

# 1

## Een reflectie over het gebruik van boormallen in de dentale implantaatchirurgie

*L. Vrielinck*

### 1.1 Inleiding

Het wordt als een axioma beschouwd dat een prothetische planning voorafgaand aan de implantaatplaatsing resulteert in een betere selectie van de implantatieplaatsen en bijgevolg een meer voorspelbaar resultaat zal opleveren van het te vervaardigen prothetisch werk. Meestal worden de volgende voordelen aangehaald om het gebruik van boormallen te verantwoorden: vermijden van kritisch anatomische structuren, een esthetisch meer voorspelbaar resultaat en een functioneel beter resultaat door een prothetisch gestuurde implantaatplaatsing. Om de planning over te brengen naar de chirurgische fase, wordt er vanouds gedacht aan chirurgische boormallen. Naast de boormallen kan er gebruikgemaakt worden van navigatietechnieken om de chirurg te helpen bij de selectie van de boorplaatsen (bijvoorbeeld Rupin et al., 2008). Deze techniek wordt in dit hoofdstuk buiten beschouwing gelaten. Gedurende de afgelopen tien jaar (1989-1999) zien we een sterke toename in de belangstelling voor implantaatbehandeling. Een mogelijke oorzaak is een grotere bewustwording bij patiënten die in aanmerking zouden komen voor een implantaatbehandeling, maar kan ook een gevolg zijn van een toename in het aantal gekwalificeerde zorgverleners (Narby et al., 2008). Gezien de toename van het aantal implantaatbehandelingen, kan het gebruik van een effectieve techniek die het aantal suboptimaal of niet goed geplaatste implantaten vermindert wel degelijk een zinvolle ontwikkeling zijn. Anderzijds moet worden overwogen of de bijkomende straling bij het maken van een röntgenfoto van de patiënt, het werk dat noodzakelijk is om een nauwkeurige boormal te verkrijgen en de kostprijs van dit alles, opwegen tegen de klinische nadelen die een suboptimaal geplaatst implantaat veroorzaakt (Widmann en Bale, 2006). Bovendien zou de implantaatbehandeling gestuurd door boormallen dezelfde succesratio's met betrekking tot osseo-integratie moeten opleveren als de klassieke implantaatchirurgie. Sommige auteurs wijzen erop dat hier de nodige voorzichtigheid moet worden betracht en rapporteren een misluktingspercentage van 9 (Yong en Moy, 2008). Op dit ogenblik is er nog geen enkele langetermijn klinische studie die deze aspecten heeft geanalyseerd.

## **1.2 Achtergrond om boormallen te gebruiken voor de implantaatchirurgie**

De overlevings- en succesratio's van in het bot geplaatste implantaten zijn genoegzaam bekend uit de literatuur. Een ongunstige plaatsing van de implantaten in het bot kan echter een nadelig effect hebben dat het prothetisch resultaat in het gedrang zou kunnen brengen of dat extra niet-begrote kosten veroorzaakt om dit te corrigeren. Een algemeen practicus heeft gemakkelijk toegang tot conventionele radiografieën (panoramische röntgenopnamen en apicale radiografieën). De panoramische opname heeft als beperking dat er een vergroting en een vervorming van het beeld kunnen optreden. Bovendien is de panoramische röntgenopname een 2D-weergave van een 3D-object. Een ander belangrijk nadeel is de afwezigheid van de buccolinguale afmetingen van het bot. Ondanks deze beperkingen hebben we al sinds de beginperiode van de implantologie de beschikking over de tandtechnische boormal. Deze tandtechnische boormal wordt in samenwerking tussen de behandelend tandarts en tandtechnicus vervaardigd en vervolgens aan de chirurg overhandigd bij het implanteren. Deze klassieke boormal, vervaardigd aan de hand van een gipsmodel, verschaft geen informatie over de variabele dikte van de mucosa en de topografie van het onderliggende bot, of de onderliggende anatomische structuren. Ook is de positionering van deze boormallen in bepaalde gevallen onbetrouwbaar, wanneer de chirurg beslist om een flappreparatie te maken tijdens de chirurgische ingreep. Vanwege de hiervoor geschetste redenen zien we in de praktijk dan ook dat, indien er al een boormal wordt voorbereid door de behandelend tandarts, de implantaatchirurg deze boormal niet op consequente en consistente wijze zal gebruiken. De computertomografie (CT) en recenter de Cone Beamscan tomografie (CBCT) werden als een uitbreiding beschouwd die een aantal van de eerder vermelde tekortkomingen van de klassieke radiografie konden opvangen. De CT- of CBCT-beelden maken het voor de chirurg mogelijk door het bot te navigeren aan de hand van cross-sectionele beelden, axiale en panoramische beelden. In de beginfase (1990-2000) werden deze gegevens vooral gebruikt als hulpmiddel voor de implantaatselectie en virtuele implantaatpositionering. Met klassieke CT- of CBCT-beelden is nog geen overdracht gerealiseerd naar de actuele implantaatchirurgie. Sinds 2000 zijn er verschillende systemen tot ontwikkeling gekomen die het mogelijk maken, op basis van de CT- of CBCT-beelden, boormallen te ontwerpen en te vervaardigen. De boormallen zijn zodanig ontworpen dat het mogelijk wordt de locatie, het traject en de diepte van het geplande implantaat naar het eigenlijke chirurgisch veld over te brengen. De boormallen zullen, wanneer ze eenmaal geplaatst en gestabiliseerd zijn, het aantal vrijheidsgraden voor de chirurg beperken, zodat de feitelijke plaatsing een grote overeenkomst vertoont met wat op de computer was gepland. Door het gebruik van boormallen zou de chirurg complicaties kunnen vermijden, zoals laesie van de nervus mandibularis, sinusperforaties, fenestraties en dehiscentie van implantaten. De practicus kan nu aan de hand van het computerbeeld een simulatie door-

voeren, zodat het aantal, de afmetingen, de locatie, de diepte en de 3D-oriëntatie van de implantaten kan worden bepaald.

Jackson (2000) voerde een kadaverstudie uit waarbij de manuele plaatsing van implantaten werd vergeleken met een botgesteunde stereolithografische boormal. De gemiddelde horizontale afwijking van het intredepunt bij manuele implantaatplaatsing was 3,71 mm, terwijl de gemiddelde horizontale afwijking van het intredepunt bij gebruik van een stereolithografische boormal 0,92 mm was. Naitoh et al. (2000) bestudeerden de nauwkeurigheid van plaatsing van implantaten bij partieel edentate patiënten met behulp van een conventionele boormal. In deze studie werden 26 implantaten beoordeeld bij 6 patiënten. Ze vonden een gemiddelde angulaire afwijking tussen planning en gerealiseerde positie van 0,5° tot 14,5°. De gemiddelde angulaire afwijking was 5°, en er waren twaalf implantaten (57%) die een kleinere afwijking hadden dan 5°. De boormallen waren dentaal afgesteund. Vrielinck et al. (2003) publiceerden de eerste klinische studie over de nauwkeurigheid van plaatsen van standaard- en zygoma-implantaten door gebruik te maken van stereolithografische boormallen met botafsteuning. Vierentwintig implantaten werden geanalyseerd door de postoperatieve scan te vergelijken met de preoperatieve behandelingsplanning. De auteurs vonden een afwijking in het intredepunt van 1,51 mm ( $\pm 1,17$ ) en een angulaire afwijking van 10,46° ( $\pm 5,94$ ). Sarmant et al. (2003) deden een in-vitrostudie om de nauwkeurigheid van een conventionele boormal te vergelijken met een stereolithografische boormal. De metingen in deze studie omvatten de afstand tussen de geplande positie en de positie van de boorgaten (er werden geen implantaten geplaatst). Bij gebruik van een klassieke boormal was de gemiddelde afstand van het intredepunt tussen het geplande implantaat en de positie van het boortraject 1,5 mm ( $\pm 0,7$ ) en de angulatieafwijking 8° ( $\pm 4,5$ ), terwijl door gebruik te maken van een stereolithografische boormal deze afstand verminderde tot 0,9 mm ( $\pm 0,5$ ) en de angulatieafwijking 4,5° ( $\pm 2$ ) ( $p < 0,01$ ). Di Giacomo et al. (2005) plaatsten in hun studie naar stereolithografische boormallen 21 implantaten in 6 patiënten. De boormallen waren bot- en/of dentaal afgesteund. Gemiddeld bedroeg de angulatieafwijking tussen geplande positie en gerealiseerde positie 7,25° ( $\pm 2,67$ ) en de horizontale afwijking bij het intredepunt bedroeg 1,45 mm ( $\pm 1,42$ ). Van Assche et al. (2007) toonden met behulp van een kadaverstudie aan dat er een angulaire afwijking was van 2° ( $\pm 0,8$ ) en een horizontale afwijking van 1,1 mm ( $\pm 0,7$ ). De afwijking ter hoogte van de tip van het implantaat bedroeg 2,0 mm ( $\pm 0,7$ ). Ozan et al. 2009 toonden aan dat het gebruik van stereolithografische boormallen resulteerde in een angulatieafwijking van 4,1° ( $\pm 2,3$ ) en een horizontale afwijking van 1,41 ( $\pm 0,9$  mm). Zij toonden ook aan dat het afsteuningsmechanisme van de boormal verschillende resultaten kan opleveren met betrekking tot de angulatie van de implantaten. Volgens de auteur leverden de dentaal afgesteunde boormallen de beste resultaten, gevolgd door botafgesteunde boormallen en ten slotte de mucosaal afgesteunde boormallen. Vrielinck et al. (2009) onderzochten de nauwkeurigheid van implantaatplaatsing met behulp van de NobelGuide™ stereolithografische boormallen

met mucosale afsteuning. Er werden 90 implantaten geplaatst bij 16 patiënten. De auteurs stelden een horizontale afwijking vast van 1,08 mm ( $\pm 0,71$ ), een angulatieafwijking van  $3,08^\circ$  ( $\pm 2,06$ ) en een verticale afwijking van 0,86 mm ( $\pm 0,91$ ).

### 1.3 Bespreking van de literatuurgegevens

Uit de lijst met literatuurgegevens in tabel 1.1 blijkt al snel dat er een aantal moeilijkheden is bij de interpretatie van de gegevens, als men verschillende studies met elkaar wil vergelijken. Wat betreft het ontwerp van de studies is er een aantal in-vitrostudies (Jackson, Sarment et al., Van Assche et al.), terwijl de andere studies in-vivostudies zijn. Het positioneren van een boormal in een kadaverkaak valt niet onmiddellijk te vergelijken met een klinische behandeling met positioneren van de boormal in de mond van de patiënt, bijvoorbeeld vanwege de verschillende eigenschappen van de orale mucosa in de twee situaties. Ook de toegankelijkheid van de boormallen kan verschillend zijn in een in-vitro of een in-vivosituatie. In de loop van de afgelopen tien jaar zijn er ook verschillende typen boormallen ontwikkeld die onderling verschillen in hun retentiemechanisme ten opzichte van de onderliggende anatomische structuren (bijv. bot-, mucosa- of dentaal afgesteunde boormallen, of mengvormen). De boormallen zelf zijn zodanig ontworpen dat ze het aantal vrijheidsgraden voor de chirurg beperken; er zijn echter verschillende varianten hiervan op de markt (bijvoorbeeld zuivere boorgeleiding zonder implantaatgeleiding (SurgiGuide™, Materialise®), andere boormallen hebben beide typen van geleiding (Safe System™, Materialise® of NobelGuide™, Nobel Biocare). We kunnen aannemen dat de verschillende systemen ieder hun eigen nauwkeurigheid zullen bezitten, maar naar dit gegeven werd nog geen vergelijkend onderzoek verricht. In de loop van de afgelopen tien jaar hebben we een ontwikkeling kunnen vaststellen waarbij de chirurgische boormal steeds complexer en techniekgevoeliger is geworden. Denk aan de ontwikkeling van een klassieke tandtechnische richtplaat, via de stereolithografische boormal tot de ultieme ontwikkeling: de stereolithografische boormal met boor- én implantaatgeleiding. Een typisch voorbeeld van een stereolithografische boormal is SurgiGuide™ (Materialise®). Bij deze boormal vindt het uitvoeren van de boring door één of meerdere boormallen plaats, maar de uiteindelijke plaatsing van de implantaten gebeurt uit de vrije hand, nadat de boormal is verwijderd. Boormallen met boor- en implantaatgeleiding zijn bijvoorbeeld: Safe System™ (Materialise®) en NobelGuide™ (NobelBiocare). Deze laatste systemen hebben als kenmerken dat de boormal niet alleen dient voor het geleiden van de boor maar ook gebruikt wordt voor de plaatsing van de implantaten en eveneens een verticale ingebouwde stop heeft, zodat de verticale positie van het implantaat kan worden gecontroleerd. In de tabel 1.2 is getracht een meta-analyse te maken van de beschikbare literatuurgegevens. Uiteraard moet men zich bewust zijn van methodologische tekortkomingen bij het ontwerp van de verschillende studies. De eerder vermelde studies werden opnieuw gegroepeerd

**Tabel 1.1** Literatuuroverzicht betreffende boormallen.

auteur	jaartal	type boormal	onderzoeksopzet	aantal implantaten	horizontale afwijking mm (sd)	angulatieafwijking ° (sd)	verticale afwijking mm (sd)
Jackson	2000	manueel	in vitro	8	3,71	–	–
Jackson	2000	STL-boormal (bot)	in vitro	8	0,92	–	–
Naitoh et al.	2000	conventioneel (gebitselement)	in vivo	21	–	5°	–
Vrielinck et al.	2003	STL-boormal (bot)	in vivo	24	1,51 (± 1,17)	10,46 (± 5,94)	–
Sarment et al.	2003	conventioneel	in vitro	25	1,5 (± 0,7)	8 (± 4,5)	–
Sarment et al.	2003	STL-boormal	in vitro	25	0,9 (± 0,5)	4,5 (± 2)	–
Di Giacomo et al.	2005	STL-boormal (bot of gebitselementen)	in vivo	21	1,45 (± 1,42)	7,25 (± 2,67)	–
Ozan et al.	2009	STL-boormal (verschillende soorten)	in vivo	110	1,41 (± 0,9)	4,1 (± 2,3)	–
Van Assche et al.	2007	STL-boormal (mucosa)	in vitro	12	1,1 (± 0,7)	1,8 (± 0,8)	–
Vrielinck et al.	2009	STL-boormal (mucosa)	in vivo	90	1,08 (± 0,71)	3,08 (± 2,06)	0,86 (± 0,91)

*STL = stereolithografisch*

naar het gebruikte type boormallen. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen vier typen: manuele plaatsing (zonder boormal), plaatsing met behulp van een tandtechnische boormal en plaatsing met behulp van een stereolithografische boormal. Dit laatste type wordt verder opgesplitst in een stereolithografische mal met en zonder implantaatgeleiding.

#### 1.4 Discussie

Bij een vergelijking van de manuele plaatsing met een klassieke tandtechnische boormal, ziet men dat de horizontale plaatsingsfout door gebruik van deze eenvoudige boormal gereduceerd wordt. Dit is begrijpelijk, omdat er nu een fysieke aanduiding is die de chirurg zal helpen een juiste implantatieplaats te kiezen. Wanneer men nu de klassieke tandtechnische boormal vergelijkt met de stereolithografische boormal – namelijk geleid boren en manueel plaatsen van het implantaat –, dan is een geringe afname waarneembaar van de horizontale plaatsingsfout (1,5 mm tegenover 1,26 mm). Bij een vergelijking van de zuivere boormal met de boormal met implantaatgeleiding valt vast te stellen dat er een verdere geringe afname van de plaatsingsfout (1,26 mm tegenover 1,08 mm) plaatsvindt. Wordt er naar de angulaire fout gekeken, dan stelt men een duidelijke verbetering van de angulaire fout vast. In de groep stereolithografische boormallen met implantaatgeleiding, vindt een strakke geleiding van het implantaat plaats via de boormal. Bij vergelijking van de stereolithografische boormallen met en zonder implantaatgeleiding is een beperkte afname van de horizontale afwijking meetbaar (1,26 mm tegenover 1,08 mm), de angulaire deviatie wordt echter wel aanzienlijk beter ( $6,92^\circ$  tegenover  $2,86^\circ$ ). Toch blijft er in de groep boormallen met implantaatgeleiding een horizontale intredefout van 1,08 mm bestaan. Deze belangrijke afwijking blijft dus bestaan, ondanks alle technische voorzorgen om een strakke boring en geleide implantaatplaatsing te realiseren. Behalve andere mogelijke oorzaken van fouten lijkt de suboptimale positionering van de boormal een van de belangrijkste oorzaken van deze afwijking te zijn. Een onnauwkeurige plaatsing van de mal resulteert immers in een ‘foute’ plaatsing van alle implantaten die met deze boormal worden geplaatst. Dit wordt bevestigd door de bevindingen van Ozan et al., die vaststelden dat de nauwkeurigheid in afnemende volgorde het grootste was bij dentaal afgesteunde boormallen, botafgesteunde boormallen en ten slotte mucosaal afgesteunde boormallen. Men kan hoe dan ook vaststellen dat ondanks dat gebruik wordt gemaakt van technisch geavanceerde oplossingen wat betreft het intredepunt van de implantaten, men een relatief geringe vooruitgang heeft geboekt in vergelijking met klassieke tandtechnische boormallen (1,08 mm versus 1,5 mm). Wat betreft de angulaire afwijking is er wél een duidelijke vooruitgang ( $2,86^\circ$  versus  $6,6^\circ$ ). Vandaar dat zou kunnen worden gespeculeerd dat de nauwkeurigheid van de boormallen zou kunnen verbeteren volgens een van de volgende twee methoden: ofwel plaatsen van extra retentiepinen (fiduciale implantaten) in de kaak waaraan de scanplaat en de boormal bevestigd kunnen worden, hetzij proberen de

**Tabel 1.2** Meta-analyse van literatuurgegevens opgesplitst naar type boormal.

type	auteurs	aantal implantaten	horizontale afwijking mm	angulaire afwijking °	verticale afwijking mm
manueel	Jackson	8	3,71		
klassieke boormal	Naitoh et al. Sarmant et al.	46	1,5	6,6	
zuivere boormal	Jackson Vrielinck et al. Sarmant et al. Di Giacomo et al. Ozan et al.	89	1,26	6,92	
boor- en implantaatgeleiding	Van Assche et al. Vrielinck et al.	102	1,08	2,86	0,86

exclusief mucosale afsteuning te vermijden door gebruik te maken van bestaande elementen of door gebruik te maken van een zuivere botafsteuning van de boormal. Beide oplossingen hebben diametraal tegenover elkaar staande consequenties: de oplossing met fiduciale markers veroorzaakt een toename in kosten en een ingewikkelder werkproces; de oplossing met botafsteuning betekent dat we weer mucoperiostale flappen moeten prepareren om een goede positionering van de botafgesteunde boormal te realiseren. Indien we gebruik zouden maken van extra retenties in de vorm van fiduciale implantaten, betekent dit een extra chirurgische stap, waarbij de fiduciale implantaten in het bot dienen te worden aangebracht, zelfs voordat de CT of CBCT wordt uitgevoerd. Behoudens de extra behandelingstijd betekent dit extra kosten voor de patiënt. Een andere weg die zou kunnen worden gevolgd, is het zoveel mogelijk vermijden van een uitsluitend mucosale afsteuning van de boormal. Dit kan men realiseren door, indien beschikbaar, bestaande gebitselementen mede als steunpunten in de scanplaat en de boormal te betrekken. Het betrekken van de buurelementen als steun voor de scanplaat en de boormal compliceert de implantaatplanning enigszins, omdat de morfologische dentale informatie na CT of CBCT niet steeds adequaat wordt meegegeven. Vaak is het in die omstandigheden beter om een goed gipsmodel optisch in te scannen en samen te brengen met de 3D-beelden van de kaak van de patiënt. Dit betekent een extra stap voordat er implantaten kunnen worden gepland en dit vereist een goede logistieke planning.

Bij gebrek aan fiduciale implantaten of stabiele gebitselementen in de te behandelen kaak, zouden we gebruik kunnen maken van boormallen met botafsteuning. Dit laatste is niet mogelijk zonder flappreparatie, maar dit hoeft niet per se een nadeel te zijn.

Anderzijds moet misschien toch de opvatting herzien worden over de tandtechnische boormal. Bij een vergelijking van kosten en baten scoort de tandtechnische boormal helemaal niet zo slecht vergeleken met zijn zeer geavanceerde opvolger. De vraag die zich voordoet is de volgende: waarom wordt de tandtechnische boormal zo weinig gebruikt? Heeft het misschien te maken met de wijze waarop deze mal tot stand komt, namelijk in een samenwerking tussen behandelend tandarts en de tandtechnicus. De chirurg is strikt genomen niet betrokken bij deze fase, anderzijds dient de chirurg peroperatief te zorgen dat de implantaten zo goed mogelijk in het bot worden geplaatst en hierbij wordt de meegeleverde boormal wellicht niet ten volle gebruikt. De ontwikkeling van de boormallen op basis van CT-scan en CBCT-scan daarentegen heeft alles in zich om ten volle gebruik te maken van de teambenadering: integratie van prothetische voorstudie, chirurgische elementen en tandtechnische aspecten. In de praktijk vereist dit echter een zeer zware inspanning. Ten eerste om het gehele proces te coördineren en ten tweede vereist dit heel wat financiële middelen om dit te realiseren. Deze inspanningen komen in de praktijk bijna allemaal ten laste van degene die de chirurgie zal uitvoeren. Bovendien is geen van de commercieel beschikbare software geschikt voor gebruik in een netwerkgeving (of via internet bijvoorbeeld), zodat uitwisseling van data tussen de verschillende leden van het team toch wel heel wat handelingen en logistieke follow-up vergt. Het lijkt er dus op dat in de implantologie een pendelbeweging is gemaakt: van de klassieke tandtechnische boormal (relatief goedkoop en onder supervisie van de behandelend tandarts of tandtechnicus) naar de stereolithografische boormal (relatief kostbaar en grotendeels ten laste van het chirurgisch team). We kunnen vaststellen dat de stereolithografische techniek slechts met mondjesmaat ingang vindt in de wereld van de implantologie. De logistieke en financiële overlast hebben hier zeker mee te maken.

### **1.5 Wat zijn dan de indicaties voor boormallen?**

Een boormal is geïndiceerd wanneer er vanuit de prothetiek hoge eisen aan de chirurgische behandeling worden gesteld; het meest extreme voorbeeld hiervan is de Teeth-in-an-Hour™ procedure, waarbij simultaan met de implantaatplaatsing ook de voorafgemaakte brug wordt geplaatst. Een andere indicatie voor een boormal is een technisch veeleisende positionering van de implantaten, bijvoorbeeld vlak in de buurt van de nervus mandibularis, of in kwetsbare anatomische regio's zoals bij zygoma-implantaten. Een boormal (met mucosale afsteuning) is gecontra-indiceerd in die gevallen dat een reproduceerbare positionering van de boormal zeer moeilijk of onmogelijk is. Bijvoorbeeld in geval van extreme kaakatrofie bij volledig edentate patiënten.

Een ander voorbeeld is de scherpe dentoalveolaire tandkam. In deze situatie is het zeer goed mogelijk dat de boor afschampt op het onderliggende bot, wat aanleiding kan geven tot niet-opgemerkte fenestraties van de implantaten. Het inschroeven van een implantaat in een boortraject dat afgeweken is door het afschampen van de boor, resulteert in een klinisch niet-zichtbare dislocatie van de boormal, zodat de andere implantaten op verkeerde plaatsen kunnen terecht komen. Tussen beide extremen van indicaties en contra-indicaties ligt een breed terrein waarop een boormal kan worden gebruikt. De vraag, of een boormal noodzakelijk is, en welk type er dan het best wordt gebruikt, hangt in zekere mate af van de gewoonten van het team en de voorkeur van de chirurg. Steeds zal echter een afweging moeten worden gemaakt tussen het gepercipiëerde voordeel en de logistieke en financiële kosten van de gekozen oplossing.

### Literatuur

- Assche N van, Steenberghe D van, Guerrero ME, Hirsch E, Schutyser F, Quirynen M, Jacobs R. Accuracy of implant placement based on pre-surgical planning of three-dimensional cone-beam images: a pilot study. *J Clin Periodontol* 2007;34:816-21.
- Giacomo GA Di, Cury PR, Araujo NS de, Sendyk WR, Sendyk CL. Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: preliminary results. *J Periodontol* 2005;76:503-7.
- Jackson A. Accuracy of implant placement – a cadaver study. Oral communication, PISA workshop. Leuven, België, 2000.
- Naitoh M, Arijji E, Okumura S, Ohsaki C, Kurita K, Ishigami T. Can implants be correctly angulated based on surgical templates used for osseointegrated dental implants? *Clin Oral Implants Res* 2000;11:409-14.
- Narby B, Kronström M, Söderfeldt B, Palmqvist S. Changes in attitude towards desire for implant treatment: a longitudinal study of a middle-aged and older Swedish population. *Int J Prosthodont* 2008;21:481-5.
- Ozan A, Turkyilmaz I, Ersoy AE, McGlumphy EA, Rosenstiel SF. Clinical accuracy of 3 different types of computed tomography-derived stereolithographic surgical guides in implant placement. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:394-401.
- Rupin J, Popovic A, Strauss M, Spüntrup E, Steiner A, Stoll C. Evaluation of the accuracy of three different computer-aided surgery systems in dental implantology: optical tracking vs. stereolithographic splint systems. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:709-16.
- Sarment DP, Sukovic P, Clinthorne N. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:571-7.
- Vrielinck L, Politis C, Schepers S, Pauwels M, Naert I. Image-based planning and clinical validation of zygoma and pterygoid implant placement in patients with severe bone atrophy using customized drill guides. Preliminary results from a prospective clinical follow-up study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2003;32:7-14.
- Vrielinck L, Schepers S, Politis C, Sun Y, Schuermans J: Accuracy of implant placement using stereolithographic drill guides with mucosal support. 2009 (in voorbereiding).
- Widmann G, Bale RJ. Accuracy in computer-aided implant surgery – a review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:305-13.

Yong LT, Moy PK. Complications of computer-aided-design/computer-aided-machining-guided (Nobelguide) surgical implant placement: an evaluation of early clinical results. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008;10:123-7.