



J.W. Verhoeven
M.S. Cune

Onderzoeksmethoden in de tandheelkunde 9

Het vervolgen van implantaten in een edentate onderkaak met behulp van het orthopantomogram

Samenvatting

Trefwoorden:

- Implantologie
- Röntgendiagnostiek

Uit de afdeling Mond-
ziekten, Kaakchirurgie en
Bijzondere Tandheelkunde
van het Universitair Medisch
Centrum Utrecht

Datum van acceptatie:
18 januari 2005

Adres:
Dr. J.W. Verhoeven
UMC Utrecht
Postbus 85060
3508 AB Utrecht
j.w.verhoeven@med.uu.nl

Bij het vervolgen van implantaten in een edentate onderkaak wordt regelmatig van het orthopantomogram gebruikgemaakt. In dit onderzoek is nagegaan of het mogelijk is op een orthopantomogram de hoogte van de onderkaak ter plaatse van een implantaat te bepalen. De bekende lengte van het aangebrachte implantaat is daarbij als referentie gebruikt. Bij 11 patiënten werden 2 permucosale implantaten geplaatst in het frontale deel van de edentate onderkaak. In het eerste jaar na het plaatsen van de implantaten werd bij elke patiënt 2 keer een orthopantomogram en 2 keer een gestandaardiseerde schuin-laterale cefalometrische röntgenopname van zowel het rechter als het linker deel van de onderkaak gemaakt. De schuin-laterale cefalometrische röntgenopname kan worden beschouwd als de 'gouden standaard' voor het nauwkeurig meten van de hoogte van een atrofische onderkaak. Op alle röntgenfoto's werd de lengte van het rechter implantaat en de hoogte van de onderkaak dorsaal van dit implantaat gemeten. Door de op een röntgenopname gemeten lengte van het implantaat te delen door de bekende werkelijke lengte van het implantaat kon voor elke röntgenopname de verticale beeldvergrotingsfactor worden bepaald. Daarna werd de op de röntgenopname gemeten hoogte van de onderkaak gedeeld door de beeldvergrotingsfactor om de werkelijke hoogte van de onderkaak te bepalen. De aldus aan de hand van de metingen op een orthopantomogram en op een schuin-laterale cefalometrische röntgenopname berekende werkelijke hoogten van de onderkaak werden individueel met elkaar vergeleken met behulp van een gepaarde t-toets. De gevonden verschillen waren niet significant. Het orthopantomogram is dus onder de beschreven omstandigheden bruikbaar voor het bepalen van de hoogte van een edentate onderkaak in de buurt van een implantaat.

VERHOEVEN JW, CUNE MS. Onderzoeksmethoden in de tandheelkunde 9. Het vervolgen van implantaten in de edentate onderkaak met behulp van het orthopantomogram. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2005; 112: 86-89.

Inleiding

Bij de radiologische controle van implantaten worden in de praktijk tandfilms en het orthopantomogram (OPT) het meest gebruikt. Tandfilms, het OPT, de laterale cefalometrische röntgenopname (LCR) en de schuin-laterale cefalometrische röntgenopname (SLCR) worden veel gebruikt voor het in longitudinaal onderzoek vaststellen van veranderingen in de hoogte van de onderkaak op de plaats en op afstand van implantaten.

Tandfilmapparatuur is in vrijwel elke tandartspraktijk aanwezig en de opnamen hebben een zeer hoge resolutie. Met instelapparatuur zijn gestandaardiseerde opnamen te verkrijgen. Door hun veel hogere resolutie zijn voor de beoordeling van het cervicale peri-implantaire bot tandfilms betrouwbaarder dan het OPT. Gestandaardiseerde tandfilms kunnen ook worden gebruikt voor het radiologisch meten van de dichtheid van het peri-implantaire bot. Bij een sterk geresorbeerde onderkaak met implantaten is het lang niet altijd mogelijk diagnostisch goed bruikbare tandfilms te maken doordat het vrijwel onmogelijk is ze parallel aan de asrichting van de implantaten te positioneren. Vaak wordt alleen het cervicale gebied van het implantaat afgebeeld. Daar treden overigens wel de

meeste veranderingen van het peri-implantaire botweefsel op.

Bij het vervolgen van implantaten in een edentate onderkaak wordt soms routinematig het OPT gebruikt. Hierbij wordt gekeken naar veranderingen in het cervicale peri-implantaire bot of naar veranderingen in de hoogte van de onderkaak. Tegenwoordig kan in veel praktijken een OPT worden gemaakt en dit geeft een compleet (overzichts)beeld van de onderkaak. Nadelen van het OPT zijn de beperkte reproduceerbaarheid, de variabele verticale en horizontale beeldvergroting en beeldvervorming en de beperkte resolutie (Choi *et al*, 2004; Liang en Frederiksen, 2004). De optredende beeldvergroting kan per merk of type orthopantomograaf verschillen en is bij digitale apparatuur veelal kleiner dan bij de conventionele techniek. De slechte resolutie van het OPT beperkt onder andere de diagnostiek van het cervicale peri-implantaire bot en het botniveau. Het OPT is ongeschikt voor meting van de botdichtheid. Door deze nadelen is er twijfel over de bruikbaarheid van het OPT voor het evalueren van implantaten in de edentate onderkaak, vooral bij longitudinaal onderzoek (Batenburg *et al*, 1997; Jacobs en Van Steenberghe, 1998; Payne *et al*, 1999; Tyndall en Brooks, 2000; De Smet *et al*, 2002) (afb. 1).

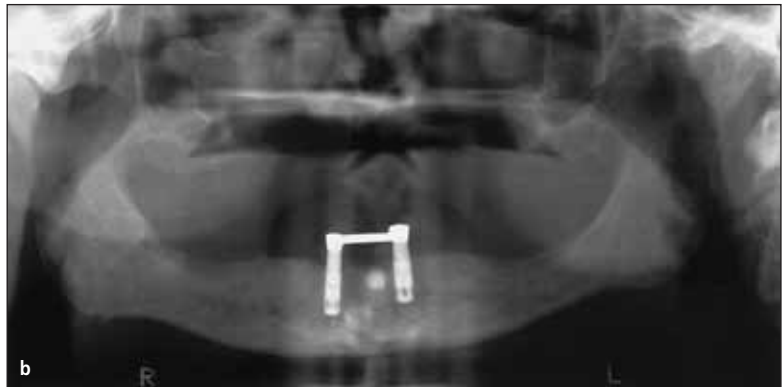
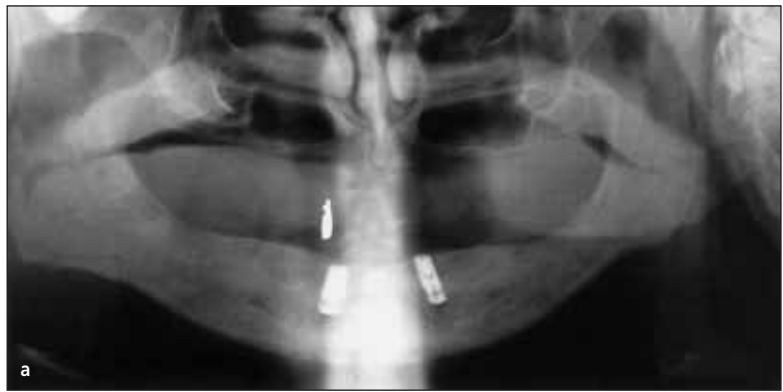
De LCR is goed te gebruiken voor het bepalen van veranderingen van de hoogte in de mediaanlijn van de onderkaak. Door standaardisering kan een LCR betrouwbare, maar beperkte informatie geven. Een LCR is niet bruikbaar voor evaluatie van het cervicale peri-implantaire bot of voor meting van de botdichtheid.

De SLCR kan – vooral in longitudinaal onderzoek – worden beschouwd als de ‘gouden standaard’ voor het nauwkeurig meten van de hoogte van een atrofische onderkaak met of zonder implantaten (Steen, 1984; Verhoeven *et al*, 1997; Verhoeven *et al*, 1998, Verhoeven *et al*, 2000a; Verhoeven *et al*, 2000b; Verhoeven en Cune, 2000; Verhoeven en Cune, 2003). De opnamen hebben een redelijke beeldresolutie en zijn ook geschikt voor meting van de botdichtheid. Een nadeel is dat de benodigde apparatuur slechts in een beperkt aantal klinieken voorhanden is.

Sommige auteurs gebruikten de lengte van een aanwezig implantaat in een poging de variabele (verticale) vergroting van de onderkaak op een OPT te corrigeren (Powers *et al*, 1994; Wyatt en Pharoah, 1998; Verhoeven *et al*, 2001; Zechner *et al*, 2003). In dit radiologisch onderzoek is met behulp van de SLCR als referentie onderzocht of het mogelijk is aan de hand van de bekende lengte van een aanwezig implantaat de hoogte van de onderkaak op een OPT betrouwbaar te berekenen.

Materiaal en methode

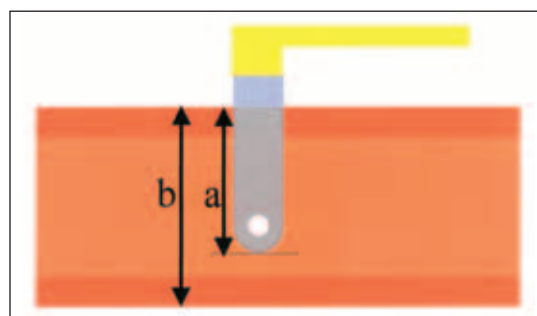
Drie edentate mannen en 8 edentate vrouwen namen deel aan dit onderzoek. Allen droegen een volledige gebitsprothese in de boven- en in de onderkaak. De processus alveolaris in de onderkaak was bij allen sterk atrofisch en daardoor functioneerde de onderprothese niet goed. Er werden 2 IMZ[®]-implantaten in het onderfront geplaatst. De implantaten werden met hun asrichting zoveel mogelijk loodrecht op het toekomstige vlak van occlusie geplaatst. De lengte van de implantaten bedroeg 8 mm bij 1 patiënt, 11 mm bij 7 patiënten en 13 mm bij 3 patiënten. Drie tot 4 maanden na het plaatsen van de implantaten werden de implantaten van een opbouw voorzien en werden als suprastructuur een ronde Dolder-staaf en een overkappingsprothese vervaardigd. Kort na het plaatsen van de implantaten werden bij elke patiënt een OPT en een SLCR van zowel het rechter als het linker deel van de onderkaak gemaakt (afb. 2). Deze opnamen werden na 6 maanden nogmaals gemaakt. Elk OPT werd vervaardigd met een analoge orthopantomograaf en met Agfa-Curix STG-1[®] films in combinatie met Agfa-Curix[®] orthomedium versterkingsschermen en strikt volgens de gebruikersinstructies, vooral met betrekking tot de juiste positionering van het hoofd en in het bijzonder van de onderkaak (Liang en Frederiksen, 2004). Details over de SLCR-techniek, inclusief de voor- en nadelen zijn al eerder beschreven (Steen, 1984; Verhoeven *et al*, 1997; Verhoeven *et al*, 1998; Verhoeven *et al*, 2000a; Verhoeven *et al*, 2000b; Verhoeven en Cune, 2000; Verhoeven en Cune, 2003). De films werden ontwikkeld in een ontwikkelautomaat.



Afb. 1. Een OPT na plaatsing van de implantaten (a) en een OPT met Dolder-staaf in situ (b). De implantaten tonen verschillen in verticale en horizontale beeldvergroting en in beeldvervorming ten gevolge van de verschillen in positionering van de patiënt bij het vervaardigen van de twee röntgenopnamen.



Afb. 2. Een SLCR van een onderkaakhelft met implantaten in de cuspidaatregio.



Afb. 3. Schematische weergave van de rechter cuspidaatregio van een onderkaak met een IMZ-implantaat en een Dolder-staaf; a = lengte van het endossale implantaat; b = hoogte van de onderkaak.

Op alle röntgenfoto's werd met een geijkte schuifmaat tweemaal de lengte van elk rechter implantaat en de hoogte van de onderkaak, dorsaal en evenwijdig aan de lengte-as van het rechter implantaat gemeten. De bovenkant van het endossale deel van het tweefasen-implantaat werd steeds gebruikt als het bovenste meetpunt (afb. 3). Door de op een röntgenopname gemeten

lengte van een implantaat te delen door de bekende werkelijke lengte van het implantaat kon voor elke röntgenopname de verticale beeldvergrotingsfactor worden bepaald. Daarna werd de op de röntgenopname gemeten hoogte van de onderkaak gedeeld door deze beeldvergrotingsfactor om de werkelijke hoogte van de onderkaak op de plaats van het implantaat te bepalen. De aldus aan de hand van de metingen op een OPT en op een SLCR berekende werkelijke hoogten van de onderkaak werden individueel met elkaar vergeleken met behulp van een gepaarde t-toets.

Resultaten

Elk OPT had een aanzienlijke verticale beeldvergroting en/of beeldvervorming met een iets grotere spreiding tussen de opnamen van verschillende personen dan bij

Tabel 1. De werkelijke en de gemeten lengte van het implantaat in millimeters, gemeten zowel op het OPT direct na plaatsen van de implantaten (OPT1) als op het OPT van 6 maanden later (OPT6).

Patiënt	Werkelijke lengte implantaat	OPT1 eerste meting	OPT1 tweede meting	OPT6 eerste meting	OPT6 tweede meting
1	11	12,4	12,6	12,6	12,6
2	13	16,3	16,6	16,4	16,4
3	13	15,8	15,5	15,5	15,4
4	11	13,1	12,9	13,1	13,1
5	11	13,3	13,3	13,3	13,1
6	11	13,6	13,6	13,5	13,5
7	11	13,2	13,0	13,7	13,5
8	11	13,5	13,4	13,1	13,1
9	11	14,0	14,0	13,4	13,4
10	8	10,3	9,5	9,2	9,2
11	13	13,6	13,4	14,1	13,8

Tabel 2. De werkelijke en de gemeten lengte van het implantaat in millimeters, gemeten zowel op het SLCR direct na plaatsen van de implantaten (SLCR1) als op het SLCR van 6 maanden later (SLCR6).

Patiënt	Werkelijke lengte implantaat	SLCR1 eerste meting	SLCR1 tweede meting	SLCR6 eerste meting	SLCR6 tweede meting
1	11	11,2	11,4	11,5	11,4
2	13	13,9	13,7	13,8	13,5
3	13	13,4	13,2	12,8	12,8
4	11	11,9	11,7	11,7	11,6
5	11	11,0	11,2	10,8	10,7
6	11	11,2	11,2	11,0	11,0
7	11	11,7	11,7	11,6	11,6
8	11	10,8	10,8	11,3	11,0
9	11	11,3	11,1	11,3	11,4
10	8	8,5	8,5	8,3	8,2
11	13	12,7	12,5	12,5	12,5

Tabel 3. De gemiddelde vergrotingsfactor in procenten en de gemiddelde berekende werkelijke hoogte van de onderkaak in millimeters, gemeten op alle vervaardigde röntgenopnamen (OPT en SLCR).

Röntgenopname	Vergrotingsfactor	Werkelijke hoogte
OPT	19,6 (sd ± 6,6)	15,9 (sd ± 2,7)
SLCR	2,8 (sd ± 3,4)	15,9 (sd ± 2,9)

het SLCR het geval was (tab. 1). De radiologische verticale beeldvergroting van elke SLCR was klein en per individu constant op beide meetmomenten (tab. 2). De gemiddelde vergrotingsfactoren van beide soorten röntgenopnamen en de respectievelijke gemiddelde berekende werkelijke hoogten van de onderkaak zijn weergegeven in tabel 3. Het verschil tussen de berekende werkelijke hoogten van de onderkaak bepaald op een SLCR of een OPT is niet statistisch significant ($t = -0,48$; $df = 10$; $p = 0,64$).

Discussie

In dit onderzoek is onderzocht of de hoogte van de onderkaak in de directe omgeving van een implantaat op een OPT, waarbij gebruik wordt gemaakt van de bekende lengte van het implantaat ter berekening van de vergrotingsfactor, betrouwbaar te bepalen is. Er is geen statistisch significant verschil gevonden tussen de bepalingen van de werkelijke hoogte van de onderkaak verricht op een OPT en een SLCR bij dezelfde patiënt. Uitgaande van de SLCR als 'gouden standaard' is onder de beschreven condities een OPT dus ook bruikbaar voor het betrouwbaar meten van de hoogte van de edentate onderkaak ter plaatse van aanwezige implantaten. Daarmee is het OPT bijvoorbeeld toepasbaar voor het in longitudinaal onderzoek vaststellen van veranderingen in hoogte van (het distale deel van) de onderkaak bij patiënten met een overkappingsprothese op implantaten (Powers *et al.*, 1994; Verhoeven *et al.*, 2001). Voorwaarde is dat de resolutie van het OPT voldoende is om het cervicale botniveau te kunnen vaststellen.

Bij het gebruik van de bekende lengte van een implantaat om de verticale radiologische vergrotingsfactor van een röntgenfoto te berekenen, moet men zich realiseren dat een implantaat in de onderkaak niet altijd zuiver verticaal in de kaak is geplaatst. Dit kan leiden tot onnauwkeurigheden bij het radiologisch bepalen van de hoogte van de onderkaak.

Literatuur

- BATENBURG RH, STELLINGSMA K, RAGHOEBAR GM, VISSINK A. Bone height measurements on panoramic radiographs; the effect of shape and position of edentulous mandibles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 84: 430-435.
- CHOI YG, KIM YK, ECKERT SE, SCHIM CCH. Cross-sectional study of the factors that influence radiographic magnification of implant diameter and length. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004; 19: 594-596.
- JACOBS R, STEENBERGHE D VAN. Radiographic planning and assessment of endosseous oral implants. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 1998.
- LIANG H, FREDERIKSEN NL. Focal trough and patient positioning. *Dentomaxillofac Radiol* 2004; 33: 128-129.
- PAYNE AG, SOLOMONS YF, LOWNIE JF. Standardization of radiographs for mandibular implant-supported overdentures: review and innovation. *Clin Oral Implants Res* 1999; 10: 307-319.
- POWERS MP, BOSKER H, PELT H VAN, DUNBAR N. The transmandibular implant: from progressive bone loss to controlled bone growth. *J Oral Maxillofac Surg* 1994; 52: 904-910.
- SMET E DE, JACOBS R, GJJBELS F, NAERT I. The accuracy and reliability of radiographic methods for the assessment of marginal bone level around oral implants. *Dentomaxillofac Radiol* 2002; 31: 176-181.

- STEEN WHA. Measuring mandibular ridge reduction. Utrecht: Rijksuniversiteit, 1984. Academisch proefschrift.
- TYNDALL AA, BROOKS SL. Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 89: 630-637.
- VERHOEVEN JW, CUNE MS, TERLOU M, ZOON MA, PUTTER C DE. The combined use of endosteal implants and iliac crest onlay grafts in the severely atrophic mandible: a longitudinal study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1997; 26: 351-357.
- VERHOEVEN JW, RUIJTER JM, CUNE MS, PUTTER C DE. Densitometric measurements of the mandible: accuracy and validity of intraoral versus extraoral radiographical techniques in an *in vitro* study. *Clin Oral Implants Res* 1998; 9: 333-342.
- VERHOEVEN JW, CUNE MS. Oblique lateral cephalometric radiographs of the mandible in implantology: usefulness and accuracy of the technique in height measurements of mandibular bone *in vivo*. *Clin Oral Implants Res* 2000; 11: 39-43.
- VERHOEVEN JW, RUIJTER JM, CUNE MS, TERLOU M. Oblique lateral cephalometric radiographs of the mandible in implantology: usefulness and reproducibility of the technique in quantitative densitometric measurements of the mandible *in vivo*. *Clin Oral Implants Res* 2000a; 11: 476-486.
- VERHOEVEN JW, RUIJTER JM, CUNE MS, TERLOU M, ZOON MAOW. Onlay grafts in combination with endosseous implants in severe mandibular atrophy: one year results of a prospective, quantitative radiological study. *Clin Oral Implants Res* 2000b; 11: 583-594.
- VERHOEVEN JW, CUNE MS, KAMPEN FMC VAN, KOOLE R. The use of the transmandibular implant system in extreme atrophy of the mandible; a retrospective study of the results in two different hospital situations. *J Oral Rehabil* 2001; 28: 497-506.
- VERHOEVEN JW, CUNE MS. Radiagnostiek bij de planning en de evaluatie van behandelingen met implantaten. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2003; 110: 113-119.
- WYATT CC, PHAROAH MJ. Imaging techniques and image interpretation for dental implant treatment. *Int J Prosthodont* 1998; 11: 442-452.
- ZECHNER W, WATZAK G, GAHLEITNER A, BUSENLECHNER D, TEPPER G, WATZEK G. Rotational panoramic versus intraoral rectangular radiographs for evaluation of peri-implant bone loss in the anterior atrophic mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003; 18: 873-878.

Research methods in dentistry 9. Using panoramic radiographs in radiological follow-up of permucosal implants in the mandible

Panoramic radiographs are frequently used for routine follow-up of mandibular implants. The objective of this study was to determine whether measurement on a panoramic radiograph of the vertical dimension of the mandible near by an implant, using the known implant length as a reference, is a reliable method. In 11 patients, 2 permucosal implants were placed in the anterior part of the edentulous mandible. During the first year after implantation, 2 panoramic radiographs and 2 sets of standardized oblique lateral cephalometric radiographs were made. Oblique lateral cephalometric radiographs are the golden standard for measuring the vertical dimension of an edentulous mandible. The length of the implants and the vertical dimension of the mandible dorsally to the implants were measured on all oblique lateral cephalometric radiographs. The measured and known implant length were used to calculate the image enlargement factor. This factor was used to calculate the real vertical dimension of the mandible. The same measurement procedures were performed on the panoramic radiographs. Using a paired t-test, the calculated values of the vertical dimensions of the mandibles found on panoramic radiographs were compared with the calculated values found on oblique lateral cephalometric radiographs. No statistically significant differences were found. It was concluded that under the described circumstances, panoramic radiographs can be used for reliable measurement of the vertical dimension of the mandible near by permucosal implants.

Summary

Key words:

- Implantology
- Radiographic diagnostics