaarde in het beeld voorkomt. De verdeling van grijswaarden in het histogram wordt bepaald door het contrast en de helderheid van de opname. Dit is natuurlijk direct gerelateerd aan de belichtingsomstandigheden. Zo zal bij overbelichting de opname donkerder worden en zal het histogram naar links verschuiven.

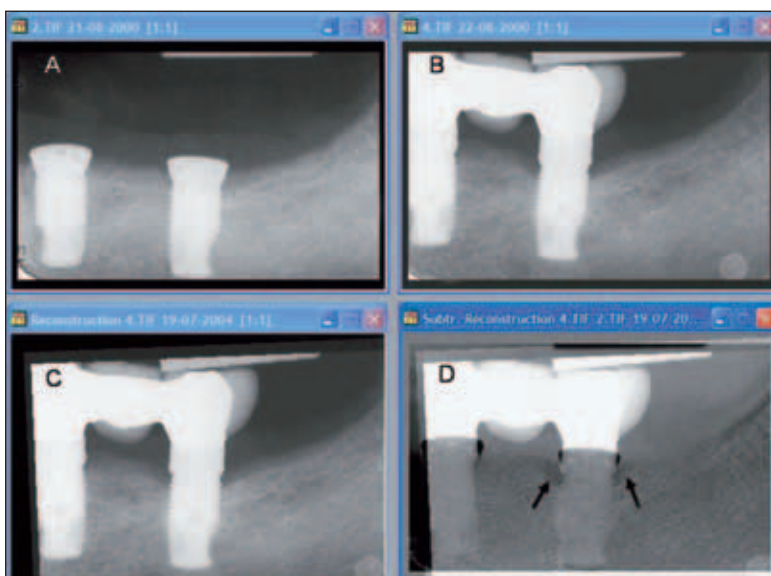
Twee opnamen waarop subtractie moet worden toegepast, hebben in het ideale geval dezelfde grijswaardenverdeling. Als dit niet is gelukt door de keuze van de belichtingsomstandigheden, dan zal een softwarematige correctie achteraf moeten plaatsvinden. Dit kan worden gedaan door het grijswaardenhistogram van de tweede opname gelijk te maken aan dat van de eerste. Wiskundig is dit een relatief eenvoudige bewerking. De computer kan bijhouden naar welke grijswaarde de grijswaarden van het tweede histogram worden verplaatst om de vorm van het eerste histogram te bereiken. Deze informatie kan dan worden gebruikt om de waarde van elk pixel in het tweede beeld om te zetten in een nieuwe grijswaarde. Het resulterende beeld zal nu (vrijwel) eenzelfde grijswaardenverdeling hebben als het eerste beeld. Met andere woorden, contrast en helderheid van het tweede beeld zijn nu gelijkend aan die van het eerste beeld. Dit is de eerste stap van een softwarematige 'matching' van de twee beelden ten behoeve van subtractie.

De tweede aanpassing die met behulp van de computersoftware kan worden toegepast, heeft betrekking op de opname- of projectierichting van de beelden. Deze moeten ook gelijk zijn voor een goed subtractieresultaat. Door aan de computer een aantal anatomische punten in beide beelden aan te wijzen die met elkaar overeenkomen, kan de beeldinformatie van het tweede beeld worden omgerekend in overeenstemming met de projectierichting van het eerste beeld (Ostuni *et al*, 1993). De twee beelden zien er dan uit alsof ze vanuit dezelfde oorsprong zijn gemaakt. Deze procedure is bekend als geometrische reconstructie of 'projective standardization'(afb. 2).

Met behulp van dit soort bewerkingen is het mogelijk subtractie toe te passen in de algemene praktijk. Het is niet nodig röntgenbron, patiënt en sensor op een rigide wijze aan elkaar te verbinden. Standaardisatie van de opnamerichting met behulp van normale instelapparatuur is voldoende als uitgangspunt van de daarop volgende softwarematige geometrische reconstructie. Recentelijk is er zelfs software beschikbaar



Afb. 2. A. Referentie-opname.
 B. Tweede opnamen die voor subtractie met afbeelding 2A zal worden gebruikt; de projectierichting en de zwarting verschillen van afbeelding A.
 C. Afbeelding B na softwarematige correctie van helderheid en contrast.
 D. Afbeelding C nadat de projectierichting is gereconstrueerd volgens die van afbeelding A.
 E. Resultierend subtractiebeeld van A en B zonder enige correctie; er zijn tal van artefacten zichtbaar.
 F. Subtractiebeeld na toepassing van correctie voor helderheid en projectierichting; de laesie is nu herkenbaar.



Afb. 3. Een voorbeeld uit de praktijk. Afbeeldingen A en B zijn de basisopnamen; afbeelding C is de voor helderheid, contrast en projectie gecorrigeerde afbeelding B. Afbeelding D is het resultaat van de subtractie. De suprastructuur is helder (toegevoegd materiaal), de schouder van het implantaat zijn donker (materiaal verwijderd tussen de eerste en tweede opname). De donkere zone aan de bovenzijde van de processus alveolaris (pijlen) geeft aan hoe veel botresorptie er is opgetreden.

gekomen om een dergelijke bewerking toe te passen op röntgenbeelden die vervaardigd zijn met verschillende sensorsystemen. De software zorgt dan niet alleen voor rotatie en translatie van de twee beelden, zodat ze dezelfde projectie weergeven, maar ook voor het aanpassen van de vergrotingsmaatstaf aan mogelijke verschillen in pixelgrootte tussen de twee beelden (Van der Stelt en Gereats, 2003).

Toepassingen in de tandheelkunde

Subtractieradiografie voor tandheelkundige diagnostische toepassingen is voor het eerst beschreven door Webber et al (1982). Kort daarna is in een serie artikelen van Gröndahl aangetoond dat subtractie een zeer gevoelige methode was voor het vastleggen van kleine veranderingen als gevolg van parodontale botresorptie (Gröndahl en Gröndahl, 1983; Gröndahl et al, 1983). In de loop van de daarop volgende decennia is een reeks van artikelen verschenen waarin de toepassing van subtractie werd beschreven voor verschillende tandheelkundige diagnostische vraagstellingen. In het bijzonder voor aan het parodontium gerelateerde afwijkingen is er een groot aantal onderzoeken dat de betekenis van subtractie aangeeft. Niet alleen de diagnostiek van parodontale botresorptie (Jeffcoat en Reddy, 2000; Mol, 2004), maar ook het vervolgen van het effect van therapie en het vergelijken van verschillende therapeutische technieken kan met behulp van subtractie worden verbeterd (Parashis et al, 1998; Danesh-Meyer et al, 2002; Eickholz en Hausmann, 2002; Reddy et al, 2003; Cury et al, 2003). Jeffcoat en Reddy (2000) hebben aangetoond dat met subtractie verschillen in de hoeveelheid bot van 1 mg al kunnen worden aangetoond. Op een vergelijkbare wijze kan de regeneratie van bot rondom een implantaat worden vervolgd (afb. 3) (Bragger, 1998; Nicopoulou-Karayianni et al, 1997; Joly et al, 2003).

Ook voor de diagnostiek van periapicale botresorptie is het gebruik van subtractie beschreven (Nicolopoulou-Karayianni et al, 2002; Armitage, 2004). Interne wortelresorptie bleek door middel van subtractieradiografie eerder zichtbaar te kunnen worden gemaakt dan op enkele röntgenopnamen (Holmes et al, 2001). Het bepalen van de mate van wortelresorptie als gevolg van een orthodontische behandeling is ook mogelijk gebleken met subtractie (Reukers et al, 1998).

De diagnostiek van cariësprogressie door middel van subtractie is erg moeilijk gebleken, omdat cariëslesies doorgaans vaag begrensd zijn. Dit maakt het interpreteren van het subtractiebeeld moeilijker. Er is een onderzoek waarin getracht is dit probleem te ondervangen door het gebruik van tinfluoride als contraststof (Wenzel et al, 1992). Het bleek mogelijk cariëslesies zichtbaar te maken, maar omdat de tinfluoride zeer langzaam wordt en uit het glazuur verdwijnt, zijn er praktische problemen aan deze benadering die klinische toepassing vooralsnog in de weg staan.

Er zijn onderzoeken gaande naar de toepassing van subtractieradiografie voor een kwantitatieve beoordeling van osteoporose. Technisch is dit vrij gecomplic-

ceerd, omdat de belichtingsomstandigheden voor beide opnamen zeer constant moeten worden gehouden om veranderingen in de botdichtheid te kunnen vaststellen. Het gebruik van 'step wedges' is hiervoor wel voorgesteld, maar overprojectie van weke delen, zoals de wang, levert een groot probleem op voor de uitvoerbaarheid hiervan. Het is echter een benadering waarvoor op verschillende plaatsen onderzoek wordt verricht.

Besluit

Tot op heden is subtractieradiografie nog niet een standaardprocedure in de algemene praktijk geworden. Dat komt deels omdat de vereiste software pas in het laatste decennium beschikbaar is gekomen voor de tandartsalgemeen practicus. Daarnaast vereist toepassing van deze methode natuurlijk ook inzicht in de specifieke eisen die de uitvoering van deze techniek stelt en ervaring in het interpreteren van de resulterende subtractiebeelden. Vanwege de vele mogelijkheden die subtractieradiografie biedt voor het detecteren van kleine botveranderingen, is subtractie een veelbelovende techniek in de tandheelkundige röntgendiagnostiek.

Literatuur

- ARMITAGE GC, Research, Science and Therapy Committee of the American Academy of Periodontology. Diagnosis of periodontal diseases. *J Periodontol* 2003; 74: 1237-1247. Erratum in: *J Periodontol* 2004; 75: 779.
- BRAGGER U. Use of radiographs in evaluating success, stability and failure in implant dentistry. *Periodontol* 2000; 1998; 17: 77-88.
- CURY PR, SALLUM EA, NOCITI FH JR, SALLUM AW, JEFFCOAT MK. Long-term results of guided tissue regeneration therapy in the treatment of class II furcation defects: a randomized clinical trial. *J Periodontol* 2003; 74: 3-9.
- DANESH-MEYER MJ, CHEN ST, RAMS TE. Digital subtraction radiographic analysis of GTR in human intrabony defects. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2002; 22: 441-449.
- EICKHOLZ P, HAUSMANN E. Evidence for healing of periodontal defects 5 years after conventional and regenerative therapy: digital subtraction and bone level measurements. *J Clin Periodontol* 2002; 29: 922-928.
- GRÖNDAHL HG, GRÖNDAHL K, WEBBER RL. A digital subtraction technique for dental radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983; 55: 96-102.
- GRÖNDAHL HG, GRÖNDAHL K. Subtraction radiography for the diagnosis of periodontal bone lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983; 55: 208-213.
- HOLMES JP, GULABIVALA K, STELT PF VAN DER. Detection of simulated internal tooth resorption using conventional radiography and subtraction imaging. *Dentomaxillofac Radiol* 2001; 30: 249-254.
- JEFFCOAT MK, REDDY MS. Advances in measurements of periodontal bone and attachment loss. *Monogr Oral Sci* 2000; 17: 56-72.
- JOLY JC, DE LIMA AF, DA SILVA RC. Clinical and radiographic evaluation of soft and hard tissue changes around implants: a pilot study. *J Periodontol* 2003; 74: 1097-1103.
- LUDLOW JB, PELEAUX CP. Comparison of stent versus laser- and cephalostat-aligned periapical film-positioning techniques for use in digital subtraction radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 77: 208-215.
- MOL A. Imaging methods in periodontology. *Periodontol* 2000 2004; 34: 34-48.
- NICOPOULOU-KARAYIANNI K, BRAGGER U, LANG NP. Subtraction radiography in oral implantology. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1997; 17: 220-231.

- NICOPOULOU-KARAYIANNI K, BRAGGER U, PATRIKIOU A, STASSINAKIS A, LANG NP. Image processing for enhanced observer agreement in the evaluation of periapical bone changes. *Int Endod J* 2002; 35: 615-622.
- OSTUNI J, FISHER E, VAN DER STELT P, DUNN S. Registration of dental radiographs using projective geometry. *Dentomaxillofac Radiol* 1993; 22: 199-203.
- PARASHIS A, ANDRONIKAKI-FALDAMI A, TSIKLAKIS K, STELT P VAN DER. Clinical application of a new bioresorbable guided tissue regeneration device: case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1998; 18: 389-401.
- REDDY MS, JEFFCOAT MK, GEURS NC, PALCANIS KG, WEATHERFORD TW, TRAXLER BM, FINKELMAN RD. Efficacy of controlled-release subgingival chlorhexidine to enhance periodontal regeneration. *J Periodontol* 2003; 74: 411-419.
- REUKERS E, SANDERINK G, KUIJPERS-JAGTMAN AM, VAN'T HOF M. Assessment of apical root resorption using digital reconstruction. *Dentomaxillofac Radiol* 1998; 27: 25-29.
- RUDOLPH DJ, WHITE SC. Film-holding instruments for intraoral subtraction radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1988; 65: 767-772.
- STELT PF VAN DER, GERAETS WGM. Matching pairs of radiographs from different sensor systems for subtraction radiography. *J Dent Res* 2003; 82: B-391.
- WEBBER RL, RUTTIMANN UE, GRÖNDAHL HG. X-ray image subtraction as a basis for assessment of periodontal changes. *J Periodontol Res* 1982; 17: 509-511.
- WENZEL A, HALSE A. Digital subtraction radiography after stannous fluoride treatment for occlusal caries diagnosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 74: 824-828.
- ZIEDSES DES PLANTES BG. *Planigraphie en subtractie. Röntgenografische differentiatie methoden.* Utrecht: Rijksuniversiteit Utrecht, 1934. Academisch proefschrift.

Summary

Key words:

- Radiography
- Bone resorption
- Radiology

Research methods in dentistry 8. Methods for longitudinally detecting differences in bone density: digital subtraction radiography

Subtraction radiography has been developed in 1934 by the Dutch radiologist B. Ziedses des Plantes. The technique is based on the subtraction of two radiographic images. As a result, only the differences remain visible, and structures which have been unaltered in between both exposures, are suppressed. The technique was introduced also in dental radiology in the eighties in the last century. Since then, many studies have been performed showing the benefit of this technique in dental diagnosis. A requirement for reliable results is that the two radiographs which are used for the subtraction have equal brightness and contrast, as well as a completely identical projective geometry. Since radiographic images can be acquired digitally, methods have been developed to make density and contrast equal for both images used for the subtraction process even after the images have been taken, using dedicated software programs. The projection geometry of two images can be made identical in this way as well. Because of this, the technique can also be applied in general dental practice.