



F. Gijbels  
R. Jacobs

# Preoperatieve röntgenologische planning voor implantaten

## Samenvatting

Trefwoorden:

- Radiologie
- Behandlingsplanning
- Implantaat

Uit de afdeling Parodontologie en Centrum voor Orale Beeldvorming van de School voor Tandheelkunde, Mondziekten en Kaakchirurgie, faculteit Geneeskunde van de Katholieke Universiteit Leuven in België.

Datum van acceptatie:

12 juli 2002.

Adres:

Mw. F. Gijbels  
KU Leuven  
Kapucijnenvoer 7  
B-3000 Leuven  
België  
Reinhilde.Jacobs@uz.kuleuven.ac.be

Orale osseo-geïntegreerde implantaten bieden vaak bij uitstek de oplossing voor patiënten die geconfronteerd worden met tandverlies. Ten einde deze behandeling, die toch een operatieve ingreep vereist, zo succesvol mogelijk te laten verlopen, is het aangewezen het edentate gebied aan een grondig preoperatief onderzoek te onderwerpen. Röntgenfoto's bieden hier de mogelijkheid een indruk te krijgen van het beschikbare volume en de kwaliteit van het bot in het operatiegebied. Aangezien dit onderzoek gepaard gaat met röntgenstraling is voorzichtigheid geboden bij de selectie van de röntgenologische techniek. Diagnostische waarde en stralenbelasting van diverse technieken dienen te allen tijde tegen elkaar te worden afgewogen en in evenwicht te staan met de benodigde hoeveelheid informatie.

GIJBELS F, JACOBS R. Preoperatieve röntgenologische planning voor implantaten. Ned Tijdschr Tandheelkd 2002; 109: 454-457.

## Inleiding

Het verlies van tanden kan voor veel patiënten een traumatiserende ervaring zijn, wat ook de reden zij van het verlies. In het verleden werden verloren gegane gebitselementen noodzakelijkerwijs vervangen door uitneembare prothesen of kroon- en brugwerk. Vandaag de dag bieden orale implantaten echter de mogelijkheid om verloren gegane elementen op een zo natuurlijk mogelijke manier te reconstrueren, zonder daarbij schade aan de natuurlijke buurelementen toe te brengen. Wel vergt deze oplossing een chirurgische ingreep, die onder lokale anesthesie kan worden uitgevoerd. Het invasieve karakter van de behandeling vereist een grondig preoperatief onderzoek van het te verzorgen gebied om de implantaten op een manier te plaatsen die zowel biomechanisch als esthetisch verantwoord is. Röntgenopnamen bieden de mogelijkheid om het bot op kwantiteit, anatomie en – in mindere mate – kwaliteit te beoordelen. Hoewel het

detail en de nauwkeurigheid van sommige röntgenologische technieken (bijv. computertomografie) tegenwoordig een erg hoog niveau bereiken, moet ook rekening gehouden worden met de mogelijke negatieve effecten van röntgenstraling. Daarom dient voor elke situatie opnieuw te worden uitgemakt welke techniek het meest geschikt is en of de diagnostische vraag en het mogelijke risico van de ingreep opwegen tegen de stralingslast.

In dit artikel zal een aantal röntgenologische technieken worden besproken, elk met hun indicaties en beperkingen, zodat op een eenvoudigere manier een keuze kan worden gemaakt.

## Intraorale röntgenopnamen

Het detail dat door intraorale röntgenopnamen kan worden weergegeven is groot. Wanneer richtapparaatuur wordt gebruikt, kunnen op dergelijke röntgenfoto's eveneens betrouwbare metingen worden uitgevoerd. Bovendien is het een methode waarmee de tandarts vertrouwd is. Nochtans dient men rekening te houden met de beperkte zone die op een röntgenfoto wordt weergegeven, waardoor het moeilijk kan zijn de grotere context van anatomische structuren in te schatten.

Wanneer röntgenfoto's worden gebruikt van een hogere speedklasse (E of F) is de stralingsdosis die eraan te pas komt vrij laag (tab. 1). Wanneer men meerdere röntgenopnamen nodig heeft om bijvoorbeeld een volledige kaak af te beelden, dan loopt de stralingsdosis echter al snel op.

Digitale röntgenopnamen bieden hier een verdere mogelijkheid om straling te reduceren. Zowel met de directe (Charge Coupled Device; CCD) als de indirecte (fosforplaat) technologie kan de straling met ongeveer 50% worden gereduceerd. De resolutie van dergelijke digitale intraorale beelden is over het algemeen wel lager dan van hun analoge tegenhangers, hoewel voldoende voor diagnostiek. Bovendien

**Tabel 1. Overzicht van de verschillende radiografische technieken voor preoperatieve planning en hun stralingsrisico.**

|                             | Effectieve dosis (µSv) per opname | Kankerrisico (per miljoen)                                    | Effectieve dosis (µSv) per kaak |                    |
|-----------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------------|--------------------|
|                             |                                   |   | Bovenkaak                       | Onderkaak          |
| Intraorale röntgenopname    | 2-10 <sup>a</sup>                 | 0,06-0,7 <sup>a</sup>   | 19-26 <sup>b</sup>              | 15-21 <sup>b</sup> |
| Panoramische opname         | 7-26 <sup>a</sup>                 | 0,21-1,9 <sup>a</sup>   | 7-26 <sup>a</sup>               | 7-26 <sup>a</sup>  |
| Röntgenschedelprofielopname | 3 <sup>a</sup>                    | 0,06-0,1 <sup>a</sup>   | 3 <sup>a</sup>                  | 3 <sup>a</sup>     |
| Tomogram                    | 1-189 <sup>a</sup>                | 2-14 <sup>a</sup>   | 477 <sup>b*</sup>               | 264 <sup>b*</sup>  |
| Computertomografie          |                                   |   |                                 |                    |
| Bovenkaak                   | 100-1200 <sup>a</sup>             | 8-88 <sup>a</sup><br>(242 <sup>b*</sup> ; 448 <sup>b*</sup> ) | 564 <sup>b</sup>                | -                  |
| Onderkaak                   | 480-3300 <sup>a</sup>             | 34-242 <sup>ab</sup>  | -                               | 364 <sup>b</sup>   |

\* Scanora<sup>®</sup>, 6 x 4 opnamen

◆ dosisreductie, 25 scans

▼ dosisreductie, 40 scans

<sup>a</sup> Bron: Faculty of General Dental Practitioners, 1998.

<sup>b</sup> Bron: Dula *et al*, 2001.

bieden de softwarepakketten die bij deze digitale systemen worden geleverd vaak de mogelijkheid om rechtstreeks metingen uit te voeren op de beelden. Sommige pakketten bieden zelfs sjablonen van verschillende implantaattypen en -dimensies.

Gezien de beperkte omvang van de structuren die op een intraorale röntgenfoto kan worden weergegeven, lijkt deze methode alleen geïndiceerd voor patiënten die voor solitaire implantaten in aanmerking komen.

### Röntgenschedelprofielopname

De röntgenschedelprofielopname biedt de mogelijkheid een cross-sectioneel beeld te verkrijgen van het midsagittale botvolume van boven- en onderkaak. Bovendien kan de sagittale relatie tussen boven- en onderkaak worden geëvalueerd, waardoor eventuele compensaties kunnen worden uitgevoerd bij het plaatsen van de implantaten. De stralingsdosis die de patiënt ontvangt bij een röntgenschedelprofielopname is vrij laag (tab. 1), zeker wanneer de schildklier wordt afgeschermd of een wigvormige collimator wordt gebruikt. Toch dient deze techniek met de nodige omzichtigheid te worden gebruikt bij de preoperatieve planning, aangezien alleen een beeld wordt verkregen van de midsagittale vestibulo-orale dimensies en eventuele belangrijke variaties in de anatomie die zich paramediaan bevinden, worden verhuld (Jacobs en van Steenberghe, 1998).

### Panoramische opname

De panoramische opname (afb. 1) is een techniek die de volledige onder- en bovenkaak afbeeldt in een plat vlak. Hiertoe is een rotationele beweging van het toestel ten opzichte van de kaken noodzakelijk, zodat overlapping en vervorming zoveel mogelijk worden vermeden.

Net als bij de intraorale opname biedt de panoramische opname ook informatie over de mesiodistale hoedanigheid van het edentate gebied. Anders dan bij de intraorale opname geeft de panorami-



**Afb. 1.** De panoramische röntgenopname biedt een overzicht van boven- en onderkaak. Deze panoramische opname werd bovendien gebruikt om de gewenste locatie van een (sagittale) tomografische opname ter hoogte van gebitselement 34 (afb. 2) te bepalen.

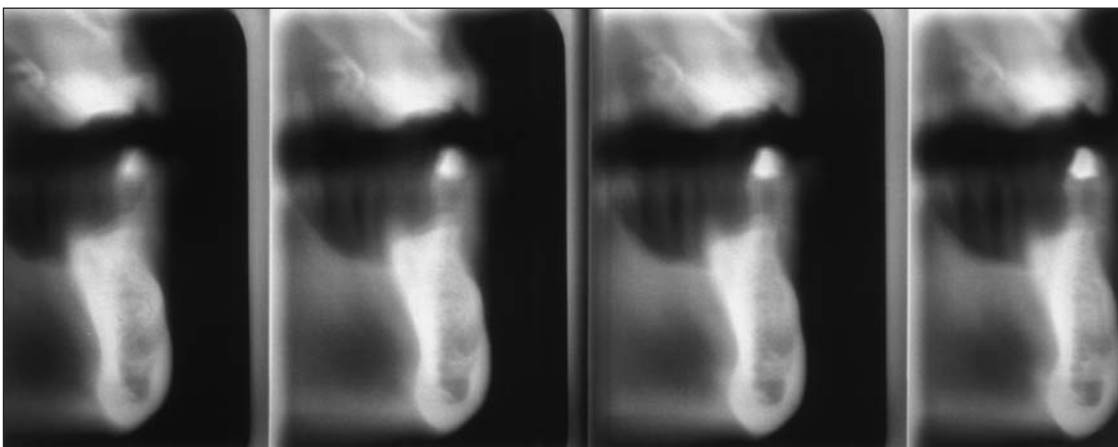
sche opname een beter beeld van de beoogde positie van het implantaat tot belangrijke anatomische structuren, zoals de sinus maxillaris en het canalis mandibularis. De dosis die bij een panoramische opname komt kijken, is met de nieuwere toestellen lager dan voor een volledige röntgenstatus (tab. 1).

Aangezien de rotationele beweging van het panoramische toestel is afgesteld op een gemiddelde vorm en grootte van de kaken, dient wel rekening te worden gehouden met variaties in de vergrotingsfactor, die gemiddeld genomen liggen tussen 1,3 (volledige panoramische opname) en 1,5 (dentale panoramische opname). Verder is de detailweergave van de panoramische beelden beduidend lager dan van intraorale röntgenbeelden door het feit dat er versterkingsschermen worden gebruikt om de straling te minimaliseren.

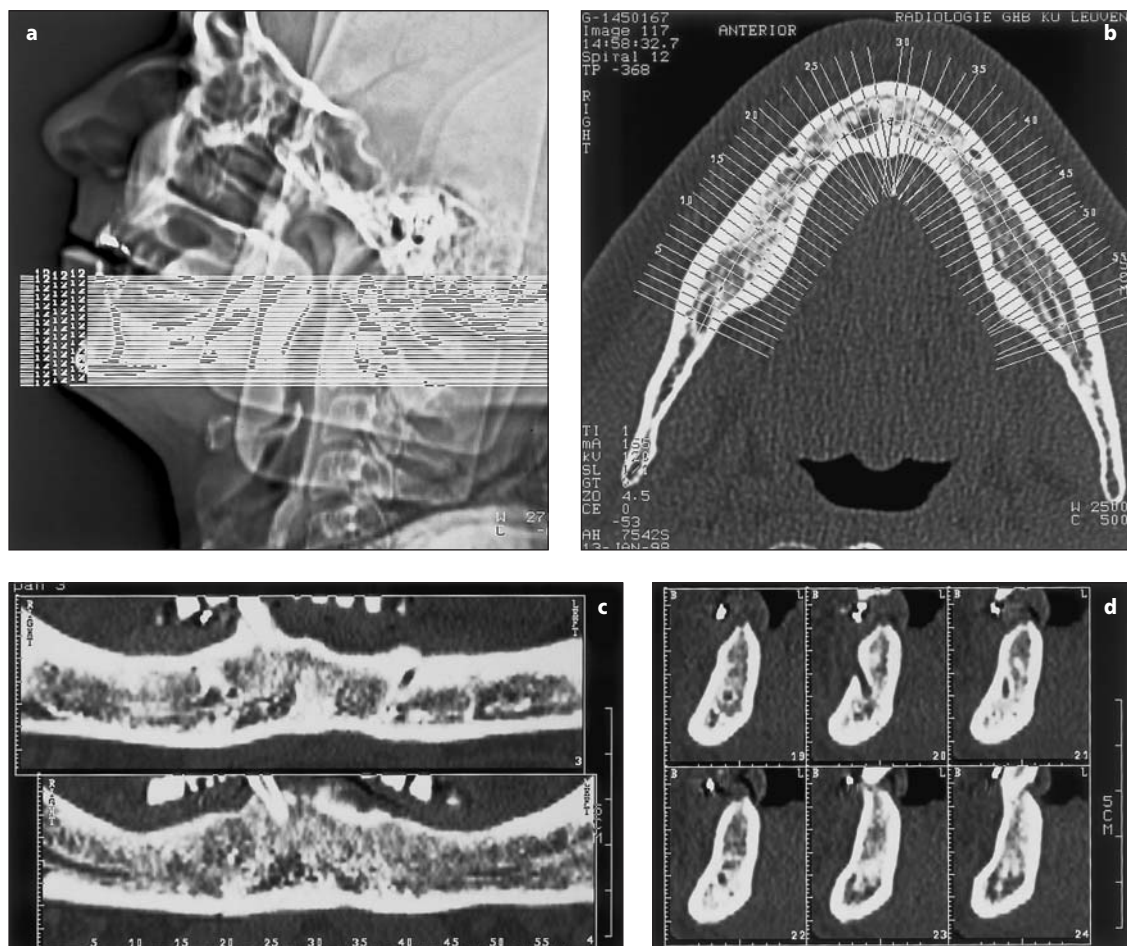
Gezien de kenmerken van panoramische opnamen is deze techniek geïndiceerd voor planning van implantaten in de symfyseaire zone, waar er geen risico bestaat voor beschadiging van de nervus (Jacobs en van Steenberghe, 1998).

### Conventionele tomografie

Met conventionele tomografie (afb. 2) wordt een beeld verkregen van de vestibulo-orale dimensies van boven- of onderkaak in de gewenste regio. De



**Afb. 2.** Deze tomografische coupes van 2 mm dikte werden genomen ter hoogte van gebitselement 34. De positie van de sneden werd bepaald aan de hand van een panoramische opname (afb. 1).



**Afb. 3. a.** De 'scout view' voor een computertomografie van de onderkaak toont op welke manier de sneden genomen werden. De sneden dienen parallel aan de onderste mandibularand genomen te worden.  
**b.** Overzicht van de locaties van de sagittale reconstructies (nummers 1 tot 60), die zich in dit geval op 1 mm afstand van elkaar bevinden.  
**c.** De panoramische reconstructie van de onderkaak kan reeds een indicatie geven van de locatie van tanden en andere anatomische structuren, zoals de canalis mandibularis.  
**d.** De sagittale gereconstrueerde beelden geven millimeter na millimeter een overzicht van de anatomische kenmerken van het kaakbot en omgevende structuren. Deze sagittale coupes bevinden zich ter hoogte van regio 44-45 en tonen de canalis mandibularis, het foramen mentalis en een deel van element 43.

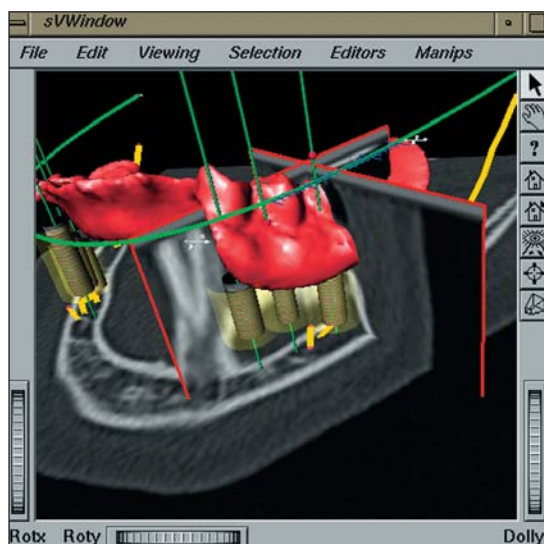
beeldvormingstechniek bestaat eruit dat met een smalle röntgenbundel een bepaalde snede scherp wordt afgebeeld, terwijl structuren die zich buiten de gewenste snede bevinden wazig worden gehouden. De positie van de gewenste snede wordt meestal

bepaald aan de hand van een panoramische röntgenopname. Om een zo getrouw mogelijke weergave van de werkelijkheid te verkrijgen, is het belangrijk dat de patiënt correct in het toestel wordt gepositioneerd en de juiste snede wordt geselecteerd, waarbij ook de individuele vorm van de kaak in acht wordt genomen. Inzicht en zorgvuldigheid vanwege de operator zijn dus eerste vereisten. Ook de interpretatie van een conventionele tomogram vergt de nodige ervaring gezien het wazige en op het eerste gezicht onduidelijke aspect van het beeld.

De stralingsdosis die bij een tomografische opname komt kijken is duidelijk hoger dan bij de eerder besproken technieken (tab. 1). Wanneer echter een beperkte regio moet worden behandeld en afgebeeld, is de stralingsdosis toch nog een stuk lager dan voor het alternatief, een computertomografie (CT), ook al moet meestal een panoramische opnamen gemaakt worden om de juiste snede te bepalen.

Deze cross-sectionele opnametechniek is geïndiceerd wanneer een gedeelte van onder- of bovenkaak moet worden behandeld en wanneer geen al te grote twijfels of onduidelijkheden bestaan over

**Afb. 4.** Door middel van driedimensionale reconstructies gebaseerd op een CT-scan kunnen de oriëntatie en de positie van orale implantaten in de drie dimensies op een zelfde beeld worden getoetst. Wanneer tegelijkertijd een kunststofprothese wordt ingescand, kan naast een optimale biomechanische en anatomische positionering van de implantaten eveneens gestreefd worden naar een optimaal esthetisch eindresultaat.





belangrijke anatomische structuren (Jacobs en van Steenberghe, 1998).

## Computertomografie

Computertomografie (afb. 3) berust in essentie op hetzelfde beeldvormingsprincipe als de conventionele tomografie. Het grote verschil is dat de gegevens niet op film worden verzameld, maar door sensoren worden gedetecteerd en in een computer worden verwerkt.

Er bestaan verschillende CT-technieken. Bij directe CT worden er directe coupes gemaakt van de kaak, zoals dit ook gebeurt bij conventionele tomografie. Directe CT wordt bijna niet meer gebruikt vanwege de te hoge stralenbelasting. De tegenwoordig meest gangbare CT-technieken berusten op gereformatteerde beelden die gebaseerd zijn op een axiale scanning van de patiënt. Deze scanning kan ofwel in afzonderlijke schijven (incrementale CT) ofwel in een onafgebroken spiraal (spiraal CT) gebeuren. De gegevens over de axiale sneden komen in de computer terecht en worden vervolgens verwerkt tot cross-sectionele beelden (standaard reformatting) of zelfs driedimensionale beelden (multiplanaire reformatting). Dit laatste kan op de meest betrouwbare manier worden uitgevoerd aan de hand van een spiraal CT.

De stralingsdosis die wordt gegenereerd bij een CT van onder- of bovenkaak is behoorlijk groot (tab. 1). Daarom dient deze techniek te worden voorbe-

houden voor patiënten bij wie een volledige boven- of onderkaak moet worden behandeld of wanneer men twijfelt aan de locatie en de relatie van belangrijke anatomische structuren (Jacobs en van Steenberghe, 1998). De betrouwbaarheid van deze beelden is, vooral wanneer spiraal CT wordt gebruikt, het grootste van alle besproken beeldvormingsmethoden.

Verdere hoogtechnologische toepassingen die gebaseerd zijn op de multiplanaire reformatting van CT-beelden zijn de driedimensionale reconstructies (afb. 4), waardoor de implantaatingreep al op voorhand kan worden gesimuleerd. Verder kunnen er stereolithografische modellen worden vervaardigd op basis van de driedimensionale beelden, waarop vervolgens boormallen kunnen worden gemodelleerd die de virtuele ingreep overbrengen naar de operatiekamer. Deze laatste ontwikkelingen zijn vooral geïndiceerd in gevallen waarbij de positie van de implantaten zeer kritisch is, zoals bij beperkt botvolume of hoge esthetische eisen van de patiënt.

## Literatuur

- DULA K, MINI R, STELT PF VAN DER, BUSER D. The radiographic assessment of implant patients: decision-making criteria. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001; 16: 80-89.
- FACULTY OF GENERAL DENTAL PRACTITIONERS (UK). Selection criteria for dental radiography. London: Faculty of General Dental Practitioners, 1998.
- JACOBS R, STEENBERGHE D VAN. Radiographic planning and assessment of endosseous oral implants. Heidelberg: Springer-Verlag, 1998.

## Preoperative radiological planning for oral implants

For patients who lost one or more teeth, oral osseointegrating implants can offer a natural and solid solution. In order to rehabilitate (partially) edentulous patients with oral implants, a surgical intervention is inevitable. It is therefore of utmost importance that both esthetical and biomechanical demands are met in as few interventions and as little time as possible, which makes a thorough preoperative examination of the edentulous region mandatory.

Radiographs of different kinds offer the possibility to evaluate bone volume and – to a lesser extent – quality of the area to be rehabilitated. It should however be kept in mind that radiography necessarily brings about a certain amount of possible detrimental radiation burden. Selection of the appropriate radiographic technique should therefore be based on a well thought-out balance between diagnostic value and risk level of the intervention on the one hand and radiation burden on the other.

## Summary

Key words:

- Radiology
- Treatment planning
- Dental implant