

Original Paper

Francesco Valente
 Claudio Buoni*
 Bruno Scarfò**
 Andrea Mascolo***
 Francesca Parducci****

Odontoiatra, Roma
 *Università di Roma Professore di Radiologia, Campus Biomedico
 **Titolare di laboratorio Odontotecnico, Roma
 ***Università degli Studi di Genova, CLID professore a.c.
 Master in chirurgia orale e d'urgenza odontostomatologica
 ****Laureanda in Odontoiatria e Protesi dentaria

Precisione delle guide stereolitografiche CAD-CAM ad appoggio mucoso nel posizionamento degli impianti senza sollevamento del lembo

PAROLE CHIAVE

Tomografia computerizzata, CAD-CAM, stereolitografia, guide chirurgiche, chirurgia implantare senza sollevamento del lembo, implantologia computerizzata.

Scopo del lavoro La tecnologia CAD-CAM permette di utilizzare un programma interattivo di pianificazione basato sulle scansioni TC che riporta il posizionamento virtuale delle fixture attraverso l'utilizzo di guide stereolitografiche. Lo scopo di questo studio è verificare la precisione di tale metodica utilizzando guide chirurgiche stereolitografiche ad appoggio mucoso, senza bloccaggio con viti di osteosintesi.

Materiali e metodi È stata eseguita la TC di una mandibola epossidica edentula rivestita con gomma gengivale sulla quale sono stati preventivamente creati con un parallelometro 10 siti implantari che sono stati riempiti con una miscela di resina colorata e polvere di solfato di bario. Il programma ha isolato i siti implantari sovrapponendoli a dieci impianti virtuali. Sono state utilizzate tre guide chirurgiche stereolitografiche ad appoggio mucoso per eseguire dieci nuove osteotomie senza sollevamento del lembo. È seguita una nuova TC e un'analisi comparativa software e clinica tra le osteotomie iniziali e quelle praticate secondariamente.

Risultati Si nota una buona corrispondenza a livello della testa dell'impianto tra il centro dell'osteotomia iniziale e quello dell'osteotomia secondaria e tra le inclinazioni dei rispettivi siti.

Conclusioni Le differenze tra le osteotomie sebbene minime evidenziano una distanza tra i due centri a livello della testa dell'impianto e al suo apice e anche una geometria lobata delle osteotomie. L'utilizzo di una sola guida, stabilmente bloccata da viti di osteosintesi, può rappresentare una soluzione alternativa efficace per una più precisa osteotomia implantare.

Precision of CAD-CAM stereolithographic mucosa-supported drilling guides in flapless implant placement

Aim CAD-CAM technology has made interactive CT-based planning software possible, which virtually reproduces the ideal position of fixtures by means of stereolithographic drilling guides. The aim of this study was to assess the precision of this method for the rehabilitation of edentulous mandibles using mucosa-supported guides without osteosynthesis screws.

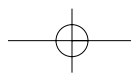
Materials and methods CAT scan of an edentulous epoxy mandible with rubber gum surface was taken, on which ten implant sites had previously been created with a parallelometer filled with a mixture of coloured resin and barium sulphate powder. A software was used to select the single implant sites and superimpose on them ten virtual implants. Three stereolithographic mucosa-supported surgical guides were used to make ten new closed osteotomies. Subsequently a new CT was taken and a software comparative analysis and a clinical one between the first osteotomies and the second ones were carried out.

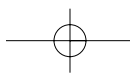
Results A good correspondence at the implant head between the centre of the first osteotomy and the second one was detected as well as differences between their inclinations.

Conclusions The differences between the osteotomies made with the parallelometer and the second ones show the lobate shape of the osteotomies and that the distance between the two centres is more marked at the implant apex than at the implant head. The use of only one surgical guide fixed by means of osteosynthesis screws can be a more effective option for a more precise implant osteotomy.

KEY WORDS

Computed tomography, CAD-CAM, stereolithography, surgical templates, flapless surgery, computer-aided implantology.





INTRODUZIONE

Il corretto posizionamento degli impianti osteointegrati assicura il successo a lungo termine della riabilitazione protesica dentale. Sebbene il posizionamento implantare sia altamente prevedibile, le limitazioni anatomiche e le esigenze protesiche spesso richiedono un'accurata pianificazione iniziale e la sua fedele trasposizione in sede chirurgica il planning medesimo. Inoltre, la progressiva diffusione delle tecniche di chirurgia implantare senza sollevamento del lembo aumenta le necessità di una prevedibilità del risultato.

Negli ultimi anni la tecnologia CAD-CAM ha avuto forti espansioni in campo dentale (protesico e chirurgico). Oggi è disponibile un programma interattivo di pianificazione, basato sulle scansioni TC, che consente di riportare fedelmente in ambito chirurgico il posizionamento virtuale delle fixture con l'utilizzo di guide stereolitografiche.

Utilizzando la tecnologia CAD (Computer Aided Design) il software 'SimPlant, Materialise, Leuven, Belgio) prevede una pianificazione iniziale attraverso una chirurgia virtuale e l'inserimento degli impianti al personal computer tramite l'interazione del software con l'esame TC del paziente. L'elaborazione e la conversione dei dati originali Dicom ottenuti dalla TC permettono la ricostruzione grafica tridimensionale della mandibola e della protesi radiopaca (scan prosthesis o protesi scannografica) realizzata appositamente per la scansione radiologica. Questa si ottiene aggiungendo alla resina solfato di bario al 20% per gli elementi dentali e al 10% per il base plate. L'individuazione radiologica dei tessuti molli è fondamentale affinché la protesi scannografica sia confezionata in modo da aderire perfettamente alla mucosa in ogni suo punto. Il software crea un file della pianificazione chirurgica con gli impianti virtualmente inseriti e, una volta sicuri del loro corretto posizionamento protesico, viene salvato e inviato, tramite posta elettronica, al centro di produzione di Materialise in Belgio per il processo di costruzione stereolitografico delle guide chirurgiche.

Utilizzando la tecnologia CAM (Computer Aided Manufacturing), le guide chirurgiche sono riprodotte mediante un fascio laser che polimerizza una resina acrilica liquida attraverso una serie di strati (stereolitografia). Il profilo di tali guide tiene conto

INTRODUCTION

Osseointegrated implants offer long-term success of the prosthodontic restoration. Nowadays implant placement is a very predictable procedure, though anatomic limitations and specific prosthetic requirements demand for an accurate treatment planning, which must subsequently be carefully reproduced during surgery. Moreover, the increased use of flapless implant surgery techniques, i.e. closed surgery, requires even more predictable results.

In the last years CAD-CAM technology has opened new possibilities in the dental field, but particularly in prosthetic and surgical dentistry: a CT-based interactive planning software is now available which permits the precise reproduction of virtual implant placement using stereolithographic drilling guides. Based on CAD technology (Computer Aided Design), with this software (SimPlant, Materialise, Leuven, Belgium) clinicians can plan implant placement by means of software interaction with the patient's CT exam for planning virtual surgery.

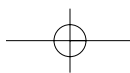
The Dicom original data obtained from the CT scan are processed and converted in a 3D graphic reconstruction of the mandible and a radiopaque scan prosthesis for the radiograph can be fabricated, using resin and barium sulphate (20% for teeth and 10% for base plate).

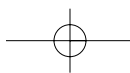
The radiologic assessment of soft tissues is also important so that the scan prosthesis can fit to the mucosa.

When the prosthetic placement of the virtual implants is settled, the plan is e-mailed to the Materialise Centre (Belgium) for the fabrication of the SurgiGuides through a stereolithographic process: with the help of CAM technology (Computer Aided Manufacturing) surgical guides are reproduced by means of laser, polymerising liquid acrylic resin in layers (stereolithography). This is achieved considering the subsequent placement (after the resin has polymerised) of the steel guide cylinders in the surgical guides holes.

Once assembled, the surgical guides are ready for the surgery and sent to the dental practice.

The aim of this paper is to assess the precision of this method on an edentulous epoxy mandible by the use of mucosa-supported guides without fixing them with osteosynthesis screws.





anche dell'inserimento, successivo all'indurimento della resina, dei cilindri guida in acciaio. Una volta assemblata, la guida è pronta per l'uso clinico e, nel giro di pochi giorni arrivano in studio le SurgiGuide. Lo scopo di questo studio è di verificare clinicamente la precisione di tale metodica su una mandibola edentula ricoperta da gomma gengivale, utilizzando guide chirurgiche stereolitografiche ad appoggio mucoso (mucosa-supported Surgi-Guides) senza bloccaggio con viti di osteosintesi.

MATERIALI E METODI

Una mandibola in resina epossidica stata perforata in dieci siti con l'aiuto di un parallelometro (fresatore Mariotti, con base Artiglio RAP), utilizzando una fresa da 3 mm di diametro e giungendo a una profondità di 13 mm.

Le angolazioni dei dieci siti sono state registrate e fedelmente riportate all'esterno della mandibola sulla piastra di contenzione in plexiglas con l'aiuto del parallelometro. All'interno dei siti, per il loro rilevamento radiografico mediante TC, è stata colata una miscela di resina colorata e solfato di bario in concentrazione massima del 20%. La mandibola è stata successivamente saldamente rivestita da uno strato omogeneo, di circa 2 mm, di gomma gengivale (rivestimento morbido per protesi a base siliconica, Sofreliner Tough Medium, Tokuyama Dental), quindi sottoposta, dopo il confezionamento di una protesi scannografica in resina in miscela al 10% di solfato di bario, a scansione TC (fig. 1, 2). I modelli in gesso della mandibola e i dati originali Dicom della TC sono stati, quindi, inviati in Belgio presso il Centro Materialise per la conversione dei file in formato SimPlant Planner. Tramite il nuovo software SimPlant Planner 9, sono stati perfettamente sovrapposti ai dieci siti dieci impianti virtuali da 3 mm di diametro e lunghi 13 mm (fig. 3-10). Il centro di produzione ha confezionato tre guide chirurgiche ad appoggio mucoso che, secondo quanto precedentemente richiesto, permettessero l'utilizzo in sequenza delle frese da 2; 2,85 e 3 mm di diametro per l'inserimento di impianti a vite da 4 mm di diametro in osso di qualità 2-3 (secondo la classificazione di Leckholm e Zarb) come da protocollo.

Dopo pochi giorni sono state ricevute le tre guide

MATERIALS AND METHODS

An epoxy mandible covered with rubber gum (Sofreliner Tough Medium, Tokujama Dental) was perforated and ten sites (3 mm diameter and 13 mm deep) were prepared with a parallelometer by means of a 3 mm bur.

Angling of the ten sites were recorded and marked outside the mandible on the plexiglass anchor plate using the parallelometer. A mixture of coloured resin and barium sulphate powder (maximum concentration 20%) was put inside the sites for their analysis at the CT scan.

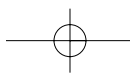
Then the mandible was covered with a 2 mm layer of rubber gum (Sofreliner Tough Medium, Tokujama Dental) and a resin scan prosthesis was fabricated using the mixture of barium sulphate (10%); then the CT scan was taken (fig. 1, 2).

The plaster model of the mandible together with the original CT Dicom data were sent to the Materialise Centre in Belgium to convert the files into the SimPlant Planner format by means of the new SimPlant Planner 9. Then, ten virtual implants (3 mm diameter and 13 mm long) were carefully placed in the ten sites (fig. 3-10).

The Centre fabricated, and then sent back to the dental office, three mucosa-supported surgical guides which could allow the consecutive use of the 2 mm, 2.85 mm and 3 mm diameter burs, in order to place 4 mm diameter screw implants in a type 2 or 3 bone (Leckholm and Zarb classification) according to the surgical protocol. The rubber gum was not removed, so that the holes prepared with the parallelometer were not visible, ten closed osteotomies were performed using the three guides consecutively (fig. 11, 12, 13).

RESULTS

After removing the gum tissue, a discrepancy at the implant head level between the centre of the first osteotomy (parallelometer) and that of the second one (surgical guides) could be noticed. Such difference was visible just because the osteotomy made with the parallelometer was filled with a mixture of red coloured resin and barium sulphate powder (maximum concentration 20%) (fig. 14, 15, 16).



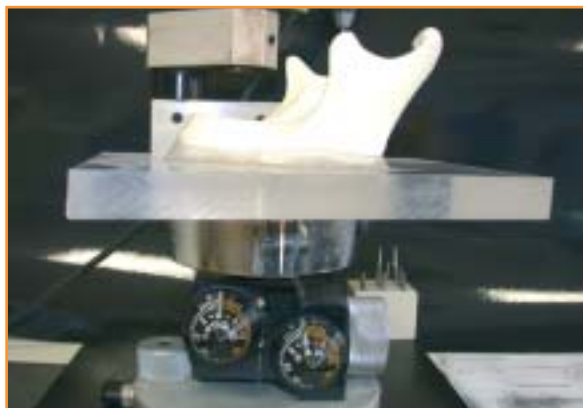
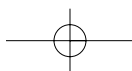


Fig. 1: la mandibola posizionata sul parallelometro per la fresatura.

Fig. 1: the mandible is placed on the parallelometer to be drilled.



Fig. 2: fresa twist da 3 mm di diametro spinta nella mandibola, a una profondità di 13 mm.

Fig. 2: the mandible is drilled in ten sites by using a twist bur (3 mm across and 13 mm deep).



Fig. 3: la mandibola con i siti registrati sulla lastra e riempiti di resina colorata, la scan prosthesis (a sinistra) e il tessuto gengivale (a destra).

Fig. 3: the mandible with the sites recorded on the plexiglass plate and filled with red resin. the scan prosthesis (left), the rubber gum (right).

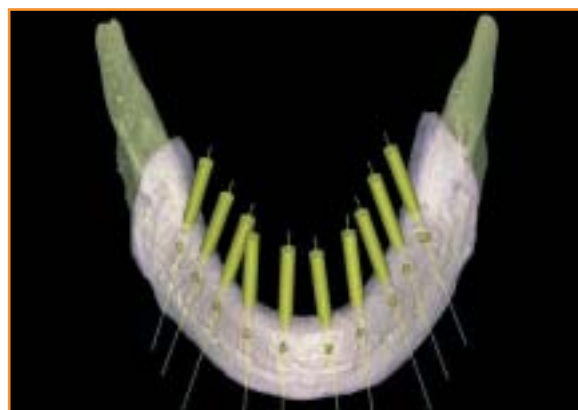


Fig. 4: planning in 3D eseguito con il software SimPlant dei 10 impianti virtuali sovrapposti alle osteotomie test.

Fig. 4: 3D software planning; ten virtual implants laid over the test osteotomies.

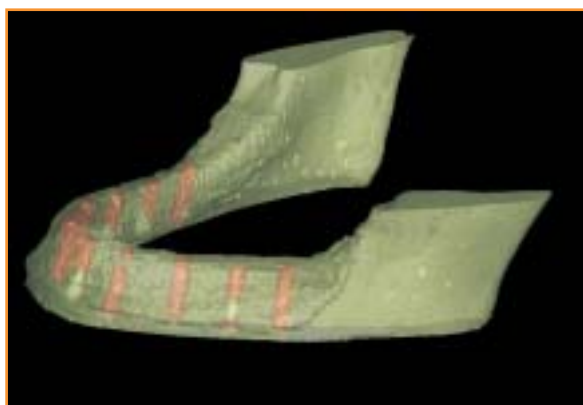


Fig. 5: la mandibola ricostruita tridimensionalmente con il software; in evidenza i siti osteotomizzati test (in rosso).

Fig. 5: 3D software reconstruction of the mandible; the test osteotomies are marked in red.

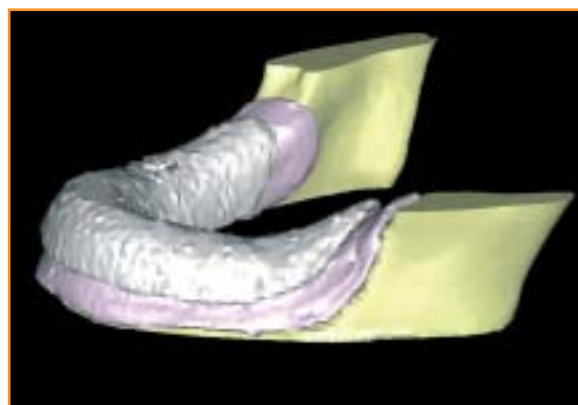
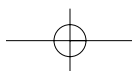


Fig. 6: la mandibola ricostruita tridimensionalmente con il software; la scan prosthesis (in grigio) e il tessuto gengivale di copertura (in rosa).

Fig. 6: 3D software reconstruction of the mandible; the scan prosthesis (gray) and the rubber gum (violet).



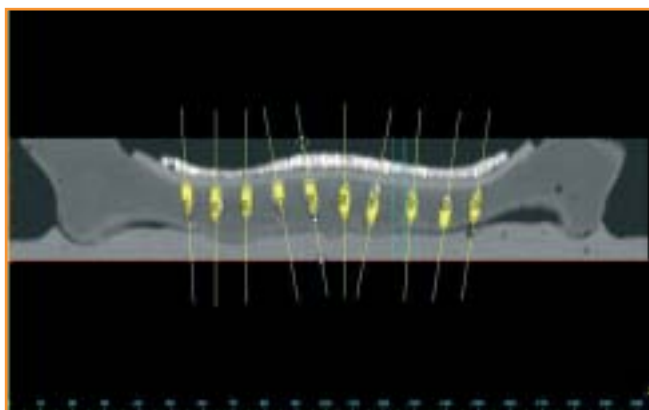
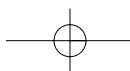


Fig. 7: Visione panoramica fornita dalla TC. Sono visibili gli impianti virtuali Nobel Direct sovrapposti alle 10 osteotomie riempite con resina in miscela al solfato di bario.

Fig. 7: CT-scan image with the virtual implant laid over the ten osteotomies filled with a mixture of coloured resin and barium sulphate powder.

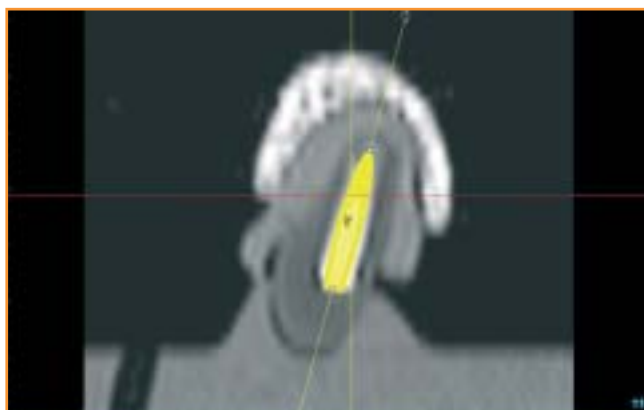


Fig. 8: planning eseguito con il software di una cross section1 TC con impianto virtuale sovrapposto all'osteotomia iniziale.

Fig. 8: CTplanning software of a cross-section with a virtual implant laid over parallelometer osteotomy.



Fig. 9: visione al computer dell'impianto virtuale (giallo) inserito al centro della osteotomia iniziale

Fig. 9: PC image of the virtual implant (yellow) put in the centre of the parallelometer osteotomy (red).

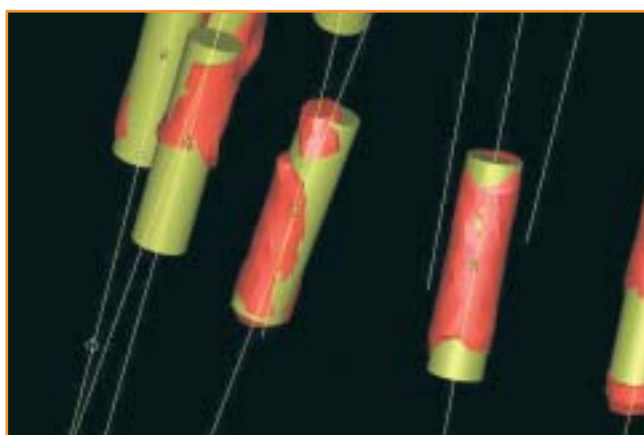


Fig. 10: visione laterale al computer dell'impianto virtuale (giallo) inserito al centro dell'osteotomia iniziale

Fig. 10: PC image of the virtual implant (yellow) put in the centre of the parallelometer osteotomy (red).

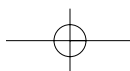
chirurgiche a supporto mucoso e sono state praticate le dieci osteotomie senza sollevamento del lembo, in successione di diametro crescente, senza preventiva eliminazione della gomma gengivale in modo da non essere condizionati dalla vista dei fori precedentemente preparati al parallelometro (fig. 11, 12, 13).

RISULTATI

Dopo aver eliminato il tessuto gengivale di coper-

Then, measurement data were calculated and resulted in a mean data of 0.84 mm (fig. 17).

The differences between the inclinations of the first sites and the second ones were calculated. All this was possible owing to the use of the parallelometre. The RAP basis has two parameters: a front one, corresponding on the epoxy mandible to a plus sign if the site has a vestibular inclination or to a minus sign if the site has a lingual inclination; and a back one recording latero-lateral inclination with a plus sign if it bends to the right or a minus sign if it bends to the left. These parameters are measured by the



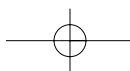


Fig. 11, 12, 13: successione delle 3 SurgiGuides; osteotomia reale di controllo con la successione di frese di diametro crescente 2, 2.85, 3 mm; inserimento transmucoso.

Fig. 11, 12, 13: *the three SurgiGuides; real osteotomy with the consecutive use of the 2 mm, 2.85 mm and 3 mm across burs; transmucosal placement of one of the ten "dummy" implants.*



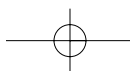
tura si possono apprezzare le distanze a livello dell'Implant Head tra il centro dell'osteotomia virtuale (al parallelometro) ed il centro dell'osteotomia reale (uso di guide chirurgiche). Tale differenza è ben visibile in quanto l'osteotomia compiuta al parallelometro è stata riempita da miscela di resina e solfato di bario colorata di rosso (fig. 14, 15, 16). Si è fatta, quindi, una media delle misurazioni risultata pari a 0,84 mm (fig. 17). Si è proceduto calcolando le differenze esistenti tra le inclinazioni dei siti virtuali e quelli effettuati con l'ausilio della guida. Tutto ciò è stato possibile grazie all'utilizzo del parallelometro. La base RAP ha due parametri: uno anteriore, che corrisponde sulla mandibola epossidica a un segno positivo se il sito è inclinato vestibolarmente e negativo se inclinato lingualmente; l'altro parametro, il posteriore, registra l'inclinazione latero-laterale che corrisponde sulla mandibola a un segno positivo se inclinato a destra del paziente e a un segno negativo se inclinato verso sinistra. Questi parametri sono rilevati dallo strumento con una scala in gradi e una sottomisurazione con il nonio, in decimi (un decimo è diviso in 60') (tab. 1. fig. 18). La media ponderata della differenza angolare stimata tra la tecnica con parallelometro e quella

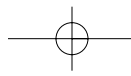
parallelometer in degrees and by using the vernier scale (a tenth is divided in 60') (table 1, fig. 18).

The weighted mean angular difference between the parallelometer technique and the SurgiGuides one is: front angle 4° 19'; back angle 2° 10' (fig. 19, 20).

In order to calculate the differences between the sites made with the parallelometer and those made with the guide, the mandible was dissected with a diamond bur placed on a hacksaw (ASAV Px 901, Micerium).

Six out of ten implant sites were randomly chosen to get a reliable result. The examined sites were: 1, 2, 3, 4, 5, 10 (fig. 21). Sections were made on the long implant axis. After the dissection, the parts were numbered and it was chosen the one where the apex difference between the silhouette created by barium sulphate and the implant site drilled by the surgical guides was easier to measure. Then the apex difference both lingual-vestibular sense and apex-crown sense for each site was measured (fig. 22, 23).





Precision of drilling guides in flapless implant placement



Fig. 14: distanza tra i due centri delle osteotomie, il controllo (in rosso) e il test.

Fig. 14: distance between the two centres of the osteotomies (control marked in red).

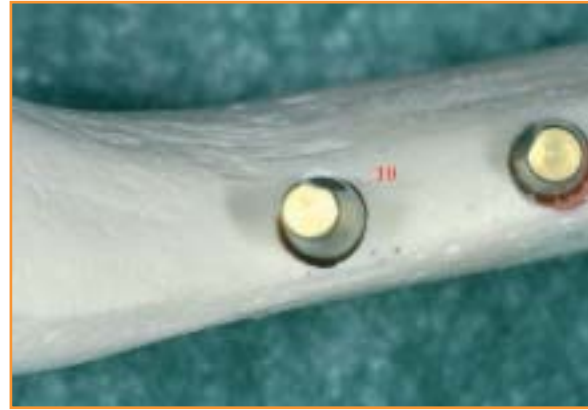


Fig. 15: rimossa la mucosa, si esamina clinicamente la precisione nel posizionamento dell'implantare.

Fig. 15: Clinical exam of the exact placement of the implants after removing the rubber gum.

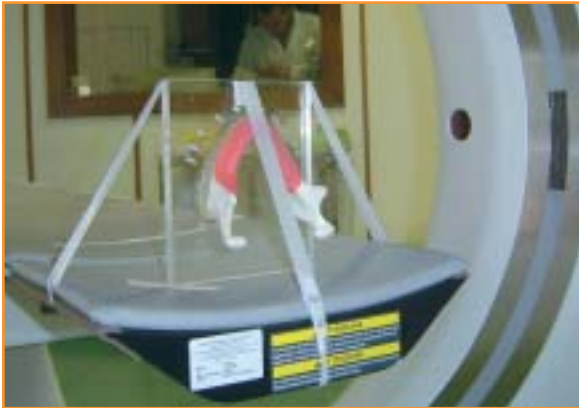


Fig. 16: seconda scansione TC della mandibola.

Fig. 16: second CT-scan of the epoxy mandible.

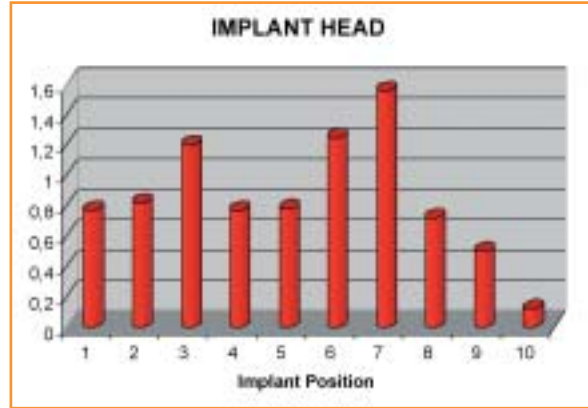
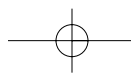
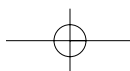


Fig. 17

SITO N. SITE No.	PARALLELOMETRO PARALLELOMETER		GUIDA CHIRURGICA SURGICAL GUIDE		ANALISI DELLE DIFFERENZE ANALYSIS OF DIFFERENCES	
	ANTERIORE FRONT	POSTERIORE BACK	ANTERIORE FRONT	POSTERIORE BACK	ANTERIORE FRONT	POSTERIORE BACK
	1	+ 11° 10'	+ 11° 30'	+ 11° 40'	+ 12° 20'	00° 30'
2	+ 11° 10'	+ 11° 30'	+ 11° 40'	+ 12° 20'	00° 30'	00° 50'
3	+ 11° 10'	+ 11° 30'	+ 13° 00'	+ 10° 40'	01° 50'	00° 50'
4	+ 17° 10'	-04° 00'	+ 16° 00'	+ 01° 40'	01° 10'	05° 40'
5	+ 17° 10'	-04° 00'	+ 13° 10'	+ 00° 40'	04° 00'	04° 40'
6	+ 17° 10'	-04° 00'	+ 17° 50'	-00° 40'	00° 40'	03° 20'
7	+ 17° 10'	-04° 00'	+ 09° 40'	-02° 50'	07° 30'	01° 10'
8	+ 11° 00'	-15° 50'	+ 17° 20'	-13° 30'	06° 20'	02° 20'
9	+ 11° 00'	-15° 50'	+ 21° 20'	-16° 50'	10° 20'	01° 00'
10	+ 11° 00'	-15° 50'	+ 21° 20'	-14° 50'	10° 20'	01° 00'

**Tabella 1
Table 1**





con guida chirurgica è di 4° 19' per l'angolo anteriore e 2° 10' per l'angolo posteriore (fig. 19, 20). Per calcolare le differenze tra siti virtuali e quelli creati con la guida, la mandibola è stata sezionata con l'ausilio di una fresa diamantata montata su un seghetto (ASAV Px 901, Micerium).

I siti implantari sono stati scelti a caso in numero di 6 su 10 in modo da ottenere un risultato statisticamente attendibile. I siti esaminati sono: 1, 2, 3, 4, 5, 10 (fig. 21). Le sezioni della mandibola sono state eseguite sull'asse lungo del sito implantare. Dopo il taglio, i frammenti sono stati numerati. Delle due parti in cui è stato diviso ogni sito si è scelta quella dove fosse più agevole la misurazione della discrepanza apicale tra la silhouette disegnata dal solfato di bario e il sito implantare preparato con le guide. È stata quindi calcolata la discrepanza apicale sia in senso vestibolo-linguale che in senso apico-coronale per ogni singolo sito di studio (fig. 22, 23). La media delle discrepanze in senso V-L è di 0,93 mm e in senso A-C è di 0,58 mm.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

In tutti i siti è stata trovata una distanza maggiore all'apice dell'impianto rispetto che a livello della testa implantare tra le posizioni progettate al parallelometro e quelle realizzate con l'ausilio delle guide. I dati clinici suggeriscono che il prototipo computerizzato delle guide può essere utile per posizionare gli impianti (Giacomo et al.,



Fig. 18: fresatore con base RAP.
Fig. 18: fresatore with RAP basis.

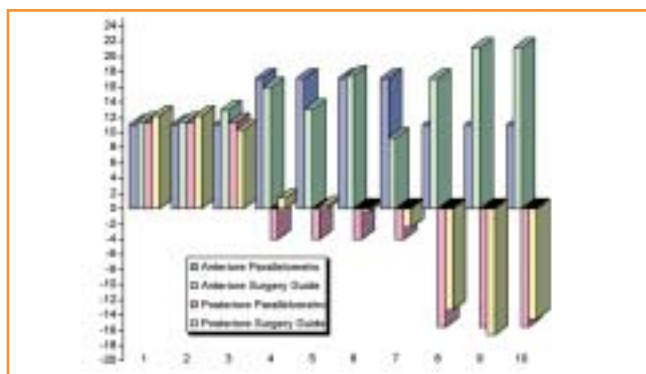


Fig. 19

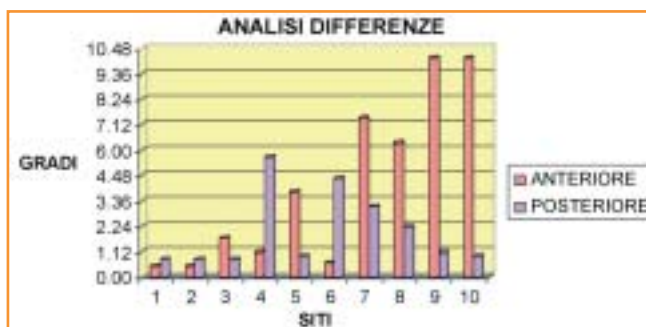


Fig. 20



Fig. 21: la mandibola sezionata nei 6 siti.
Fig. 21: mandible dissected in the six implant sites.

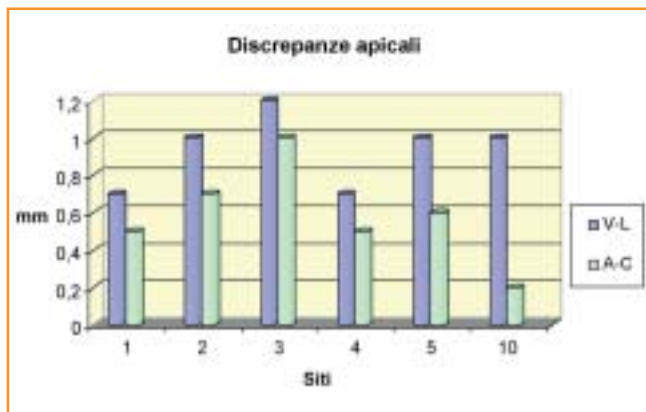
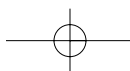


Fig. 22



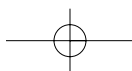


Fig. 23 A: sito n. 1; discrepanza all'apice V-L 0,7 mm, discrepanza all'apice A-C 0,5 mm.
Fig. 23 A: site no. 1; the V-L difference is 0,7 mm, the A-C difference 0,5 mm.



Fig. 23 B: sito n. 2; discrepanza all'apice V-L 1 mm, discrepanza all'apice A-C 0,7 mm.
Fig. 23 B: site no. 2; the V-L difference is 1 mm; the A-C difference is 0,7 mm.



Fig. 23 c: sito n. 3; discrepanza all'apice V-L 1,2 mm, discrepanza all'apice A-C 1 mm.
Fig. 23 c: site no. 3; the V-L difference is 1,2 mm; the A-C difference is 1 mm.



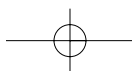
Fig. 23 d: sito n. 4; discrepanza all'apice V-L 0,7 mm, discrepanza all'apice A-C 0,5 mm.
Fig. 23 d: site 4; the V-L difference is 0,7 mm; the A-C difference is 0,5 mm.

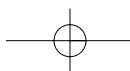


Fig. 23 E: sito n. 5; discrepanza all'apice V-L 1 mm, discrepanza all'apice A-C 0,6 mm.
Fig. 23 E: site no. 5; the V-L difference is 1 mm; the A-C difference is 0,6 mm.



Fig. 23 F: sito n. 10; discrepanza all'apice V-L 1 mm, discrepanza all'apice A-C 0,2 mm.
Fig. 23 F: site no. 10; the V-L difference is 1 mm; the A-C difference is 0,2 mm.





2005). Il beneficio medico può superare l'onere della spesa per la tecnologia con poche eccezioni (trapianti ossei della calvaria, resezione dell'osso temporale, ricostruzione del pavimento orbitale). Specialmente nell'implantologia dentale, il software dedicato riduce il tempo e i costi aggiuntivi necessari a progettare e compiere le procedure chirurgiche (Ewers et al., 2005).

In uno studio di sette anni (1995-2002) sono stati inseriti a 55 pazienti 327 impianti con l'aiuto della tecnologia computerizzata e non sono state osservate complicazioni.

La sicurezza intraoperatoria viene aumentata, poiché si può evitare il danno ai nervi o ai denti vicini (Ewers et al., 2004; Sarmant, Al-Shammari and Kazor, 2003; Ganz, 2003; Mupparapu and Singer, 2004) e possono essere ridotti i problemi collegati alle dimensioni e alla densità ossea (Sammartino et al., 2004; Bianchi et al., 2004). Il template può essere utilizzato non solo in situazioni anatomiche critiche, ma anche per porre l'impianto in una posizione ideale sull'osso perché elimina possibili errori manuali di posizionamento e coniuga la pianificazione implantologica alle esigenze protesiche (Fortin et al., 2000).

In questo studio come nei precedenti (4, 6) le differenze tra le osteotomie test e le osteotomie di controllo riscontrate clinicamente con l'uso successivo di 3 guide mettono in evidenza, oltre alla distanza tra i due centri a livello della testa dell'impianto e all'apice, anche una geometria lobata delle osteotomie dovuta all'uso di più guide, che spesso non producono fori di entrata concentrici. Questo tipo di geometria non è favorevole alla stabilità primaria dell'impianto, poiché non assicura il completo e intimo contatto tra questo e l'osso. Anche l'inclinazione dei siti implantari secondari si è rivelata differente da quella ottenuta per i siti realizzati con il parallelometro: dall'analisi delle differenze scaturisce che le guide chirurgiche ad appoggio mucoso, limitatamente al nostro studio, assicurano un risultato più prevedibile nei settori anteriori piuttosto che in quelli posteriori dove la differenza angolare in alcuni siti raggiunge i 10°.

La tecnica, sebbene assicuri una buona precisione, richiede miglioramenti per fornire una stabilità maggiore durante l'intervento in casi di guide a supporto osseo unilaterali o non ancorate ai denti (Giacomo et al., 2005). Sebbene altri studi siano

The V-L average difference is 0.93 mm and A-C is 0.58 mm (fig. 22, 23).

DISCUSSION AND CONCLUSION

In all sites the greater distance was found between the planned and placed positions at the implant apex than at the implant head. Clinical data suggest that computer-aided rapid prototyping of surgical guides may be useful in implant placement (Giacomo et al., 2005).

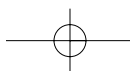
The medical benefit can possibly outweigh the expenditure of technology with few exceptions (calvaria graft, resection of the temporal bone, reconstruction of the orbital floor). In oral implantology, in particular, a specific software reduces time and additional costs for planning and performing treatment procedures with computer-aided surgical navigation (Ewers et al., 2005).

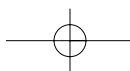
In a seven-year study (1995 to 2002), 55 patients with 327 dental implants were successfully treated with computer-aided navigation technology: no complications were observed.

Moreover, these technique increase intraoperative safety, because damage to nerves or neighbouring teeth can be avoided (Ewers et al., 2004; Sarmant, Al-Shammari and Kazor, 2003; Ganz, 2003; Mupparapu and Singer, 2004) and the problems related to bone density and volume may be reduced (Sammartino et al., 2004; Bianchi et al., 2004).

The template can be used not only in critical anatomical situations but also to place the implant in an ideal position in the bone because it eliminates possible manual placement errors and matches planning and prosthetic requirements (Fortin et al., 2000).

In this study, as in previous ones (Casap et al., 2004; Sarmant et al., 2003), the differences between the virtual osteotomies and the control ones put in evidence the distance between the two centres at the implant head and the implant apex. The lobate shape of the osteotomies is due to the use of the mucosa-supported surgical guides, which often prevents drilling concentric holes. The shape does not help implant primary stability because a complete and close contact is not guaranteed between the bone and the implant surface. Also the inclination of secondary implant sites turned out to





necessari a conferma, possiamo concludere che l'utilizzo di una sola guida, se stabilmente bloccata da viti di osteosintesi, può rappresentare una soluzione alternativa efficace per una più precisa osteotomia implantare.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia Ann Opsomer (Simplant Academy) per aver fornito i materiali per questo progetto.

BIBLIOGRAFIA/REFERENCES

- 1) Bianchi J, Fiorellini JP, Howell TH, Sekler J, Curtin H, Nevins ML, Friedland B. Measuring the efficacy of rhBMP-2 to regenerate bone: a radiographic study using a commercially available software program. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2004 Dec;24(6):579-87.
- 2) Casap N, Wexler A, Persky N, Schneider A, Lustmann J. Navigation surgery for dental implants: assessment of accuracy of the image guided implantology system. *Oral Maxillofac Surg.* 2004 Sep;62(9 Suppl 2):116-9
- 3) Ewers R, Schicho K, Truppe M, Seemann R, Reichwein A, Figl M, Wagner A. Computer-aided navigation in dental implantology: 7 years of clinical experience. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004 Mar;62(3):329-34
- 4) Ewers R, Schicho K, Undt G, Wanschitz F, Truppe M, Seemann R, Wagner A. Basic research and 12 years of clinical experience in computer-assisted navigation technology: a review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005 Jan;34(1):1-8
- 5) Fortin T, Champlébois G, Lormée J, Coudert JL. Precise dental implant placement in bone using surgical guides in conjunction with medical imaging techniques. *J Oral Implantol.* 2000;26(4):300-3
- 6) Ganz SD. Use of stereolithographic models as diagnostic and restorative aids for predictable immediate loading of implants. *Pract Proced Aesthet Dent.* 2003 Nov-Dec;15(10):763-71
- 7) Giacomo GA, Cury PR, Araujo NS, Sendyk WR, Sendyk CL. Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: preliminary results. *J Periodontol.* 2005 Apr;76(4):503-7.
- 8) Mupparapu M, Singer SR. Implant imaging for the dentist. *J Can Dent Assoc.* 2004 Jan;70(1):32.
- 9) Sammartino G, Della Valle A, Marenzi G, Gerbino S, Martorelli M, di Lauro AE, di Lauro F. Stereolithography in oral implantology: a comparison of surgical guides. *Implant Dent.* 2004 Jun;13(2):133-9
- 10) Sarment DP, Al-Shammari K, Kazor CE. Stereolithographic surgical templates for placement of dental implants in complex cases. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003 Jun;23(3):287-95
- 11) Sarment DP, Sukovic P, Clinthorne N. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2003 Jul-Aug;18(4):571-7.

be different from the one of the sites prepared with the parallelometer. Analysing the differences, it comes out that the mucosa-supported guides guarantee a more predictable result in the front part of the arch rather than in the back, where the angular difference in some sites is about 10°.

This technique, though it is quite precise, requires improvement to provide better stability during surgery, in cases of unilateral bone-supported and non-tooth-supported guides (Giacomo et al., 2005). Though, of course, further studies are necessary, it can be concluded that the use of a SurgiGuide locked by osteosynthesis screws can be another effective solution to perform more precise implant osteotomies.

ACKNOWLEDGMENTS:

We wish to thank Ann Opsomer (Simplant Academy) for providing the materials of this project.

