

Riabilitazione protesica a carico immediato mediante progettazione virtuale e chirurgia computer assistita applicata ad un intervento complesso

Dott. Massimo Buda, Ing. Alessandro Motroni, Odt. Marco Aguzzi



Laureato con lode in Medicina e Chirurgia presso l'Università di Napoli nel 1978, si è poi specializzato in Odontostomatologia nel 1981. Dal 1978 al 1982 è stato medico interno con compiti assistenziali presso la Clinica Odontoiatrica dell'Università "Federico II" di Napoli. È stato presidente dal 1992 al 1994 dell'Accademia Italiana di Conservativa. È socio attivo della Società Italiana di Implantologia Osteointegrata, della Società Italiana di Endodonzia e della Computer Aided Implantology. Dal 2000 si è dedicato allo sviluppo ed all'applicazione clinica delle tecnologie digitali CAD/CAM in protesi estetica su denti naturali e su impianti con particolare riguardo alle procedure computer assistite per la diagnosi ed il trattamento implantoprotesico nell'edentulia parziale e totale. È consulente presso industrie del settore implantoprotesico con le quali collabora per lo sviluppo di tecnologie digitali. Docente in Tecnologie Computerizzate al master di perfezionamento in Implantoprotesi all'Università degli Studi di Napoli "Federico II" presso la cattedra di Chirurgia Maxillo Facciale diretta dal prof. Luigi Califano. Docente al corso di Perfezionamento in Implantoprotesi diretto dal prof. Pera presso l'Università di Genova. È relatore in corsi e congressi in Italia e all'Estero ed ha pubblicato su riviste specializzate nazionali ed internazionali. Libero professionista in Napoli dove svolge la propria attività didattica e clinica in Odontoiatria Digitale con procedure minimamente invasive per la riabilitazione protesica estetica su denti naturali ed impianti.

Ing. Alessandro Motroni

*Ingegnere biomedico specializzato in strumentazione ospedaliera e diagnostica per immagini. Dal 1998 si occupa dell'applicazione in campo medicale delle tecnologie di ricostruzione tridimensionale e dello sviluppo di filtri di segmentazione delle immagini radiologiche, sia per uso diagnostico sia per la pianificazione e simulazione di interventi chirurgici. In campo dentale e maxillo-facciale collabora con i migliori specialisti a livello internazionale per la pianificazione computer-assistita di interventi chirurgici e per la navigazione virtuale del paziente. La sua missione è portare gli strumenti più avanzati della diagnostica per immagini a livello di tutti i clinici, per un'applicazione pratica ed integrata nella chirurgia di tutti i giorni. I risultati delle ricerche svolte sono correntemente pubblicati su riviste scientifiche nazionali ed internazionali. Grazie alle elevate competenze sviluppate nel campo, è revisore di articoli scientifici per la rivista *Clinical Implant Dentistry and Related Research (Wiley)* su argomenti legati al dental imaging.*



Marco Aguzzi
Diplomato nel 1987 a Savigliano. Socio presso il Laboratorio Ricci di Fossano, dal 1984. Dal 1997 è relatore su argomenti come: gnatologia, protesi totale, protesi telescopica, titanio e realizzazione di dime chirurgiche. Nel mese di maggio 2000 è stato ospite durante il Convegno "Amici di Brugg" (2000) presentando una relazione teorico-pratica sulla tecnica di passivazione Cresco. Socio attivo della A.I.G. (Associazione italiana gnatologia). Ha pubblicato diversi articoli tecnici su riviste specializzate del settore. Dal 2005 collabora attivamente allo sviluppo del sistema chirurgia guidata 3Diemme RealGUIDE e della procedura Evoguide.

Introduzione

Le procedure di progettazione virtuale degli impianti e di chirurgia guidata stanno diventando molto popolari nella pratica clinica quotidiana. L'utilizzo della tecnologia CBCT permette una diagnosi 3D su un numero più alto di pazienti grazie alla dose raggi ridotta rispetto alla tradizionale tomografia computerizzata, fornendo all'odontoiatra la possibilità di integrare la progettazione digitale nel piano di trattamento implantare convenzionale.

La progettazione implanto-protesica computer assistita coinvolge lo studio morfologico, funzionale ed estetico dei denti e delle ossa del complesso maxillofacciale, con lo scopo di realizzare una protesi dento-alveolare supportata da impianti. La letteratura scientifica riporta numerosi studi sull'utilizzo e la precisione delle tecniche di chirurgia guidata (si faccia riferimento alla bibliografia riportata in calce a questo articolo), anche se la maggior parte di essi si focalizza sulla sola gestione della guida chirurgica per il posizionamento degli impianti nel paziente, trascurando che questa fase è solo una parte della procedura completa di riabilitazione protesica computer assistita.

4

Scopo di questo articolo è illustrare come, grazie ad un flusso di lavoro completamente digitale ed integrato tra progettazione protesica e implantare, sia possibile gestire un caso clinico complesso in modo predicibile. In particolare la paziente di anni 67, in buono stato di salute generale, presenta la perdita di numerosi elementi dentari con una parodontite cronica dell'adulto con perdita di attacco e mobilità dentaria della dentatura residua. Nello specifico all'arcata superiore è presente una riabilitazione protesica fissa su dentatura naturale residua da 13 a 25 con la mancanza di 16, 22 e 24. All'arcata inferiore si evidenzia la persistenza di dentatura naturale da 42 a 32, con perdita dei canini e di tutti gli elementi dentari latero-posteriori di entrambi i lati e la presenza di una protesi parziale amovibile. All'arcata inferiore è inoltre evidente un severo riassorbimento delle creste alveolari distali di entrambi i lati con superficializzazione della sede anatomica di entrambi i nervi alveolari inferiori, più evidente nell'emi-mandibola destra. Tale situazione contrasta con la presenza di un supporto osseo alveolare ben rappresentato a livello degli incisivi inferiori che determina un importante slivellamento dei profili crestali tra i settori postero-laterali e quello anteriore. Effettuato un trattamento parodontale di detartrasi e levigatura radicolare, la paziente ha manifestato la propria volontà di affrontare la riabilitazione della sola arcata inferiore, consapevole della necessità di dovere intervenire in tempi brevi per il trattamento dell'arcata superiore, che resta al momento in terapia di transizione e mantenimento. Viene realizzato quindi un protocollo di acquisizione di dati che comprende il rilievo di fotografie intra ed extra orali, di impronte per modelli di studio, di un masticone per il rilievo dei rapporti intermascellari e di un arco facciale per montaggio in articolatore a valori medi, oltre al precedentemente menzionato trattamento parodontale preliminare. Analizzati tutti i dati, si decide di procedere con un molaggio selettivo per il livellamento del piano occlusale per la correzione delle curve di Spee e di Wilson, e di progettare l'intervento all'arcata inferiore con l'ausilio della chirurgia computer assistita.

Materiali e Metodi

Il piano di trattamento viene studiato con la procedura RealGUIDE (3DIEMME, Italia), riassumibile come segue:

1. *Progettazione protesica pre-implantare*: partendo da immagini cefalometriche 2D convenzionali, insieme a parametri clinici quali altezza verticale, estetica, fonetica e funzione, necessari alla riabilitazione protesica finale, si calcola la posizione ideale dei denti del Paziente da riabilitare. Questo passaggio può essere sviluppato attraverso il montaggio in articolatore dei modelli in gesso del Paziente, oppure mediante i software moderni di progettazione protesica da Laboratorio, in grado di gestire l'analisi digitale dell'occlusione e la relativa ceratura diagnostica virtuale.
2. *Costruzione della guida radiologica*: la posizione ideale dei denti ottenuta al passaggio precedente viene trasferita su una guida radiologica che il paziente indosserà durante l'esame CBCT. La procedura di costruzione della guida radiologica cambia secondo il tipo di edentulia da riabilitare:
 - a. *Edentulia parziale*: in questo caso viene utilizzato un bite radiotrasparente (Evobite - 3DIEMME, Italy) per la costruzione della guida radiologica direttamente in Studio. L'Evobite è fissato al modello in gesso dell'arcata da riabilitare mediante uno speciale silicone radiotrasparente (in caso di edentulia parziale intercalata) o resina ortodontica (per edentulie più estese), ad indurimento avvenuto si trasferisce il bite in bocca al Paziente e si ribasa con l'antagonista utilizzando lo stesso silicone, accertandosi di mantenere il bite stabile (non è una registrazione centrica ma una semplice chiave di stabilizzazione). Nella parte frontale dell'Evobite è posizionato un sistema di riferimento volumetrico (3DMarker), la cui funzione è spiegata nei passaggi successivi. In caso di edentulia parziale non è necessario modellare una ceratura diagnostica "fisica", ma si procede con la realizzazione di una ceratura diagnostica virtuale mediante software da Laboratorio (Exocad, Germany) o a partire dalla libreria virtuale di denti presente nel software di progettazione implantare.
 - b. *Edentulia totale*: se il Paziente è portatore di una protesi mobile congrua (in termini di requisiti estetici e funzionali) la guida radiologica si ottiene mediante duplicazione di precisione della stessa in resina trasparente, previa ribasatura per garantire un'ottimale aderenza ai tessuti. In caso contrario è necessario costruire una protesi nuova (da provare nel cavo orale del Paziente per verificare estetica e occlusione) e duplicarla con la medesima procedura. Al duplicato della protesi si applica l'Evobite, stabilizzato poi direttamente in bocca al Paziente con silicone radiotrasparente.
3. *Scansione ottica*: il modello e la guida radiologica con Evobite vengono poi scansionati in Laboratorio, esportando i files in formato STL e mantenendo invariato il sistema di riferimento degli oggetti tra di loro. In alternativa all'utilizzo dei modelli in gesso, in caso di edentulia parziale, è possibile eseguire la scansione diretta dell'anatomia mediante scanner intra-orale, su cui progettare la ceratura diagnostica virtuale e proseguire con una chirurgia protesicamente guidata.
4. *Esame radiologico CT/CBCT*: il Paziente viene scansionato indossando la guida radiologica e utilizzando un protocollo a scansione singola, accertandosi di includere il 3DMarker nel volume di acquisizione. Il risultato viene esportato in formato DICOM standard.
5. *Sovrapposizione dei dati*: i dati DICOM (risultanti dall'esame radiologico) e i file STL relativi alle parti anatomiche e protesiche (risultanti dalla scansione ottica del Laboratorio o dalla scansione intra-orale) vengono importati nel software di progettazione implantare (3Diagnosys 4.1 - 3DIEMME, Italy) dove, grazie ad un algoritmo "best-fit" dedicato vengono integrati mediante una procedura ripetibile e controllata dal computer. Infatti il software prende come riferimento per la sovrapposizione tutte le superfici che si trovano attorno ai punti scelti dall'operatore come riferimento iniziale (sul 3DMarker o sulle aree anatomiche) e automaticamente minimizza le distanze relative tra i dati ricavati dalle immagini DICOM e dai file STL di scansione. Il risultato è il miglior posizionamento possibile tra i file, valutato da un parametro di deviazione media tra le superfici degli oggetti, calcolata per ogni singolo accoppiamento (valori accettabili di riferimento compresi tra 0,05 e 0,3 mm).
6. *Progettazione implantare*: tutti i file connessi con la progettazione (wax-up, antagonista, anatomia delle arcate) sono automaticamente inseriti nel software, fornendo il modello virtuale completo del Paziente su cui progettare gli impianti presi dalla libreria dell'Azienda selezionata. (Outlink² - Sweden & Martina, Italy).
7. *Modellazione della guida chirurgica*: il progetto finale viene esportato ed automaticamente convertito in un set di geometrie che determinano la posizione esatta delle cannule guida per le frese chirurgiche le quali, previa selezione della superficie di contatto della guida chirurgica sull'anatomia del Paziente (mucose, denti o superfici ossee), vengono utilizzate dal software di modellazione "free-form" (PlastyCAD 1.5 - 3DIEMME, Italy) per la generazione automatica della guida chirurgica virtuale. Il file risultante può essere ulteriormente personalizzato inserendo finestre di ispezione (per verificare la corretta calzata della guida chirurgica in bocca al momento dell'intervento) o modificando la geometria locale della guida mediante strumenti di modellazione virtuale. Contemporaneamente si elabora un modello di lavoro con i fori degli analoghi da gesso in corrispondenza della posizione degli impianti progettati, montabile in articolatore al posto dei modelli in gesso originali.
8. *Modellazione protesica*: il progetto implantare elaborato in 3Diagnosys può essere importato anche nel software di modellazione protesica da Laboratorio per la conversione del wax-up virtuale nel file della protesi provvisoria a carico immediato, da realizzare mediante tecnologia CAD/CAM.
9. *Fase costruttiva*: tutti gli oggetti modellati nei passaggi precedenti possono essere realizzati mediante tecnologie di prototipazione rapida, gestendo con la stessa macchina diversi materiali, incluse resine certificate biocompatibili per la realizzazione delle guide stesse (DWS Systems, Italy).
10. *Fase chirurgica*: il protocollo chirurgico dipende dal tipo di guida (ad appoggio dentale, mucoso oppure osseo) e dal kit di chirurgia utilizzato. In generale il protocollo prevede il fissaggio della guida in bocca al paziente, la preparazione del sito implantare mediante frese calibrate e l'inserimento guidato dell'impianto attraverso la guida utilizzando un monta-impianto dedicato. Dopo la rimozione della guida chirurgica, se le condizioni dell'osso sono favorevoli, si fissa e si ribasa direttamente in bocca la protesi a carico immediato.

In particolare per il caso clinico in esame (fig. 1) vengono realizzati i modelli delle arcate su cui viene progettata una ceratura dell'arcata inferiore e costruito il dispositivo Evobite con 3DMarker di riferimento (fig. 2).

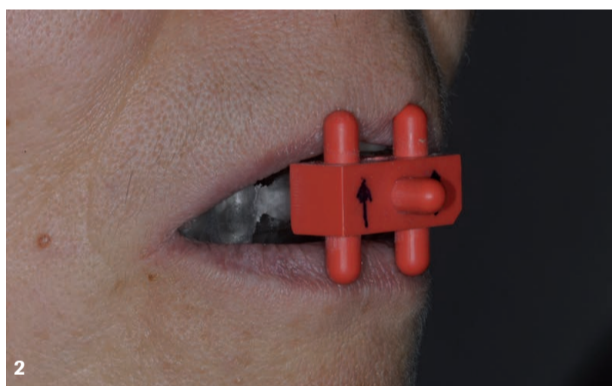
Con questo dispositivo la paziente effettua un esame CBCT (Morita Corporation, Japan) per rilevare l'anatomia ossea.

I dati in formato DICOM sono importati nel software di diagnosi e pianificazione e parallelamente si procede alla scansione dei modelli di studio tramite scanner da Laboratorio, secondo la procedura sopra riportata. I dati ottenuti in formato STL vengono importati nel software e sovrapposti all'esame DICOM.

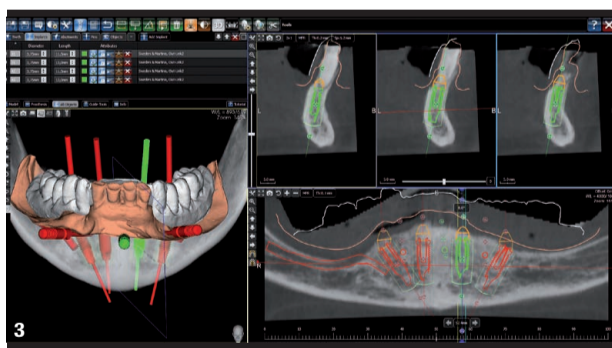
Si procede quindi alla pianificazione del caso che prevede l'estrazione degli incisivi inferiori, l'effettuazione di osteotomia per il livellamento della cresta alveolare anteriore con quelle posteriori, l'inserimento nell'osso residuo di quattro impianti di cui due anteriori paralleli al livello delle zone degli incisivi laterali e due distali inclinati, per evitare le emergenze dei nervi alveolari inferiori di entrambi i lati (fig. 3).



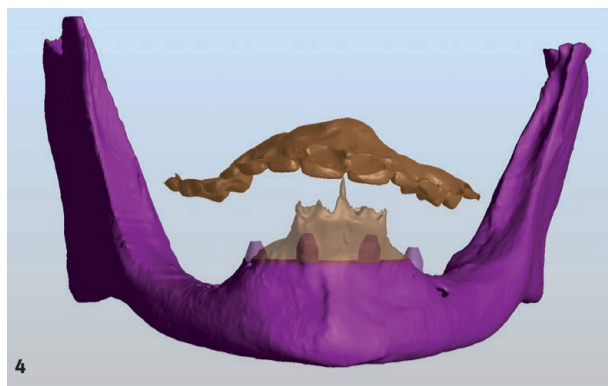
Sensibile slivellamento della cresta alveolare all'arcata inferiore



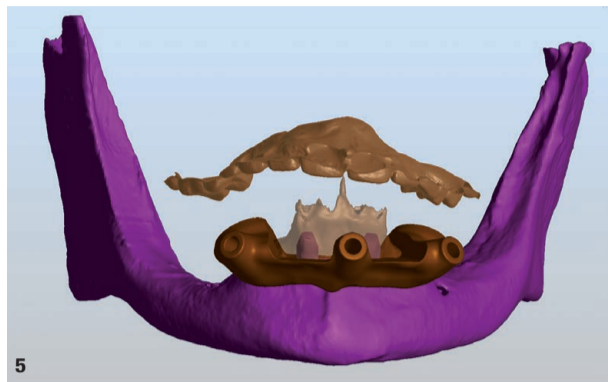
Guida radiologica con 3DMarker per esame CT/CB



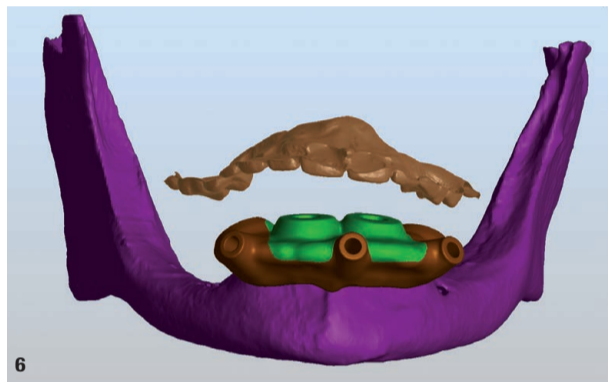
Anatomia ossea della mandibola con denti residui e inserimento di tessuto gengivale, ceratura diagnostica virtuale e progetto implantare (3Diagnosis 4.1 - 3DIEMME, Italy)



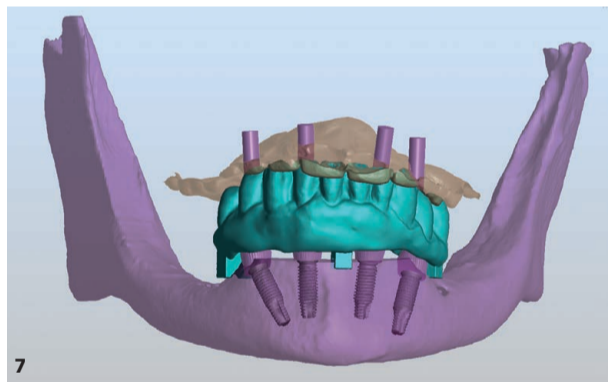
Progettazione dell'osteotomia e rapporto con l'arcata antagonista (PlastyCAD 1.5 - 3DIEMME, Italy)



Guida per osteotomia fissata all'osso mandibolare con i pin di fissaggio



Seconda componente della guida chirurgica per il posizionamento degli impianti frontali, avvitata alla precedente



Modellazione virtuale della protesi e mantenimento dei rapporti occlusali



Guida chirurgica assemblata sul modello di lavoro



Modello di lavoro con inseriti gli analoghi degli impianti e guida chirurgica "scomposta".

Su tali impianti si pianifica il posizionamento di due abutment Pad diritti su quelli anteriori e di due inclinati a 30° su quelli posteriori per correggere l'angolo di inserimento degli impianti distali. Per posizionare i Pad posteriori non anti-rotazionali nella maniera più idonea, viene realizzata una chiave di trasferimento affinché gli stessi risultino applicati sugli impianti inseriti nel paziente, così come sono stati posizionati sul modello in laboratorio. Viene contestualmente pianificata l'applicazione di una protesi provvisoria a carico immediato.

Vista la particolarità del caso si decide di progettare una guida chirurgica scomponibile composta di due parti: una prima componente per la gestione dell'osteotomia, bloccata con pins di ancoraggio direttamente nell'osso mandibolare, la seconda contenente le boccole guida per l'inserimento degli impianti nella regione frontale, avvitata mediante delle viti verticali alla prima guida per garantire la solidità e la precisione dell'assemblato finale (fig. 4-9).

Contestualmente si realizza la protesi provvisoria, con l'aggiunta di un sistema di fissaggio simile a quello realizzato per la connessione della guida chirurgica alla mandibola e che, sfruttando gli stessi fori nell'osso, consente il bloccaggio della protesi nel cavo orale del paziente per la connessione passiva ai cilindri provvisori precedentemente avvitati sugli abutment pad tramite composito fotopolimerizzante. In questo modo anche l'altezza verticale della protesi in fase di montaggio viene mantenuta secondo quanto progettato nella fase virtuale (fig. 10-11).



Protesi provvisoria a carico immediato con appoggi ossei e boccole per il fissaggio intraorale con le boccole di inserimento per i pin di fissaggio, che verranno rimossi in fase di finitura della protesi



Modello di lavoro con le chiavi di posizionamento dei Pad distali angolati, guida scomponibile e provvisoria a carico immediato

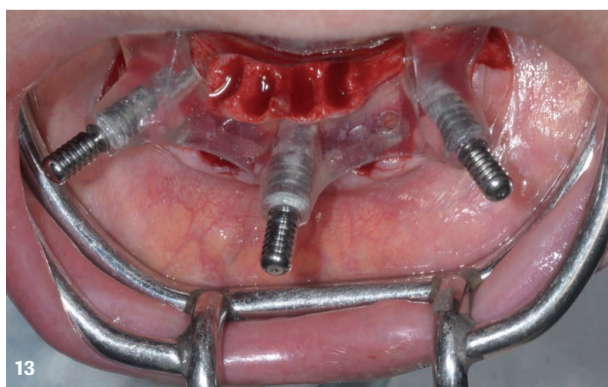
6

Discussione

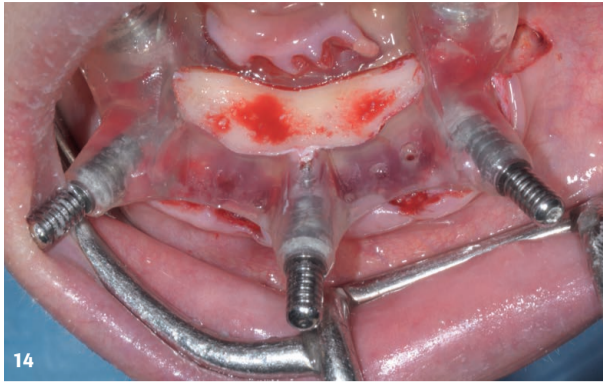
Nella fase di progettazione le dimensioni e le inclinazioni degli impianti sono state selezionate avendo come riferimento una zona di sicurezza di 1 mm intorno agli stessi. Gli assi degli impianti anteriori sono stati orientati il più possibile paralleli tra loro e le piattaforme implantari sono state collocate, quando possibile, sullo stesso piano orizzontale o in piani paralleli. I pin di ancoraggio sono stati programmati per garantire un posizionamento stabile della guida chirurgica durante le procedure di fresaggio. L'anestesia locale con Articaina e adrenalina 1:10000 (Ubistesin 40mg) è stata eseguita evitando di iniettare l'anestetico in aree che possano modificare il loro volume per l'accumulo di anestetico interferendo con il corretto posizionamento della dima chirurgica. Dopo aver effettuato un'incisione intrasulculare intorno agli elementi dentari residui, le incisioni stesse sono state prolungate per un centimetro sulle creste distali. Sono state inoltre effettuate due incisioni verticali di rilassamento. Si è proceduto quindi alle estrazioni degli elementi dentari residui con tecnica atraumatica (fig. 12). È stata quindi applicata la prima componente della dima chirurgica che è stata fissata mediante i tre pins di ancoraggio (fig. 13) e si è proceduto ad effettuare l'osteotomia mediante una fresa ossivora. In questo modo è stato asportato in maniera guidata tutto l'osso alveolare fino al bordo circonferenziale della dima chirurgica (fig. 14). A questo punto la seconda componente della dima chirurgica per l'inserimento guidato degli impianti è stata inserita e stabilmente fissata alla prima mediante le viti di ancoraggio (fig. 15).



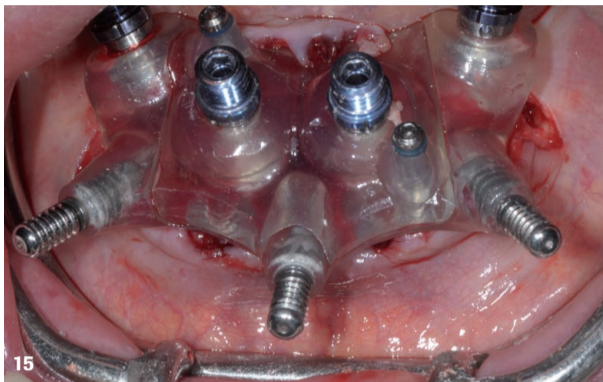
Alveoli post-estrattivi e incisione del lembo



Prima componente della guida chirurgica, fissata con i pin di fissaggio



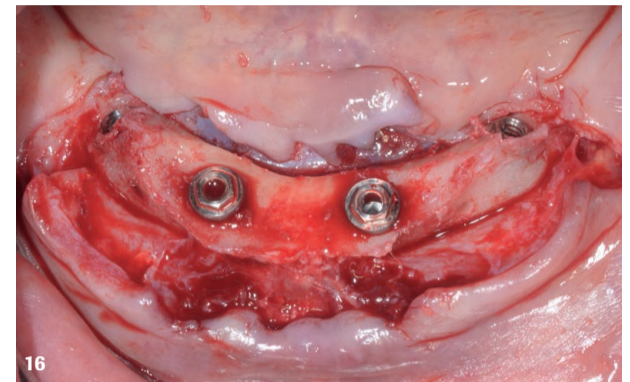
Osteotomia guidata



Impianti inseriti con l'ausilio della guida chirurgica ricomposta

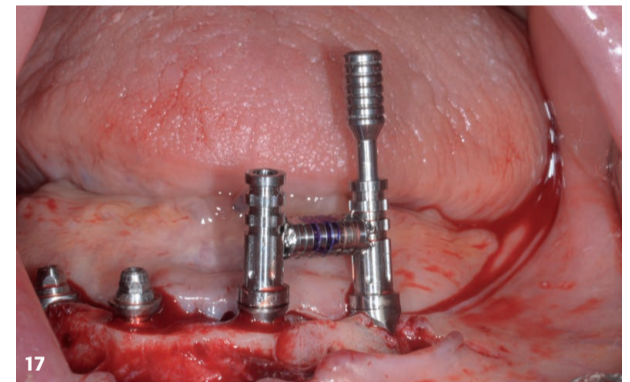
La preparazione dei siti implantari è stata effettuata con un kit chirurgico dedicato alla procedure computer assistite ed al sistema implantare utilizzato (Outlink² - Sweden & Marina, Italy). Le modalità di preparazione, o per meglio dire di sotto-preparazione degli stessi, con riferimento specifico all'utilizzo in sequenza delle frese calibrate, è stato effettuato per ottenere il raggiungimento di una stabilità primaria di almeno 35 N/cm per ogni singolo impianto e di una stabilità primaria cumulativa compresa tra 120 e 140 N/cm. Per la preparazione dei siti è stato impiegato un motore dedicato con il controllo del torque preselezionato a 35 N/cm. Al raggiungimento di questo valore di torque durante l'inserimento dell'impianto si è poi proceduto all'installazione dell'impianto con un torque manual range. Questo protocollo consente di percepire e registrare il torque di inserimento e poterne modulare l'entità. Secondo le linee guida per il carico immediato, la preparazione dei siti è stata quindi guidata dalla qualità dell'osso, effettuando una sotto-preparazione degli stessi in caso di qualità ossea D3-D4; questa fase del protocollo è molto importante al fine di raggiungere un torque adeguato (minimo 35 N/cm) per poter effettuare le procedure di carico immediato. Dopo l'inserimento del primo impianto anteriore, si è proceduto alla preparazione e all'inserimento del secondo impianto anteriore controlaterale. Per entrambi il torque del motore è tarato in modo che lo stesso sia raggiunto quando la superficie più apicale del mount si arresti a 2-3 mm dalla superficie coronale della boccia. A questo punto si passa al serraggio manuale alternato di entrambi gli impianti per ottenere un inserimento assiale degli impianti al torque desiderato senza esercitare spostamenti o tensioni sulla guida chirurgica che risulterà così stabilmente fissata nella posizione iniziale.

La preparazione dei siti e l'inserimento dei due impianti distali si realizza seguendo la medesima procedura utilizzata per quelli anteriori. A questo punto si procede alla rimozione dei mount di inserimento degli impianti, dei pins di ancoraggio e della dima chirurgica ricomposta. Per essere certi di non avere interferenze nell'inserimento degli abutment Pad di 30° sugli impianti distali inclinati dovute alla presenza di picchi ossei, viene utilizzato di routine un bone mill, per realizzare una leggera svasatura del tessuto osseo perimplantare (fig. 16).



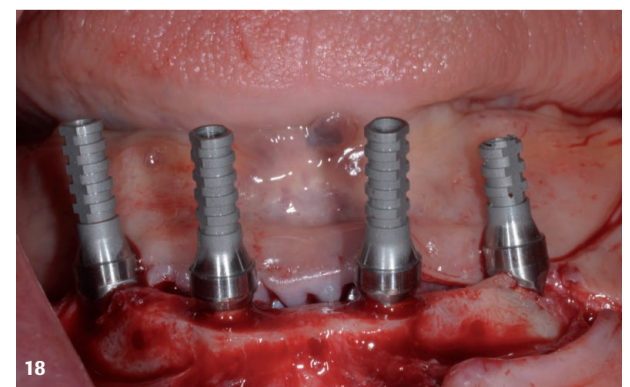
Rimozione della guida chirurgica e controllo del posizionamento degli impianti

Si procede quindi all'inserimento diretto degli abutment Pad diritti sugli impianti anteriori che vengono serrati a 32 N/cm e poi, mediante le chiavi di riposizionamento precedentemente preparate in laboratorio, dei due abutment Pad distali che vengono stabilizzati a 20 N/cm mediante il serraggio di una vite di connessione distale (fig. 17).



Chiave per il posizionamento dell'abutment P.A.D. distale angolato non anti-rotazionale

Per effettuare questo serraggio si utilizza un manipolo manuale con controllo del torque (Anthogyr, France). Dopo un primo controllo clinico, si effettua una radiografia endorale per verificare il corretto posizionamento degli abutment sulle piattaforme implantari. Le chiavi di riposizionamento vengono quindi rimosse e si applicano i punti di sutura per garantire un perfetto accollamento dei lembi ed una guarigione per prima intenzione. Si applicano sui quattro Pad i cilindri provvisori, preventivamente adattati al sito specifico (fig. 18).



Abutment P.A.D. e cilindri provvisori in situ

Le viti protesiche di accoppiamento dei cilindri provvisori sono serrate a 15 N/cm. Si passa quindi all'isolamento delle viti stesse all'interno dei cilindri mediante l'inserimento e la compattazione di una porzione precalibrata di un nastro di Teflon. La protesi precostruita, che presenta delle aperture circolari di maggiore diametro in corrispondenza dei cilindri applicati sugli impianti, viene inserita passivamente sugli stessi e bloccata nella posizione determinata in articolatore tramite i tre pin di ancoraggio, inseriti nelle boccole frontali di cui la stessa protesi è dotata (fig. 19).

Il paziente viene invitato a chiudere la bocca per valutare le modalità di contatto tra la protesi appena inserita e l'arcata antagonista. Si effettuano, se necessario, le correzioni occlusali con l'impiego di carte di articolazione e strumenti rotanti. Una volta certi del corretto posizionamento, si passa al bloccaggio della protesi sui cilindri provvisori, utilizzando a tale scopo un composito flow fotopolimerizzante che viene iniettato nello spazio intorno ai cilindri tramite un beccuccio sottile applicato sulla siringa contenente il flow. Avvenuta la polimerizzazione del materiale si procede con la rimozione dei pin di ancoraggio e del Teflon, allo svitamento delle viti di connessione protesica e della protesi.

Fuori della bocca si completa il fissaggio della protesi ai cilindri con l'impiego di una resina acrilica o composita di diverso colore, che va dal rosa della gengiva riprodotta sulla protesi, alle varie tonalità per riprodurre invece parti dei nuovi denti. Segue la rifinitura e lucidatura della protesi con reinserimento della stessa nella bocca del paziente e al serraggio delle viti protesiche a 15N/cm. Si ricompatta nuovamente il Teflon e si chiudono i fori di accesso con del Fermit che viene polimerizzato.



19 *Protesi provvisoria bloccata con i pin di fissaggio per la verifica dell'occlusione e il fissaggio dei cilindri provvisori con cemento composito fotopolimerizzabile*

Gestione post-operatoria

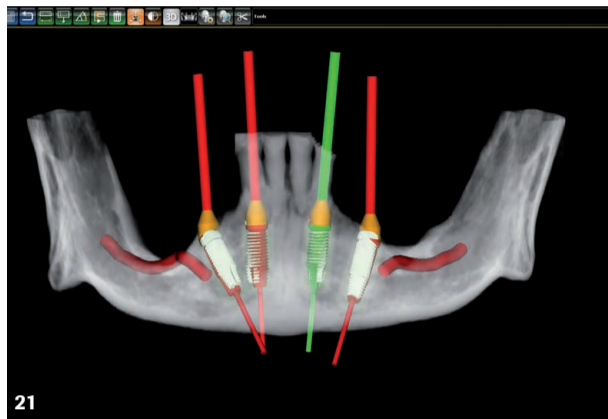
Viene prescritta una terapia antibiotica per 5 gg dopo l'intervento chirurgico (amoxicillina 875 mg e acido clavulanico 125 mg due volte al giorno), oltre ad antinfiammatori (Synflex 550 forte) per due giorni dopo l'intervento.

La paziente è stata istruita ad effettuare sciacqui con colluttori con clorexidina (Dentosan 0,2%) due volte al giorno per 7gg e seguire una dieta semisolida per due mesi. A distanza di una settimana sono state rimosse le suture e sono stati effettuati una serie di controlli post-operatori con cadenza mensile. In ogni appuntamento di controllo sono state eseguite un'igiene professionale e le procedure atte a rafforzare la gestione dell'igiene domiciliare.

Un esame CBCT di controllo è stato eseguito a un mese circa dall'intervento (fig. 20-21) e la posizione degli impianti inseriti è stata confrontata, mediante una procedura rigorosa già scientificamente validata [Testori et al, 2014], con la progettazione virtuale degli impianti realizzata con il software di pianificazione.



20 *Protesi provvisoria in relazione con l'antagonista al termine dell'intervento*



21 *Risultato della sovrapposizione tra gli impianti effettivamente inseriti (in bianco) rispetto al progetto originale*

I risultati in termini di deviazioni espresse in mm e gradi rispetto alla pianificazione virtuale, sono riportati nella tabella seguente:

	Testa (mm)	Apice (mm)	Angolo (°)
32	0,84	1,13	3,47
35	1,17	1,21	2,24
42	0,88	1,00	3,32
45	0,68	0,79	1,93
Medie	0,89	1,03	2,74
Variazione baricentro della guida	0,81		

Confrontando i dati con la letteratura scientifica, che identifica le distanze medie alla testa dell'impianto pari a 0,99 mm, all'apice a 1,24 mm e una deviazione angolare di 3,81° [Van Assche et al, 2012], si evidenzia un netto miglioramento della precisione della procedura eseguita.

Conclusioni

La procedura illustrata dimostra come sia possibile gestire un processo digitale completo e senza interruzioni tra l'Odontoiatra e il Laboratorio Odontotecnico "digitalizzato", ognuno rispettando le rispettive aree di responsabilità e competenza. L'utilizzo di un sistema aperto consente lo scambio dei dati del progetto tra differenti moduli software (simulazione implantare, modellazione anatomica e protesica) e la costruzione dei modelli e guide chirurgiche risultanti attraverso qualsiasi tecnologia CAD/CAM o di prototipazione rapida. In particolare l'utilizzo della stereolitografia, grazie alla possibilità di utilizzare materiali differenti con lo stesso apparato di produzione, consente al Laboratorio di produrre "in casa" tutti i componenti necessari alla riabilitazione del Paziente (modelli di lavoro, guide chirurgiche e provvisori), in tempi rapidi e costi di produzione contenuti, consentendo l'utilizzo di questa tecnologia anche per casi clinici di mono-edentulia o edentulia parziale e non solo per riabilitazioni totali.

Nei casi complessi sono ulteriormente evidenti i vantaggi delle procedure computer assistite. A parità di percentuali di successo e di sopravvivenza degli impianti e dei manufatti protesici, è chiaramente dimostrata la possibilità di effettuare una diagnosi ed una pianificazione più accurata ed una sensibile riduzione dell'invasività dell'intervento, del dolore post-operatorio, del tempo alla poltrona, degli errori e dello stress per l'odontoiatra, con notevoli benefici per il paziente.



22 *Il Paziente dopo 6 mesi dall'intervento*



23 *Il Paziente dopo 6 mesi dall'intervento*

Caso clinico realizzato con kit per chirurgia guidata ECHOPLAN e impianti OUTLINK²



Bibliografia

1. Van Assche N, Van Steenberghe D, Quirynen M, Jacobs R.: Accuracy assessment of computer-assisted flapless implant placement in partial edentulism. *J Clin Periodontol.* 2010 Apr;37(4):398-403.
2. Van Assche N, Quirynen M.: Tolerance within a surgical guide. *Clin Oral Implants Res.* 2010 Apr 1;21(4):455-8. Epub 2010 Jan 13.
3. Vercruyssen M, Jacobs R, Van Assche N, van Steenberghe D: The use of CT scan based planning for oral rehabilitation by means of implants and its transfer to the surgical field: a critical review on accuracy. *J Oral Rehabil.* 2008 Jun;35(6):454-74. Epub 2008 Apr 22.
4. Van Assche N, van Steenberghe D, 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 Sep;34(9):816-21.
5. Sanna AM, Molly L, van Steenberghe D. Immediately loaded CAD-CAM manufactured fixed complete dentures using flapless implant placement procedures: a cohort study of consecutive patients. *J Prosthet Dent.* 2007 Jun;97(6):331-9.
6. Malo P, de Araujo Nobre M, Lopes A. The use of computer-guided flapless implant surgery and four implants placed in immediate function to support a fixed denture: preliminary results after a mean follow-up period of thirteen months. *J Prosthet Dent.* 2007 Jun;97(6 Suppl):S26-34.
7. Al Harbi SA, Sun AY. Implant placement accuracy when using stereolithographic template as a surgical guide: preliminary results. *Implant Dent.* 2009 Feb;18(1):46-56.
8. Ozan O, 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 Feb;67(2):394-401.
9. Arisan V, Karabuda ZC, Ozdemir T. Accuracy of two stereolithographic guide systems for computer-aided implant placement: a computed tomography-based clinical comparative study. *J Periodontol.* 2010 Jan;81(1):43-51.
10. Frisardi G, Chessa G, Barone S, Paoli A, Razionale A, Frisardi F Integration of 3D anatomical data obtained by CT imaging and 3D optical scanning for computer aided implant surgery. *BMC Med Imaging.* 2011 Feb 21;11:5.
11. Brown AA, Scarfe WC, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy of cone beam CT derived 3D images. *Angle Orthod.* 2009 Jan;79(1):150-7.
12. Gribel BF, Gribel MN, Manzi FR, Brooks SL, McNamara JA Jr. From 2D to 3D: an algorithm to derive normal values for 3-dimensional computerized assessment. *Angle Orthod.* 2011 Jan;81(1):3-10.
13. Jung RE, Schneider D, Ganeles J, Wismeijer D, Zwahlen M, Hämmerle CH, Tahmaseb A. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24 Suppl:92-109. Review
14. Valente F, Schirotti G, Sbrenna A. Accuracy of computer-aided oral implant surgery: a clinical and radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009 Mar-Apr;24(2):234-42.
15. Van Steenberghe D, Glauser R, Blomback U, et al.: A Computed tomographic scan-derived customized surgical template and fixed prosthesis for flapless surgery and immediate loading of implants in fully edentulous maxillae: a prospective multicentric study. *Clin Impl dent Rel Res.* 2005;7 (suppl.1) S111.20
16. Benjamin LS :Versatility of the subperiosteal implant utilizing CAD/CAM multiplanar diagnostic imaging. *J. Oral Impl.* 1987;2:141-156
17. Schwarz MS, Rothman SL, Rhodes ML, Chafetz N. Computed tomography: Part II.: Preoperative assessment of the maxilla for endosseous implant surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1987 Summer;2(3):143-155
18. Cassetta M, Dell'Aquila D, Vozzolo SV, Bollero R.: Terapia impiantare computer-assistita Dental Cadmos, n. 6 Giugno 2007; 3-29 Elsevier Masson
19. Fellinngam LL, Vogel J, Lau C et al. Interactive graphics and 3D modeling for surgical planning and prosthetic and implant design. Presented at: National Computer Graphics Association Conference and Exposition. May 11-15, 1986
20. Cranin AN, Klein M, Ley J. et al.: An in vitro comparison of the computerized tomography/ CAD-CAM and direct bone impression techniques for subperiosteal implant model generation. *J.Oral Implantol.* 1988;24:74-79
21. Manacorda M., Pardeller R, Gherlone EF.: Il ruolo dell'implantologia Computer Assistita nella pianificazione di ricostruzioni protesiche full-arch mediante protesi implantosupportata. *Quintessenza Internazionale. Speciale implantologia* 2011, Luglio Settembre 2011 Anno 27, N. 3 bis: 45-55.
22. Sarment DP, Al Shammari K, Kozor CE.: Stereolithographic surgical templates for placement of dental implants in complex cases. *Int.J. Period Res Dent* 2003 23(3):287.295.
23. Ganz SD: Computer aided design/computer aided manufacturing applications using CT and Cone Beam scanning technology. *Dent Clin Nordh Am.* 2008 Oct; vol 52(4) :777-888
24. Poeschl PW, Schmidt N, Guevara-Rojas G, Seemann R, Ewers R, Zipko HT, Schicho K.: Comparison of Cone Beam and conventional multislice computed tomography for image-guided dental implant planning- *Clinical Oral Investigation.* 2012 Mars 14
25. Benjamin LS.: The evolution of multiplanar diagnostic imaging: predictable transfer of preoperative analysis to the surgical site. *J Oral Implantol.* 2002; vol 28(3) pp 135-144
26. A. Nizam, R.N. Gopal, L. Naing, A.B. Hakim, A.R. Samsudin.: Dimensional Accuracy of the Skull Models Produced by Rapid Prototyping Technology Using Stereolithography Apparatus *Archives of Orofacial Sciences* 2006; 1: 60-66
27. Valente F., Schirotti G., Sbrenna A, "Computer aided oral implant surgery (CAOIS): a clinical and radiographic multicenter study on 25 patients", *Clinical Oral Implants Research (Clin Oral Implant Res)*, 2007, Volume 18, 5, pp. Ixxiv
28. Amet Edward M., Ganz Scott D. "Implant treatment planning using a patient acceptance prosthesis, radiographic record base and SurgiGuides", *Implant Dentistry (Implant Dent)* 1997, Volume 6, 3, pp. 193-197
29. Schneider D, Marquardt P, Zwahlen M, Jung RE.:A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry. *Clin Oral Implants Res.* 2009 Sep;20 Suppl 4:73-86.
30. Verhamme LM, Meijer GJ, Boumans T, Schutyser F, Berge SJ, Maal TJJ. A clinically relevant validation method for implant placement after virtual planning. *Clin. Oral Impl. Res* 24, 2013, 1265-1272
31. Testori T, Robiony M, Parenti A, Luongo G, Rosenfeld AL, Ganz SD, Mandelaris GA, Del Fabbro M. Evaluation of accuracy and precision of a new guided surgery system: a multicenter clinical study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2014;34 Suppl 3:s59-69. doi: 10.11607/prd.1279.
32. Van Assche N, Vercruyssen M, Coucke W, Teughels W, Jacobs R, Quirynen M. *Clin. Oral Implants Res.* 23 (Suppl. 6), 2012, 112-123 doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02552.x
33. Beretta M, Poli P, Maiorana C. Accuracy of computer-aided template-guided oral implant placement: a prospective clinical study. *J. Periodontal Implant Sci.* 2014;44:184-193