

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

**DOTTORATO DI RICERCA IN  
SCIENZE CHIRURGICHE**

Ciclo: XXVI

**Settore Concorsuale di afferenza: 06F1**

**Settore Scientifico disciplinare: Med 28**

**TITOLO TESI**

**EFFICACIA DELLE GRIGLIE IN TITANIO CON OSSO  
PARTICOLATO NELLA RICOSTRUZIONE DEI DIFETTI  
ALVEOLARI TRIDIMENSIONALI DEI MASCELLARI**

**Presentata da: dott. Giuseppe Lizio**

**Coordinatore Dottorato**

**Prof. Andrea Stella**

**Relatore**

**Prof. Claudio Marchetti**

**Esame finale anno 2014**

# INDICE

## CAPITOLO 1

- *Il processo di atrofia delle ossa mascellari.....pag.5*
- *Classificazione delle atrofie.....pag.8*
- *Tecniche ricostruttive pre-implantari.....pag.19*
- *La GBR con griglie in titanio e osso particolato.....pag.31*
- *Bibliografia.....pag.35*

## CAPITOLO 2

*Efficacia della GBR con griglia in titanio e osso particolato nella ricostruzione dei difetti alveolari tridimensionali: studio di coorte n.1*

- *Obbiettivi.....pag.40*
- *Materiali e Metodi.....pag.40*
- *Risultati.....pag.48*
- *Discussione.....pag.52*
- *Bibliografia.....pag.54*

## CAPITOLO 3

*Valutazione tridimensionale computerizzata dei fattori condizionanti il volume osseo ricostruito: studio di coorte n.2*

- *Introduzione e obbiettivo.....pag.59*
- *Materiali e Metodi.....pag.60*
- *Risultati.....pag.70*
- *Discussione.....pag.74*
- *Bibliografia.....pag.78*

*Conclusioni Finali.....pag.83*

# CAPITOLO 1

## *1. Il processo di atrofia delle ossa mascellari*

L'osso è un tessuto vitale costantemente soggetto a fenomeni di neo-apposizione e riassorbimento. La sua stabilità dimensionale e strutturale risulta da un continuo equilibrio tra questi due processi. Il processo di rimodellamento risente fortemente delle forze funzionali ad esso applicate con variazioni a carico della sua architettura interna e della sua configurazione esterna.

L'osso dei mascellari è costituito da due componenti ossee distinte: l'osso basale, struttura scheletrica che si forma nella vita fetale ed ospita la gran parte delle inserzioni muscolari e l'osso alveolare, che si forma durante l'eruzione degli elementi dentari e fa parte del sistema paradontale.

I denti trasmettono forze compressive e tensive all'osso alveolare: di conseguenza, alla perdita di un elemento dentario viene meno lo stimolo intraosseo che conserva l'osso alveolare, con rapida contrazione della dimensione vestibolo-linguale e tardiva riduzione della dimensione verticale.

Nella prima mezz'ora dopo l'estrazione di un dente, sangue, siero e saliva riempiono gli spazi occupati dalle radici. Dopo 24 ore l'emolisi crea spazi riempiti da fluido mentre perifericamente all'area del coagulo sono visibili fibroblasti e fibrina. A due giorni dall'estrazione inizia a formarsi tessuto di granulazione, con piccoli vasi, fibroblasti e leucociti. Dopo circa 4 giorni si va ad organizzare una nuova rete vascolare e il tessuto di granulazione caratterizza le aree periferiche dell'alveolo.

A una settimana dall'estrazione nella maggior parte del sito estrattivo sono presenti fibroblasti, nuove fibre di collagene e vasi sanguigni. L'osso inter-radicolare viene riassorbito e modellato e, intanto, il tessuto epiteliale prolifera a partire dai bordi della ferita. A due settimane dall'estrazione, la ferita alveolare è piena di tessuto di granulazione.

A 5-7 settimane nella porzione apicale dell'alveolo appaiono nuove trabecole di osso primario dovute all'organizzazione della nuova rete vascolare. A due mesi gli alveoli sono completamente guariti e la mucosa orale sopra l'alveolo appare cheratinizzata. Le cavità lasciate dalle radici sono riempite da nuovo osso in fase di mineralizzazione.. La morfologia finale di una cresta ossea residua dipende da tanti fattori e, in particolare, dal tempo trascorso dalla perdita dei denti e dalle patologie locali che l'hanno determinata a perdita, come le parodontopatie. Tuttavia il volume osseo iniziale non viene mai recuperato

L'osso basale, al contrario di quello alveolare, non cambia in maniera sostanziale la propria morfologia a seguito della perdita degli elementi dentari poiché permangono le inserzioni muscolari a ridurre la progressione del riassorbimento osseo rappresentandone un limite anatomico importante. I muscoli più importanti in tal senso sono la porzione alare del muscolo nasale, il depressore del setto, il muscolo incisivo superiore, il muscolo canino ed il buccinatore per il mascellare superiore e il buccinatore, il muscolo quadrato del mento, muscoli geni e il miloioideo per la mandibola. Ovviamente tali inserzioni muscolari risulteranno superficializzate al livello della cresta residua.

Il riassorbimento osseo alveolare procede in direzione diversa a seconda delle porzioni interessate. Nel mascellare superiore il riassorbimento osseo si verifica principalmente nella direzione bucco-palatina. Nella porzione anteriore l'osso alveolare si riduce in larghezza del 25% durante il primo anno e del 40% - 60% nei primi 3 anni. Una cresta anteriore di 8 mm di larghezza può rimodellarsi e arrivare a meno di 3 mm dopo 5 anni dall'estrazione.

Se l'atrofia è di grado moderato, il processo alveolare assume una forma a "U" ed è ricoperto da osso compatto; in caso di atrofia più accentuata, diviene sottile e acuto; se infine l'atrofia è grave, può scomparire completamente.

Nella regione posteriore del mascellare superiore, la perdita dei denti è solitamente associata non solo a carenze ossee verticale e orizzontale, ma anche con un maggiore grado di pneumatizzazione del seno. Per il mascellare superiore il riassorbimento osseo è uniformemente di tipo centripeto, con una massiva contrazione di tutta la sua struttura.

Nella mandibola si assiste ad un riassorbimento prevalentemente orizzontale nella regione sinfisaria e prevalentemente verticale nella regione posteriore.

In edentulia totale si configurano delle alterazioni in senso sagittale dei rapporti intermascellari con tendenza alla pseudo-terza classe scheletrica ed eventuale aumento della distanza inter-arcata.

Lo strato di mucosa e sottomucosa nei siti atrofici tende ad assottigliarsi con un livello ridotto di cheratina; essa risulta maggiormente esposta a fenomeni infiammatori spesso in relazione a stimoli traumatici.

## *2. Classificazione delle atrofie*

Il processo di atrofia è molto poco standardizzabile e i quadri clinici appaiono estremamente variabili per forma ed estensione del deficit.

Diverse classificazioni delle atrofie ossee sono state proposte negli anni, nel tentativo di facilitare il confronto fra i vari casi e di associare alle diverse situazioni anatomiche un opportuno trattamento terapeutico.

Alcune di queste classificazioni si sono incentrate sul parametro della architettura ossea e della densità del tessuto stesso. Altre, invece, hanno privilegiato l'aspetto morfologico.

Tra le prime abbiamo la classificazione di Lekholm & Zarb, quella di Carl E. Misch e quella espressa in unità Hounsfield.

Lekholm & Zarb nel 1985 hanno considerato la qualità ossea sulla base della valutazione radiografica preoperatoria e della percezione soggettiva della resistenza ossea offerta al passaggio della fresa durante la preparazione del sito implantare.

La loro classificazione distingue:

- Osso Tipo 1: osso compatto e omogeneo quasi esclusivamente corticale. (tipico della mandibola atrofica e della sinfisi mandibolare)
- Osso Tipo 2: osso corticale compatto con porzione trabecolare densa. (tipico del corpo mandibolare)
- Osso Tipo 3: osso corticale sottile con porzione trabecolare densa. (tipico della pre-maxilla)
- Osso Tipo 4: osso corticale sottile con porzione trabecolare di bassa densità. (tipico della tuberosità mascellare)

Misch nel 1988 ha esteso questa classificazione a tutto il distretto cranio-facciale, basandosi sulle caratteristiche micro-strutturali delle due componenti e dividendo le tipologie di densità ossea in:

- Tipo D1: osso corticale denso e scarsa spongiosa.
- Tipo D2: osso con corticale spessa e spongiosa a maglie strette.
- Tipo D3: osso con corticale sottile e spongiosa a maglie strette.
- Tipo D4: osso con corticale sottile e spongiosa a maglie larghe.
- Tipo D5: osso immaturo e demineralizzato.

L'osso D1 non si osserva mai nel mascellare mentre è presente nella mandibola a livello della regione sinfisaria, e nei casi di elevata atrofia ossea. È un osso poco indicato per il posizionamento degli impianti e per la fissazione di un innesto poiché ha una scarsa irrorazione ematica che rallenta in maniera significativa la rigenerazione dello stesso; sono inoltre difficoltose le tecniche di preparazione del sito con il sistema classico delle frese, in quanto la densità del tessuto impone un'applicazione di un *torque* eccessivo cui consegue un surriscaldamento del tessuto osseo con rischio di necrosi.

La densità D2 è quella che si osserva con più frequenza nella mandibola e nel mascellare: rappresenta la qualità ossea ottimale ed è presente nel corpo mandibolare e nella zona frontale del mascellare. La corticale è sufficientemente spessa per garantire una stabilità primaria ai mezzi di fissazione e agli impianti. La buona vascolarizzazione della spongiosa garantisce adeguato sostegno ai fenomeni riparativi ossei.

L'osso di densità D3 è molto comune nel mascellare. Le sue caratteristiche sono paragonabili a quello di classe D2 anche se, rispetto ad esso, presenta una vascolarizzazione della spongiosa inferiore.

L'osso D4, al livello del mascellare, si trova nel 40% dei casi nella porzione posteriore, e solo nel 10% dei casi in quella anteriore, mentre nella mandibola è molto raro. È un osso assai poco denso che scarsamente si addice a qualsiasi terapia

chirurgica. La sua corticale è molto sottile e non permette una adeguata stabilità primaria degli impianti inseriti.

Per osso D5 nella classificazione di Misch si intende l'osso immaturo.

Il parametro della densità ossea può essere rilevato in maniera più oggettiva e precisa per mezzo della tomografia computerizzata analizzata con programmi specifici per l'odontoiatria come il Denta-scan ed il Maxi-scan. I dati TC assegnano ad ogni unità volumetrica (*voxel*) un valore numerico in base alla densità media dei tessuti in quello specifico volume. Tale valore rientra in una scala standardizzata espressa in Unità Hounsfield (HU) compresa tra il valore -1500 e il valore +2595 , con il valore 0 per una densità pari a quella dell'acqua e un valore di circa -1500 corrispondente a quella dell'aria. Le strutture ossee nella scala Hounsfield variano per densità tra +150 e +1500.

Tra le classificazioni su base morfologica quella di Seibert considera la dimensione spaziale più rilevante per catalogare il difetto.

Classe I: *ipo-alveolia* trasversale

Classe II: *ipo-alveolia* verticale

Classe III: *ipo-alveolia* mista

La classificazione di Seibert non tiene conto di altri criteri (qualità dell'osso residuo, limitanti anatomiche nobili, rapporti scheletrici intermascellari e sede dell'atrofia) che sono fondamentali per scegliere una tecnica ricostruttiva rispetto alle altre.

Si deve a Carl E. Misch e a K. Judy (1985) l'elaborazione di uno schema classificativo delle diverse morfologie ossee che rispecchia le varie fasi temporali del riassorbimento di queste strutture (Tavola I). L'*osso disponibile*, (OD), viene classificato in base all'altezza e allo spessore/ampiezza.



*Altezza:* si misura dalla sommità della cresta edentula al punto di riferimento inviolabile opposto, quale, per esempio, il pavimento del seno mascellare o il canale mandibolare.

*Spessore/ampiezza:* è rappresentata dalla distanza tra le due teche ossee (vestibolari e linguali/palatine), misurato a livello della cresta del potenziale sito implantare.

Ad ogni categoria, o divisione, si associano poi, in relazione alle caratteristiche di OD tre parametri che variano di conseguenza: la larghezza del processo alveolare, l'angolo di inserimento dell'impianto rispetto al piano oclusale e il rapporto corona/impianto.

*Larghezza:* è rappresentata dalla distanza mesio-distale misurata tra denti o impianti adiacenti all'area atrofica.

*Angolazione:* l'asse dell'impianto dovrebbe essere il più possibile sovrapponibile alla direzione del vettore delle forze oclusali che graveranno su di esso. Tale parametro dipende dall'ampiezza della cresta.

*Rapporto corona/impianto o Ratio Corona/Impianto(C/I):* l'altezza della corona si misura dal piano oclusale o incisale alla sommità della cresta ossea e la lunghezza dell'impianto dalla sommità della cresta all'apice dell'impianto. Quanto maggiore sarà questo rapporto tanto maggiore sarà la forza che verrà applicata all'unità osso-impianto.

Sulla base di questi parametri gli autori identificano quattro divisioni: A, B, C, D.

*Divisione A:* OD abbondante in tutte le dimensioni (altezza almeno 12 mm, spessore di almeno 5 mm, larghezza di almeno 5 mm: tale situazione consente un'angolazione fra asse implantare e direzione del vettore delle forze oclusali in quel punto fino a 30 gradi, e il rapporto corona/impianto è mantenuto inferiore ad 1).

*Divisione B:* col procedere del riassorbimento osseo, l'ampiezza dell'OD in un primo momento diminuisce a spese della teca ossea vestibolare (riassorbimento in senso centripeto). In questa divisione la cresta ossea è più stretta, ma presenta ancora una quantità di OD sufficiente per l'inserimento implantare. L'altezza è di almeno 10

mm, lo spessore è compreso tra 2,5-5 mm; la larghezza dovrebbe essere maggiore della divisione A (15 mm richiesti) per assicurare una adeguata interfaccia osso impianto, essendo lo spessore diminuito; l'angolazione massima consentita è di 20 gradi; il rapporto corona-impianto dovrebbe essere tenuto inferiore a 1.

È possibile individuare in questa divisione un'ulteriore sottodivisione:

Bw (width): in cui lo spessore è compreso tra i 2,5 e 3,5 mm.

*Divisione C:* Come abbiamo visto il meccanismo con cui l'osso si riassorbe è prima in spessore e successivamente in altezza. Così, la cresta di divisione B continua a riassorbirsi in spessore e se il processo continua l'OD si riduce poi in altezza. Questo quadro descrive una situazione atrofica da moderata ad avanzata. L'OD nella divisione C è inadeguato in una o più dimensioni. Perciò lo spessore può essere inferiore a 2,5 mm e l'altezza inferiore a 8 mm.

Ci sono 2 sottodivisioni della divisione C:

Cw (width): quando la cresta residua è inadeguata in ampiezza

Ch (height): quando è inadeguata anche in altezza. Quest'ultima categoria denota in genere un livello di riassorbimento maggiore.

*Divisione D:* il continuo riassorbimento osseo ha condotto in questa divisione alla completa scomparsa del processo alveolare unitamente ad un'atrofia dell'osso basale. Siamo di fronte a casi di grave atrofia.

La perdita dell'osso basale conduce ad un mascellare superiore completamente piatto o ad una mandibola cosiddetta "a matita".

Nel mascellare superiore si può avere un riassorbimento della spina nasale e del palato sino all'arco zigomatico.

Nella mandibola non è infrequente osservare al nervo mentoniero e porzioni del fascio vasculo-nervoso deiscanti; il tubercolo genieno superiore può diventare la struttura anatomica più alta di tutta l'arcata inferiore; il muscolo mentale arriva a perdere molte delle sue inserzioni attaccandosi ormai alla sommità della cresta ossea

quindi al di sopra del corpo della mandibola ed infine il muscolo buccinatore e miloioideo sono estremamente vicini.

*Tavola I*

*Classificazione di Misch-Judy ('85)*

<i>Divisione</i>	<i>Caratteristiche</i>
<i>A</i>	<p>&gt;10-12mm <i>Altezza</i></p> <p>&gt;5mm <i>Spessore/ampiezza</i></p> <p>&gt; 5mm <i>Larghezza</i></p> <p>&lt; 30 Gradi <i>Angolazione massima</i></p> <p><i>RATIO C/I &lt; 1</i></p>
<i>B</i>	<p>&gt;10-12mm <i>Altezza</i></p> <p>2,5-5mm <i>Spessore (B)</i></p> <p>2,3-3,5 mm <i>Spessore (Bw)</i></p> <p>&gt;15mm <i>Larghezza</i></p> <p>&lt; 20 gradi <i>Angolazione</i></p> <p><i>RATIO C/I &lt; 1</i></p>
<i>C</i>	<p><i>Sfavorevole In:</i></p> <p><i>Altezza:</i></p> <p><i>CH (Height) &lt; 8mm</i></p> <p><i>Spessore:</i></p> <p><i>CW (Width) &lt; 2,5mm</i></p> <p><i>Larghezza:</i></p> <p><i>Angolazione implantare eccessiva</i></p> <p><i>(&gt; 30 Gradi in A)</i></p> <p><i>(&gt; 20 Gradi in B)</i></p>

	<i>RATIO CI/ &gt; 1</i>
<i>D</i>	<i>GRAVE ATROFIA: mascellare piatto, mandibola a matita</i>

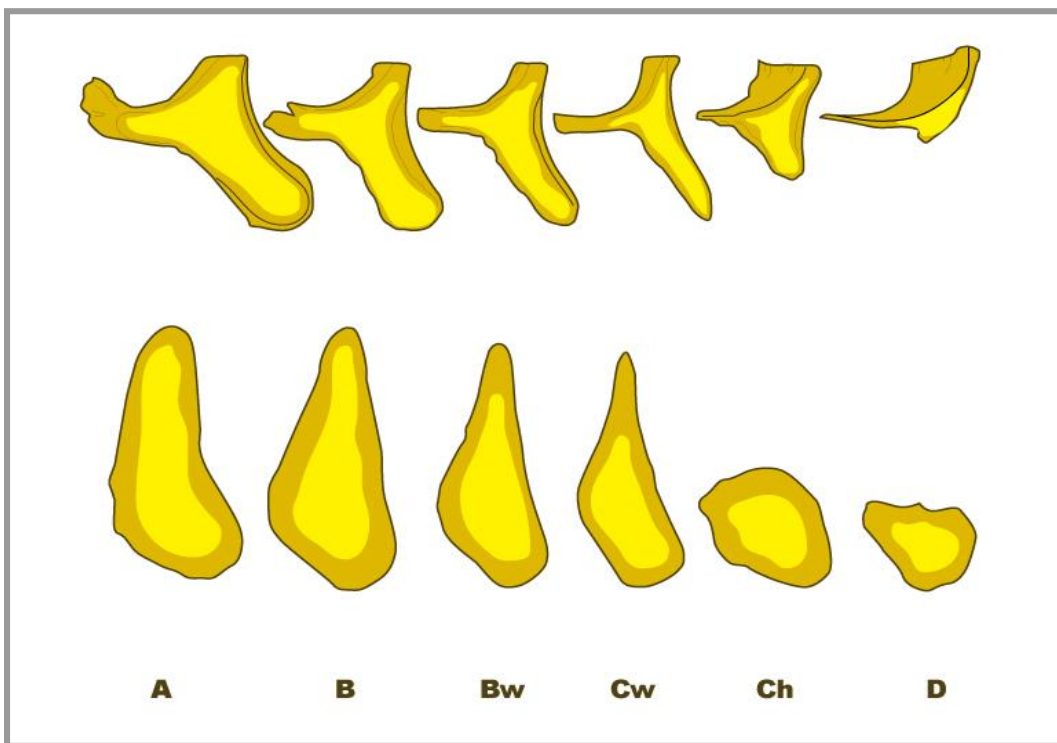


Figura. 1 Classificazione di Misch-Judy ('85)

La classificazione più considerata in letteratura è quella di Cawood e Howell (1988). Questi autori hanno esaminato 300 crani secchi analizzando il processo di riassorbimento dei mascellari in seguito alla perdita degli elementi dentari, con l'utilizzo di punti di riferimento definiti e riproducibili.

Cawood e Howell hanno suddiviso i quadri di atrofia in 5 classi per il mascellare superiore e 6 per la mandibola:

- Classe I: dentatura presente;
- Classe II: cresta alveolare post estrattiva immediata;

- Classe III: cresta alveolare post-estrattiva tardiva con ri-ossificazione dell'alveolo post-estrattivo e processo alveolare arrotondato ma adeguato in altezza e spessore;
- Classe IV: cresta con altezza adeguata ma spessore insufficiente, definita “a lama di coltello”;
- Classe V: cresta piatta, inadeguata sia in altezza che spessore;
- Classe VI: (solo per la mandibola) cresta depressa, con atrofia dello stesso osso basale.

Le varie classi si associano a morfologie ossee differenti a seconda della sede (mascellare anteriore o posteriore, mandibola anteriore o posteriore). Inoltre settori diversi dello stesso mascellare possono presentare simultaneamente differenti classi di atrofia.

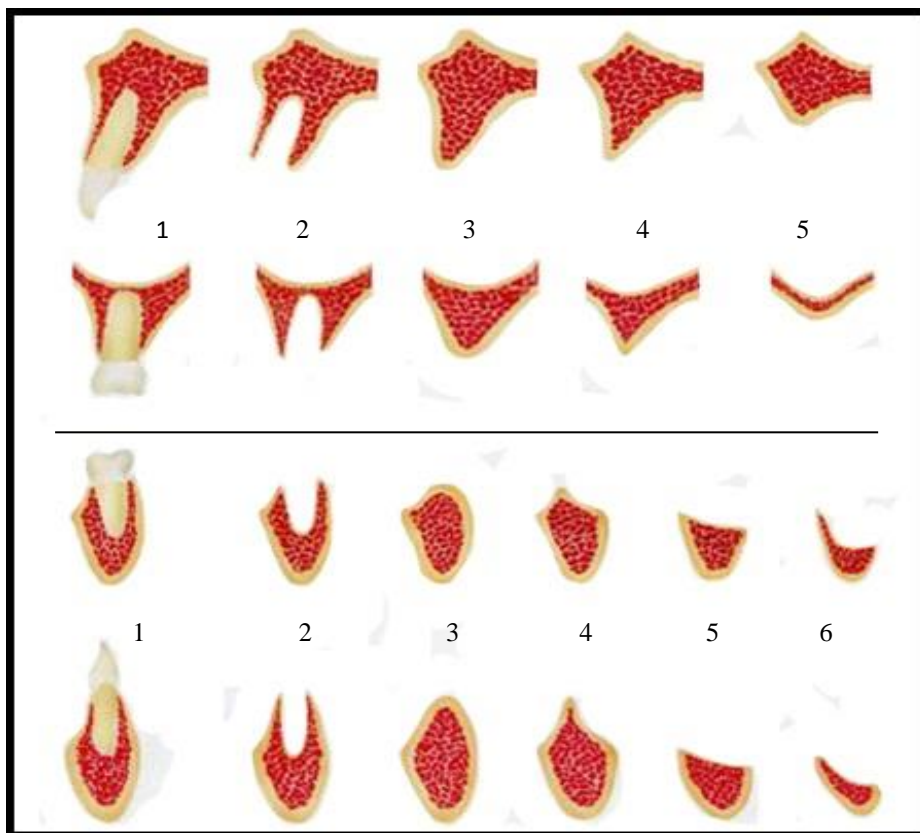


Figura. 2 Classificazione di Cawood e Howell ('88)

La Classificazione di Misch-von Arx (1998) individua quattro classi. La classe C è suddivisa in due sottoclassi. (Tavola II).

*Tavola II*

Classificazione di Misch-von Arx (1998)

CLASSE	AMPIEZZA CRESTA	ALTEZZA CRESTA
A	> 5 mm	Nessun/lieve riassorbimento verticale
B	2,5-5 mm	Nessun/lieve riassorbimento verticale
C	2,5-5mm	moderato riassorbimento verticale
<i>CH (Height)</i>	<i>&gt; 5 mm</i>	<i>elevato riassorbimento verticale</i>
<i>CW (Width)</i>	<i>&lt; 2,5 mm</i>	<i>Nessun/lieve riassorbimento verticale</i>
D	> 5 mm	Severa atrofia

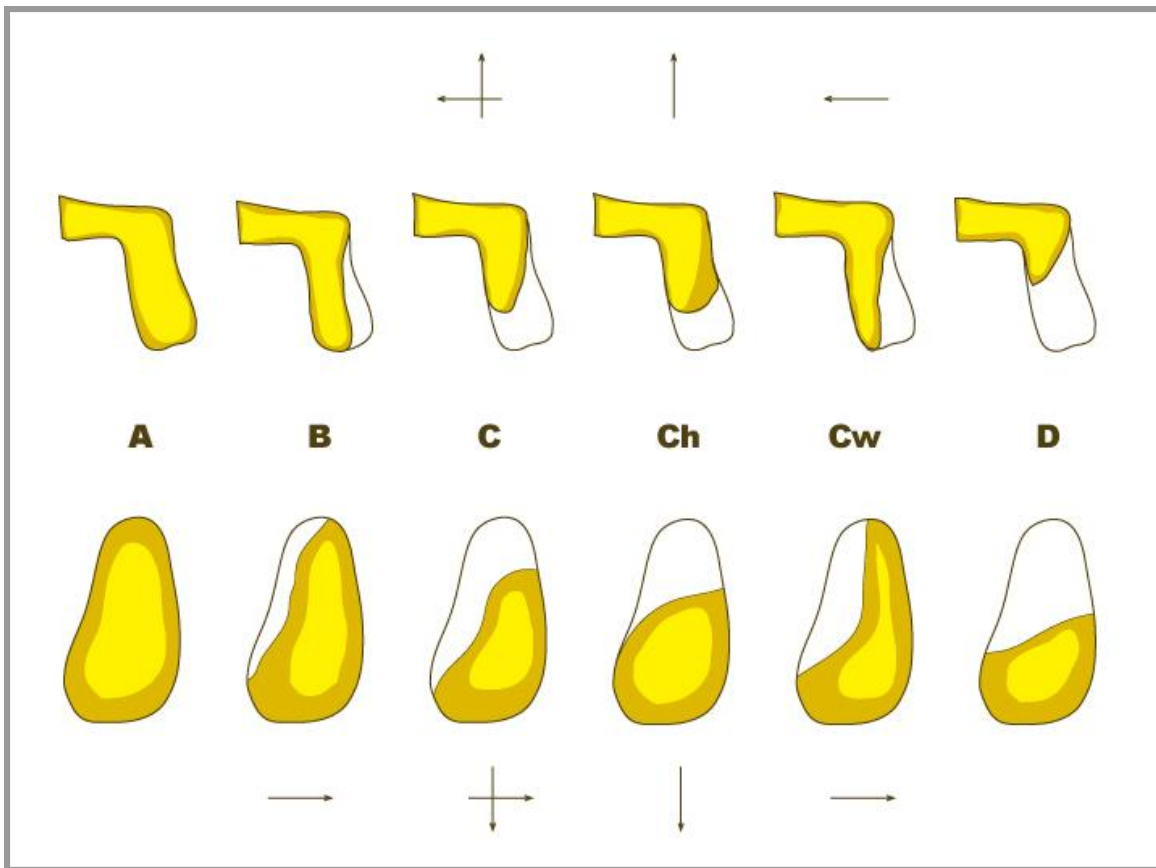


Figura 3. Classificazione di Misch-von Arx.

Nel 2004 Chiapasco ha descritto una classificazione delle atrofie al mascellare superiore che tiene conto dell'altezza e spessore delle creste residue e della distanza inter-arcata, dando indicazioni sull'approccio chirurgico ricostruttivo da seguire.

- Classe A: altezza della cresta residua fra 4 e 8 mm, spessore fino a 5 mm con normale distanza inter-arcata. I protocolli chirurgici consigliati sono l'elevazione del seno con approccio laterale o per via trans-alveolare.
- Classe B: altezza della cresta residua fra 4 e 8 mm, spessore minore di 5 mm con normale distanza interarcata. I protocolli chirurgici consigliati sono: elevazione del seno mascellare con approccio laterale associato a incremento trasversale mediante innesti di apposizione o rigenerazione ossea guidata.

- Classe C: altezza della cresta alveolare residua minore di 4 mm, spessore maggiore o uguale a 5 mm con normale distanza interarcata. Protocollo chirurgico consigliato: elevazione del seno mascellare con approccio laterale.
- Classe D: altezza della cresta alveolare residua minore di 4mm, spessore minore di 5mm con normale distanza inter-arcata. Si consigliano, come protocolli chirurgici, l'elevazione del seno mascellare con approccio laterale associato ad innesti di apposizione sul versante vestibolare e rigenerazione ossea guidata.
- Classe E: stesse caratteristiche della classe A con aumento della distanza interarcata. I protocolli chirurgici consigliati sono: innesti di apposizione verticali o GBR per ripristinare la normale distanza interarcata.
- Classe F: stesse caratteristiche della classe B con aumentata distanza inter-arcata. Protocollo chirurgico consigliato: elevazione del seno mascellare con approccio laterale, se indicato. Si associa la ricostruzione sia verticale che trasversale della cresta residua mediante innesti di apposizione verticali e vestibolari o GBR è da valutare con cautela.
- Classe G: stesse caratteristiche della classe C con aumentata distanza interarcata. I protocolli chirurgici consigliati sono: elevazione del seno con approccio laterale a cui si associano innesti ossei autologhi di apposizione verticali.
- Classe H: stesse caratteristiche della classe D con aumento della distanza interarcata. Protocolli chirurgici consigliati: elevazione del seno con approccio laterale associata ad innesti ossei autologhi di apposizione verticali e trasversali. La GBR è poco indicata.



### ***3. Tecniche ricostruttive pre-implantari (con impiego di innesto osseo).***

Lo scopo della attuale chirurgia pre-implantare è quello di ricreare le condizioni anatomiche che esistevano prima della perdita degli elementi dentari. Ciò consente all'implantologo di posizionare l'impianto in una posizione corretta al fine di ristabilire le normali funzioni masticatorie, fonetiche ed estetiche con la sovrastruttura protesica. Poiché dunque l'obiettivo finale è quello di ottenere una corretta riabilitazione implanto-protesica, la ricostruzione deve essere programmata in base ad una attenta pianificazione e previsione del risultato finale.

Tecniche alternative alle procedure ricostruttive riducono i costi biologici, ma implicano dei compromessi bio-meccanici, specie in presenza di discrepanze occlusali inter-arcata, le cui conseguenze sono poco conosciute. Il follow-up di tali procedure, come l'impiego di impianti corti e/o stretti, o di impianti da ancorare alle ossa zigomatiche in caso di atrofia completa del mascellare superiore, è infatti ad oggi insufficiente per poter trarre delle conclusioni definitive. Inoltre, le strutture protesiche associate a queste metodiche sono spesso troppo ingombranti e difficili da gestire in termini di igiene orale, con notevoli rischi di peri-implantite. L'impiego della distrazione osteogenetica, che evita le procedure di innesto, è oggi da adottare solo ai casi di estrema atrofia con grave carenza anche di tessuti molli, nei settori anteriori: tale procedura, infatti, presenta talmente tanti svantaggi e rischi da poter essere considerata solo come *extrema ratio*.

Solo nella mandibola atrofica totalmente edentula l'opzione *non ricostruttiva* risulta la più vantaggiosa, in quanto ben studiata e validata nel tempo: essa prevede l'inserimento nella zona sinfisaria di 4 -6 impianti connessi e una struttura protesica unica che si estenda ai settori posteriori.

Oltre alla distrazione osteogenetica, anche la tecnica dello *split-crest* (cresta fratturata in senso longitudinale) consente un aumento di spessore senza la necessità di un innesto.

Sono stati proposti negli anni diversi tipi di interventi chirurgici per ripristinare i volumi d'osso perduti al livello dei mascellari. La scelta di una tecnica piuttosto che un'altra è legata alla sede e all'estensione del difetto, alla sua conformazione anatomica, alle condizioni strutturali dei tessuti duri e molli e alle esigenze del paziente.

Per accogliere un impianto convenzionale, il volume osseo deve essere di almeno 10 mm di altezza e 4 mm in larghezza, ma bisogna fare i conti anche con la qualità dell'osso, che nei siti atrofici è spesso o troppo corticalizzato o troppo lasso. Volendo schematizzare, si elencano i punti da considerare nello scegliere un metodica ricostruttiva:

- Considerare la causa che ha determinato il processo atrofico, valutandone l'eventuale ingerenza nel trattamento da eseguire.
- Considerare la componente vascolare nel sito atrofico e la qualità dei tessuti molli, avendo ben presente che la fonte di elementi nutritivi e osteogenetici sarà prevalentemente di tipo periostale.
- Considerare il tipo di edentulia, parziale o totale.
- Valutare la forma e l'estensione del difetto osseo, in base alla capacità di alloggiare un innesto.
- Controllare la qualità dei rapporti occlusali inter-arcata.

Distinguiamo le varie tecniche di innesto osseo in base al tipo strutturale di quest'ultimo: tecniche ricostruttive con l'impiego di blocchi e tecniche con l'impiego di osso particolato.

### ***Le tecniche ricostruttive con innesto a blocchi.***

#### *Innesti di apposizione*

A seconda della posizione degli innesti a blocco rispetto alla cresta alveolare atrofica e quindi alla forma degli stessi, la tecnica di innesto di apposizione prende nomi diversi. Parliamo di tecnica *veneer* (maschera) quando un innesto a blocco viene alloggiato su una cresta residua sufficientemente alta ma deficitaria in spessore.

Parliamo propriamente di tecnica *onlay* quando il blocco viene adattato su una cresta spessa per ottenere un sufficiente aumento in altezza. Quando si tratta di correggere contemporaneamente due o tre dimensioni, l'innesto a blocco dovrà assumere delle forme particolari in modo da "rivestire" la cresta residua, e si parlerà allora di tecnica a *J graft*, a *L graft* o a *saddle (sella) graft*.

Tale approccio, sicuramente più semplice da attuare rispetto ad una tecnica di interposizione, è però gravato da una serie di considerevoli svantaggi. In primo luogo si richiede una quantità di osso da innestare molto maggiore. Ciò *in primis* perchè l'adattamento del blocco al sito ricevente richiede un'opera di modellazione dello stesso piuttosto rilevante con perdita inevitabile di buona parte di tessuto prelevato. In secondo luogo, perché l'innesto va incontro ad un processo di riassorbimento veramente considerevole, soprattutto prima del posizionamento degli impianti. Il problema del riassorbimento di un innesto di apposizione è legato al grado di atrofia del sito ricevente ed alla qualità del sito donatore, soprattutto in termini strutturali. Ecco che un osso midollare attecchirà più rapidamente nel sito ricevente ma subirà un processo di rimodellamento e riassorbimento maggiore piuttosto che un osso molto corticalizzato che rimarrà più stabile nel tempo ma non verrà integrato se non a distanza di tanto tempo nel sito ricevente. In ogni caso, il processo di integrazione dell'innesto e la neoformazione di osso viene affidato quasi completamente al potere angio- e osteo-genetico dei periostio, data la piuttosto scarsa superficie di contatto fra il blocco e il letto osseo i cui viene ancorato, in virtù della semplice sovrapposizione dei due *capi ossei*.

Alla difficoltà di modellazione del blocco osseo in rapporto alle caratteristiche del sito ricevente spesso da ricostruire in termini tri-dimensionali, si aggiunge la difficoltà della sua stabilizzazione ad una struttura che, in quanto atrofica, risulta

molto debole e soggetta a frattura o a sfaldarsi. Ciò implicherà ulteriori difficoltà nel processo di attecchimento.

Infine, i carichi masticatori nella fase riabilitativa finale, ma ancor più nella fase pre-implantare gravata dall'impiego di una protesi rimovibile, solleciteranno la porzione di osso innestata e non l'osso nativo. Da qui frequenti deiscenze dei tessuti molli, già sofferenti perché trazionati al fine di ricoprire completamente l'innesto, con sovra-infezione e perdita dell'innesto.

Progressivamente, si è cercato di ridurre il più possibile l'impiego di osso dalla cresta iliaca, in quanto strutturalmente fortemente midollare e quindi destinato ad elevato riassorbimento, prediligendo osso maggiormente corticalizzato: difficile è però trovare adeguati siti donatori.

I siti di prelievo intraorali, sinfisi e ramo mandibolare, forniscono una quantità ridotta di tessuto, mentre la teca cranica parietale esterna, *calvaria*, con cui si sono ottenuti ottimi risultati in termini di stabilità nel tempo della ricostruzione, risulta essere una sede piuttosto delicata specie per prelievi cospicui.

E' dunque una tecnica che mette a dura prova le potenzialità ricettive e nutritive di un sito già compromesso in quanto atrofico, e ciò specialmente in mandibola atrofica, dove il letto osseo risulta spesso molto corticalizzato. Proprio per le difficoltà di attecchimento è sconsigliato associare tale tecnica a un innesto di osso che non sia autologo.

I livelli di riassorbimento del volume ottenuto nell'immediato post-operatorio riportati in letteratura vanno dal 12 al 60% con osso della cresta iliaca e dal 11 al 15% con osso dalla calvaria. Il range di successo implantare complessivo in vari siti anatomici va da 83% a 95.7%. Tuttavia i dati riportati non tengono spesso conto del tipo di deficit trattato, delle zone atrofiche, di un inserimento immediato o differito degli impianti e della lunghezza di follow-up, il più lungo dei quali arriva a 64 mesi con i risultati peggiori. Recentemente sono stati riportati livelli di successo pari al 95.7% dopo 28 mesi con l'impiego di osso di calvaria.

Un vantaggio di tale metodica, comunque da sottolineare, è che in caso di fallimento e perdita dell'innesto prima della fase implantare, lo *status quo ante* non viene compromesso, con la possibilità di re-intervenire con una tecnica diversa.

In base alla nostra esperienza, riteniamo di consigliare tale tecnica nei siti estesi solo quando il deficit è orizzontale, come spesso avviene nella porzione anteriore del mascellare superiore; in tale situazione la presenza di un adeguata quantità di osso midollare e la ridotta manipolazione dei tessuti molli, necessaria invece nelle tecniche di aumento verticale, possono favorire l'attecchimento con un considerevole margine di predicibilità.

Per quanto attiene agli aumenti verticali o tridimensionali, specialmente in sede mandibolare, fortemente corticalizzata, tale tecnica va limitata solo ai siti poco estesi e semplici dal punto di vista morfologico.

### *Innesti di interposizione*

Questa tecnica è caratterizzata dal posizionamento e dalla successiva fissazione di un blocco osseo tra segmenti ossei nativi diastemati previa esecuzione di apposite osteotomie. In tal modo si trasforma il sito atrofico in un difetto osseo a 4 pareti che possa garantire al blocco un maggior apporto di elementi nutritivi e osteogenetici. Si crea un frammento coronale (frammento di trasporto) nel caso degli aumenti in altezza, o vestibolare, negli aumenti in spessore; questo frammento rimane vitale perché mantenuto a contatto diretto col periostio dal quale non viene distaccato. Oltre a fornire all'innesto un maggior apporto nutrizionale da tessuto osseo, tale tecnica fa sì che i traumi masticatori si trasmettano su osso nativo e non sull'innesto, che in tal modo può attecchire più velocemente ed essere soggetto ad un minore tasso di riassorbimento. Benchè concettualmente applicabile anche per gli aumenti in

orizzontale, in realtà, tale tecnica può risolvere soprattutto problemi di deficit verticale e non va applicata in presenza di una cresta sottile a lama di coltello.

Questa procedura è stata descritta per la prima volta da Schettler in 1976 per la riabilitazione di mandibole totalmente edentule e varianti della procedura sono state apportate da Stoelinga *et al.*, Vanassche *et al.* and Haers *et al.*

Choi *et al.* hanno ripreso la metodica applicandola ad edentule parziali, ottenendo fino a 11 mm (valore medio: 9.8 mm) di aumento verticale. Jensen *et al.*, al livello del mascellare anteriore, ha ottenuto dai 3 ai 6 mm in altezza senza riscontrare una riduzione della stessa al momento dell'implantologia e a 5 anni dal carico protesico.

Negli ultimi anni questa tecnica è stata spesso impiegata per risolvere le atrofie mandibolari posteriori, ottenendo aumenti in altezza di circa 5-6 mm con l'impiego prima di osso autologo e, successivamente, anche di osso eterologo bovino e di materiale alloplastico. In virtù infatti delle maggiori possibilità di vascolarizzazione e nutrimento per l'innesto tale tecnica consente di essere impiegata anche con osso non autologo, con discreti risultati. Purtroppo, proprio in mandibola posteriore, certamente una delle sedi più ostiche da trattare, tale tecnica ha rivelato i suoi limiti. In primo luogo, il frammento di trasporto, per non andare incontro a frattura deve avere almeno 5 mm di altezza (o spessore), ma una simile "disponibilità ossea" al di sopra del nervo alveolare inferiore non è frequente trovarla in zona molare mandibolare; in seconda istanza, proprio perché il cassetto deve rimanere adeso il più possibile alle strutture periostali, non è possibile ottenere con tale tecnica più di 5-6mm in altezza a meno di non trazionare troppo i tessuti molli rischiando la deiscenza degli stessi. È una metodica piuttosto complessa che richiede una certa curva di apprendimento e, in caso di complicanze e fallimento lo *status quo ante* appare irrimediabilmente compromesso, con perdita del volume osseo pre-operatorio.

I livelli di riassorbimento pre-implantare riportati in letteratura, per lo meno in mandibola posteriore, vanno dal 10.2 al 14.2%. Il range di successo implantare riportato sempre in tale zona è intorno al 90%.

La metodica di innesto ad interposizione può essere associata alla osteotomia di è rappresentata Osteotomia di Le Fort I con innesto di interposizione nel trattamento delle atrofie del mascellare superiore edentulo.

L'indicazione d'elezione per questa tecnica è rappresentata da un estremo riassorbimento del processo alveolare del mascellare superiore combinato con una relazione oclusale invertita (pseudo classe III scheletrica) e mancanza di volume osseo sufficiente per il posizionamento implantare.

Infatti, al contrario delle altre tecniche di aumento osseo, la tecnica di Le Fort I è l'unica che consente un riposizionamento nello spazio del processo alveolare residuo del mascellare in direzione anteriore e inferiore.

La osteotomia di Le Fort I, che prende il nome dalla linea di frattura che separava il processo alveolare dal resto della struttura ossea facciale, è stata proposta per la prima volta da Bell et al. nel 1977. Nel 1989 Sailer ha descritto la combinazione di tale osteotomia con l'applicazione tra i due frammenti ossei di un innesto osseo ai fini pre-protetici.

Nel corso degli anni poi diverse varianti tecniche tecniche sono state descritte.

Il chirurgo esegue una osteotomia del processo alveolare residuo comprendente il pavimento osseo dei seni mascellari e della cavità nasale, la cui mucosa del pavimento viene debitamente scollata, con distacco posteriore al livello della sutura pterigo-palatina : il frammento caudale resta connesso alla struttura craniale tramite le arterie palatine maggiori bilaterali. Successivamente, l'innesto in blocchi viene posto sopra il segmento osteotomizzato a mantenimento della sua nuova posizione spaziale, assicurata per altro con placche e viti.

Il successo complessivo della tecnica è quantificato essere del 95,8% con un guadagno di altezza ossea di circa 10-12 mm. Ciò nonostante un sostanziale riassorbimento dell'innesto osseo è stato osservato prima della chirurgia implantare e nei 2 anni successivi a questa.

Per quel che concerne il successivo inserimento implantare, almeno 6-8 mesi dopo l'osteotomia di Le Fort I, viene riportato un range di sopravvivenza dal 67.3% al 97%.

Questa tecnica, risulta particolarmente invasiva e soggetta ad un numero cospicuo di complicanze; considerando anche i non eccezionali risultati implantari va limitata solo ai casi di grave atrofia (classe VI di Cawood-Howell) con alterazione dei rapporti inter-arcata.

### ***Le tecniche ricostruttive con innesto particolato.***

#### *Grande rialzo di seno mascellare.*

Il grande rialzo del seno mascellare si effettua nel caso di edentulia mascellare in zona posteriore quando la verticalità ossea è insufficiente per l'inserimento di impianti osteointegrati (a causa della estrema sottigliezza dell'osso alveolare mascellare per elevata pneumatizzazione del seno) o in edentulie totali del mascellare superiore in associazione ad altre tecniche .

Consiste nella creazione di una "finestra ossea" sulla parete antero-laterale del seno a livello premolare-molare per accedere alla membrana di Schneider, nello scollamento della stessa dal pavimento osseo e nel suo spostamento in direzione craniale. Lo spazio che si viene a creare tra il pavimento osseo coronale e la membrana così sollevata viene riempito con un materiale da innesto particolato.

Questa procedura si applica quando si hanno meno di 5 mm di altezza ossea residua e il posizionamento degli impianti viene eseguito dopo 6-8 mesi; con una cresta residua fra 5 e 7 mm di altezza si può procedere all'inserimento contestuale delle viti implantari.

Tale procedura ha ottenuto elevati tassi di successo implantare (> 90%) (studi di pieri) a 5 anni di follow-up, con bassi (< 2%) livelli di complicanze. E' quindi da



ritenersi una procedura ormai consolidata e predicibile anche con l'impiego di solo innesto eterologo.

Va comunque precisato che tale metodica può essere eseguita anche con innesti a blocchi, benchè più raramente utilizzata in letteratura. In effetti, l'opzione con l'innesto a blocco risulta imperativa quando una eventuale lacerazione ampia della membrana di Schneider durante le manovre di sollevamento della stessa non consenta l'applicazione di materiale particolato che andrebbe all'interno del seno mascellare.

### *GBR con membrana*

Il concetto di rigenerazione ossea guidata (GBR - guided bone regeneration) fu descritto per la prima volta nel 1959, ma fu sviluppato con una tecnica standardizzata tra la fine degli anni 80' e l'inizio degli anni 90'.

Il principio della rigenerazione guidata dell'osso deriva da quello della rigenerazione guidata dei tessuti (GTR). Quest'ultima, in odontoiatria, si riferisce alla rigenerazione dell'intero apparato di attacco parodontale, inclusi cemento, legamento e osso alveolare.

GBR e GTR, comunque, si basano sullo stesso principio ovvero il "principio di esclusione cellulare" servendosi entrambe di membrane barriera per l'isolamento del deficit che verrà colonizzato da cellule a più lenta replicazione. In tal senso, le membrane devono adempiere principalmente al compito di favorire la migrazione e la proliferazione di cellule osteo-progenitrici all'interno del difetto e di impedire la migrazione all'interno del difetto di cellule indesiderate provenienti dai tessuti molli sovrastanti (cellule epiteliali e fibroblasti). In assenza della membrana infatti le cellule non osteogeniche, soprattutto i fibroblasti, sono in grado di invadere il sito in via di guarigione più rapidamente rispetto alle cellule osteo-progenitrici rallentando così l'osteogenesi tramite meccanismi di inibizione da contatto. Il processo di rigenerazione ossea parte dall'angiogenesi e dalla migrazione di cellule

osteogenetiche dalla periferia del difetto verso il suo centro per creare un tessuto di granulazione ben vascolarizzato.

La grandezza del difetto e la sua morfologia condizionano notevolmente il mantenimento del volume di rigenerazione e la stabilità del coagulo. Nel caso in cui il deficit sia troppo ampio perché si generi uno “scaffold” centrale biomeccanicamente stabile, la formazione di osso sarà limitata alle porzioni marginali, più stabili, mentre nella parte centrale si formerà un tessuto connettivo lasso disorganizzato. Per evitare tutto ciò l’associazione della membrana con innesti ossei particolari, capaci di adattarsi alla morfologia del sito da rigenerare e svolgenti funzione di impalcatura per il coagulo e di sostegno per la membrana, favorisce il trattamento dei siti più ampi e complessi.

Le principali caratteristiche che le membrane dovrebbero possedere per essere efficaci nella GBR sono la biocompatibilità, una sufficiente rigidità per svolgere la funzione di barriera per un tempo adeguato, una adeguata impermeabilità alle cellule indesiderate, e una semplicità di impiego.

Le membrane utilizzate nelle tecniche di GBR si dividono in non riassorbibili e riassorbibili.

Le membrane non riassorbibili sono prevalentemente in poli-tetra-fluoro-etilene espanso (e-PTFE) e sono disponibili anche rinforzate con struttura in titanio, o ad alta densità.

Le membrane porose in e-PTFE sono formate da strati sovrapposti di teflon a struttura altamente ordinata che conferisce alla membrana una porosità controllata. Sono costituite da due parti distinte: una periferica, a maggior porosità e flessibilità, che consente l’adesione delle cellule e permette l’adattamento ai margini del difetto osseo, e una centrale, a permeabilità minore e con una maggiore rigidità, che aiuta a ottenere il cosiddetto “effetto tenda”.

Le membrane rinforzate in titanio hanno una maggiore resistenza alla pressione dei tessuti molli e un minor rischio di collassare.

Le membrane in PTFE ad alta densità sono del tutto impermeabili alle cellule, hanno una minore percentuale di infezione quando esposte in cavità orale e non si integrano coi tessuti.

Nonostante i successi ottenuti e dimostrati con le membrane in e-PTFE nella GBR, nel caso si verifichi l'esposizione di una membrana non riassorbibile, è infatti necessario rimuoverla, per l'elevato rischio di infezione, interrompendo così il processo rigenerativo e causando una compromissione del guadagno osseo.

Per superare alcune delle limitazioni delle membrane non riassorbibili, queste sono state diffusamente sostituite dalle membrane riassorbibili.

Le membrane riassorbibili si dividono in naturali e sintetiche.

Quelle naturali sono composte da diversi tipi di collagene di origine animale.

Quelle sintetiche sono composte da poliesteri alifatici, primariamente da copolimeri di acido poli-lattico oppure di acido poli-glicolico.

Le membrane in collagene vengono degradate per via enzimatica, mentre le sintetiche per idrolisi. Come le membrane non riassorbibili anche le riassorbibili possono dare problemi di deiscenze dei tessuti molli e di prematura esposizione. Tuttavia il contatto con l'ambiente orale ne accelera il riassorbimento riducendo la possibilità di una contaminazione prolungata della matrice dell'osso rigenerato.

A causa della loro mancanza di rigidità nella maggior parte dei casi, tranne che nei difetti più piccoli, le membrane riassorbibili devono essere utilizzate quasi necessariamente in combinazione con materiali da innesto per il mantenimento dello spazio.

Proprio per tali considerazioni, la scelta del tipo di membrana va rapportata soprattutto al tempo in cui essa deve permanere in cavità orale di modo che sia possibile la rigenerazione dei tessuti.

Nell'ambito delle membrane riassorbibili, quelle in collagene hanno una minore capacità di mantenere lo spazio di rigenerazione del difetto. Tali membrane, però, favoriscono la proliferazione degli osteoblasti e l'attività della fosfatasi alcalina, e la loro degradazione è meglio tollerata dai tessuti.

La degradazione dei copolimeri sintetici provoca invece una risposta infiammatoria dei tessuti molli che induce il riassorbimento di parte dell'osso rigenerato; inoltre, è piuttosto imprevedibile nella tempistica essendo molto influenzata da fattori locali come il pH.

In breve si potrebbe dire che il volume di osso rigenerato è generalmente maggiore con le membrane in e-PTFE che con le membrane riassorbibili, anche se le prime sono soggette ad un più alto tasso di infezione dopo esposizione.

La GBR con osso particolato ha trovato miglior successo nei deficit orizzontali, con un *range* di formazione ossea tra 2.8 a 3.5 mm aumento di spessore. In termini di rigenerazione verticale è stata raggiunta una media di 4.10 mm in siti molto diversi, fino ad un massimo di 5.08, però riassorbitosi per 1.35 mm all'atto dell'inserimento implantare. Il range di successo implantare relativo alla tecnica della GBR, includente anche i dati della tecnica con griglia in titanio, è compreso fra il 67 e il 100% .

#### ***4. La GBR con griglie in titanio e osso particolato***

Le prime griglie ad essere utilizzate erano in vitallio e furono proposte da Boyne nel 1969 nel trattamento delle fratture dei mascellari.

Successivamente il vitallio fu sostituito dal titanio a causa delle migliori caratteristiche di biocompatibilità e di resistenza alla corrosione di quest' ultimo.

Questa tecnica è stata poi modificata da Boyne nel 1985, per permettere la ricostruzione di creste alveolari severamente riassorbite per riabilitazioni protesiche rimovibili e nel 1996 Thomas Von Arx introdusse questa tecnica nell' ambito della chirurgia ricostruttiva pre-implantare.

Come già in parte sottolineato, l'impiego di membrane riassorbibili o non riassorbibili presenta considerevoli problematiche, che si accentuano nelle atrofie complesse : dislocamento della membrana nella fase di sutura e/o guarigione, in quanto non fissate in maniera rigida; collasso della stessa e riduzione dello spazio al di sotto di essa per pressione dei tessuti molli soprastanti e tempistica di riassorbimento poco controllabile in caso di membrane riassorbibili; rischio di esposizione della membrana in seguito alla deiscenza dei tessuti molli con sovra-infezione soprattutto con membrane non riassorbibili.

L'uso delle griglie in titanio si basa sugli stessi principi della GBR. L'impiego di una struttura contenitiva sufficientemente rigida ma modellabile associata ad osso particolato consente di approssicare difetti estesi e complessi potendo programmare con una certa affidabilità l'entità di rigenerazione necessaria. L'eccellente biocompatibilità del titanio evita problemi di intolleranza, e la formazione in superficie di uno strato di  $TiO_2$  sembra stimolare l'attività osteogenetica degli osteoblasti. La fissazione rigida della griglia al tessuto osseo con micro-viti le conferisce poi una adeguata stabilità per tutto il periodo di guarigione.

La presenza delle maglie con i fori nella struttura della griglia favorisce un maggior apporto ematico e cellulare a partenza dal periostio, tessuto che è da considerarsi come la principale fonte di elementi nutritivi e cellule osteogenetiche nei siti

atrofici. Tali caratteristiche risultano fondamentali per un adeguato attecchimento dell'innesto.

Fondamentale in questa tecnica diventa l'associazione della griglia con innesto osseo particolare.

L'innesto particolare può essere facilmente adattato al sito ricevente e riempie in modo completo lo spazio di rigenerazione. Esso attecchisce più velocemente dell'innesto a blocco con una maggiore colonizzazione del sito da parte degli elementi osteogenici. Ciò risulta particolarmente importante in considerazione della bio-struttura dei mascellari atrofici: la mandibola possiede una componente di corticale notevole con difficoltà da parte delle cellule osteogenetiche a colonizzare l'innesto, mentre il mascellare superiore possiede una struttura debole molto midollare, spesso incapace di sopportare una fissazione rigida per un innesto a blocco. La valorizzazione delle risorse osteogenetiche da parte di questa procedura, consente l'impiego di materiale misto autologo/eterologo o solo eterologo, riducendo le necessità del prelievo dal paziente.

La debolezza ed esiguità dei tessuti molli nei siti atrofici influisce negativamente sulle tecniche di innesto in generale limitando in maniera sostanziale il loro potenziale in termini di rigenerazione, soprattutto in altezza. Anche la tecnica con griglie è fortemente condizionata da questa. La scarsa presenza di mucosa cheratinizzata, associata all'approssimarsi degli attacchi muscolari alla cresta alveolare residua, rende molto difficile la mobilitazione dei tessuti molli per ricoprire l'innesto: la tensione che si ha in questi durante il periodo di guarigione riduce il potenziale osteogenetico del periostio e accentua il rischio di deiscenza.

Il notevole livello di esposizioni, che va dal 5.3% al 52% , sembra però non influire in maniera determinante sul risultato impianto-protetico finale. Inoltre, solo una parziale perdita di osso è stata osservata anche nei casi in cui è stato necessario rimuovere la griglia per evitare la sovra-infezione del sito. La ridotta percentuale di sovra-infezione rispetto a quella di esposizione può trovare spiegazione nella formazione, riscontrata quasi sempre al di sotto della griglia, di un tessuto fibroso di

granulazione simile al periostio , definito da von Arx *pseudo-periostio*, che sembra proteggere l'innesto da una contaminazione batterica e dal conseguente riassorbimento, anche in casi di esposizione estesa. Su tale tessuto si può verificare poi una migrazione epiteliale (*creeping attachment*) con il vantaggioso ampliamento della superficie di tessuto cheratinizzato utile per la successiva fase implantare. Non si conosce la reale natura e origine di tale tessuto, che sembra necessiti di alcune settimane per formarsi. Miyamoto *et al.* affermano che, dopo solo 1-2 settimane di guarigione l'esposizione della griglia non esita in modo diretto in una perdita di nuovo osso o in una infezione del sito, mentre per altri autori sono necessarie almeno 4 settimane.

Il rapporto fra l'esposizione e l'entità della rigenerazione ossea non è stato ancora chiarito.

Louis *et al.* hanno evidenziato un livello più alto, 52%, di tali complicanze esitanti in una media di aumento in altezza di 13.7 mm. Solamente uno studio recente ha correlato i risultati ottenuti con la tecnica delle griglie con le caratteristiche del difetto, riportando come un difetto tridimensionale complesso mostri un livello più alto di perdita di osso rigenerato associata all'esposizione piuttosto che i più semplici deficit orizzontali o a forma di tasca.

Il reale potenziale rigenerativo della tecnica con griglie in realtà non è ancora noto. Il range di aumento osseo verticale in letteratura oscilla fra 2.56 e 6 mm, ma il maggior aumento in altezza valutato al momento dell'inserimento degli impianti è arrivato addirittura a 13.7 mm. In spessore un guadagno di circa 4 mm è stato riportato da molti lavori.

Recentemente, con tale procedura, in ambito ricostruttivo maxillo-facciale, è stata ottenuta la completa ricostruzione di un difetto mandibolare critico lungo 40 mm.

Per quanto attiene ai risultati implantari ottenuti con questa tecnica solo due studi riportano il livello di successo implantare con la *titanium-mesh technique*, con un

range fra il 93.1 e il 96.4%. Recentemente è stato riportato un 100% di successo implantare con un *follow-up* di 6-24 mesi.

La tecnica chirurgica prevede l'esecuzione di un lembo mucoperiosteico in modo da esporre l'osso.

Si posiziona l'innesto proteggendolo con la griglia che viene fissata con delle microviti per mantenerla in posizione.

Si eseguono delle incisioni al periostio apicale per poter trazionare il lembo il più coronalmente possibile in modo da poter coprire la griglia in maniera ottimale e infine si sutura.

La griglia viene poi lasciata a protezione dell'innesto per un periodo compreso tra i 6 e i 9 mesi in modo tale da consentire la maturazione del tessuto osseo rigenerato.

Al momento della riapertura di solito la griglia risulta facilmente identificabile e rimovibile, tuttavia in alcuni casi può essere inglobata nel cosiddetto *pseudo-periostio* all'interno del tessuto osseo neoformato. In tale fase si può procedere con l'inserimento implantare, o differirlo per ottenere una migliore guarigione dei tessuti molli.

Nel tentativo di rendere la tecnica più predicibile e ridurre i tempi operatori un primo passo è stato fatto modellando pre-operatoriamente le griglie su una riproduzione stereo-lito-grafica della anatomia ossea ottenuta dai dati TC.

Tecniche di progettazione assistita da computer (CAD), tecnologie di produzione di additivi (AM), e anche la sinterizzazione laser diretta del metallo (LMD), si sono iniziate ad utilizzare per produrre direttamente una griglia *customizzata* procedendo ulteriormente nella direzione del perfezionamento della procedura in termini di precisione e velocizzazione.

Tali tecniche meritano di essere approfondite con studi sistematici.

In tale direzione l'impiego di membrane di concentrato piastrinico autologo sembrano aver ridotto drasticamente i livelli di esposizione indicando una strada interessante per il miglioramento della tecnica.



## ***Bibliografia***

1. Aghaloo TL, Moy PK. Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007; 2 (suppl): 49-70.
2. Aparicio C. A proposed classification for zygomatic implants patients based on the zygoma anatomy guided approach(ZAGA). A cross-sectional study. *Eur J Oral Implantol* 2011; 4:269-275.
3. Bianchi A, Felice P, Lizio G, Marchetti C. Alveolar distraction osteogenesis versus inlay bone grafting in posterior mandibular atrophy. A prospective study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2008; 105: 282-292.
4. Bornstein MM, Chappuis V, Von Arx T, Buser D. Performance of dental implants after staged sinus floor elevation procedures: 5-years results of a prospective study in partially edentulous patients. *Clin Oral Impl. Res.* 2008, 19:1034-43.
5. Branemark PI, Gröndahl K, Öhrnell L, Nilsson P, Petruson B, Svensson B, et al. Zygoma fixture in the management of advanced atrophy of the maxilla: technique and long-term results. *Scand J Plast Reconstr Surg* 2004; 38:70-20.
6. Buser D, Dula K, Hess D, Hirt HP, Belser UC. Localized ridge augmentation with autografts and barrier membranes. *Periodontol* 2000 1999;19:151-63
7. Cawood JI, Howell RA. Reconstructive pre-prosthetic surgery I. Anatomical considerations. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1991; 20: 75-82.
8. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988 Aug; 17(4):232-6.
9. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009; 24 (Suppl): 237-259.
10. Chiapasco M, Romeo E, Casentini P, Rimondini L. Alveolar distraction osteogenesis vs. vertical guided bone regeneration for the correction of

- vertically deficient edentulous ridges: A 1-3 year prospective study on humans. *Clin. Oral Impl Res* 2004; 15:82-95
11. Chiapasco M. *Manuale illustrato di chirurgia orale*. Masson 2002
  12. Ciocca L, Fantini M, De Crescenzo F, Corinaldesi G, Scotti R. Direct metal laser sintering (DMLS) of a customized titanium mesh for prosthetically guided bone regeneration of atrophic maxillary arches. *Med Biol Eng Comput* 2011; 49:1347-1352.
  13. Clementini M, Morlupi A, Agrestini C, Barlattani A. Immediate versus delayed positioning of dental implants in guided bone regeneration or onlay graft regenerated areas: a systematic review. *Int J Oral Maxillofacial Surg*. 2013; 42:643-650.
  14. Cordaro L, Sarzi Amadè D, Cordaro M. Clinical results of alveolar ridge augmentation with mandibular block bone grafts in partially edentulous patients prior to implant placement. *Clin. Oral Impl. Res*. 2002; 13: 103-111.
  15. Del Fabbro M, Wallace SS, Testori T. Long-term implant survival in the grafted maxillary sinus: a systematic review. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2013; 33(6): 773-83.
  16. Esposito M, Grusovin MG, Kwan S, Worthington HV, Coulthard P. Interventions for replacing missing teeth: bone augmentation techniques for dental implant treatment (Review). *Cochrane Database Syst Rev* 2008; 16 (3): 1-26.
  17. Felice P, Pistilli R, Lizio G, Pellegrino G, Marchetti C. Inlay versus onlay iliac bone grafting in atrophic posterior mandible: a prospective controlled clinical trial for the comparison of two techniques. *Clin Impl Dent Relat Res*. 2009; 11 Suppl 1: e69-82.
  18. Fontana F, Maschera E, Rocchietta I, Simion M. Clinical classification of complications in guided bone regeneration procedures by means of a non-resorbable membrane. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2011; 31(3):265-73.

19. Franke Stenport V, Ortorp A, Thor A. Onlay and inlay bone grafts with platelet-rich plasma: histologic evaluations from human biopsies. *J Oral Maxillofac Surg* 2011; 69:1079-85.
20. Fugazzotto PA. Success and failure rates of osseointegrated implants in function in regenerated bone 6 to 51 months: a preliminary report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997; 12(1):17-24.
21. Gabriel AC. Some anatomical features of the mandible. *J Anat.* 1958 Oct;92(4):580-6.
22. Grant B-T N, Pancko FX, Kraut RA. Outcomes of placing short dental implants in the posterior mandible: A retrospective study of 124 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67: 713-717.
23. Her S, Kang T, Fien MJ. Titanium mesh as an alternative to a membrane for ridge augmentation. *J Oral Maxillofac Surg* 2012; 70: 803-810..
24. Lekholm U, Zarb GA. Patient selection and preparation. In Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T. editors. *Tissue integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry.* Quintessence , Chicago 1985;199-209.
25. Malchiodi L. Le atrofie mascellari : tecniche chirurgiche in implantologia
26. Marchetti C, Felice P, Lizio G, Rossi F. Le Fort I osteotomy with interpositional graft and immediate loading of delayed modified SLActive surface dental implants for rehabilitation of extremely atrophied maxilla: a case report. *J Oral maxillofac Surg.* 2009 Jul;67(7): 1486-94.
27. Misch CE, Judy KW. Classification of partially edentulous arches for implant dentistry. *Int J Oral Implantol.*1987; 4(2):7-13.
28. Misch CE. Bone classification, training keys to implant success. *Dent Today.*1989 May; 8(4):39-44.
29. Misch CE. *Contemporary Implant Dentistry,* Mosby 2008.
30. Miyamoto I, Funaki K, Yamauchi K, Kodama T, Takahashi T. Alveolar ridge reconstruction with titanium mesh and autogenous particulate bone graft:

- computed tomography-based evaluations of augmented bone quality and quantity. *Clin Impl Dent Relat Res* 2012; 14(2): 304-311.
31. Perelli M, Abundo R, Corrente G, Saccone C. Short (5 and 7 mm long) porous implant in the posterior atrophic mandible: a 5-year report of a prospective study. *Eur J Oral Implantol* 2011; 4(4): 363-8.
32. Pieri F, Corinaldesi G, Fini M, Aldini NN, Giardino R, Marchetti C. Alveolar ridge augmentation with titanium mesh and a combination of autogenous bone and anorganic bovine bone: a 2-year prospective study. *J Periodontol* 2008; 79(11): 2039-103.
33. Pieri F, Lizio G, Bianchi A, Corinaldesi G, Marchetti C. Immediate loading of dental implants placed in severely resorbed edentulous maxillae reconstructed with Le Fort I osteotomy and interposition bone graft. *J Periodontol*. 2012 Aug;83(8): 963-72
34. Polini F, Robiony M, Sembronio S, Costa F, Politi M. Bifunctional sculpturing of the bone graft for 3-dimensional augmentation of the atrophic posterior mandible. *J Oral Maxillofacial Surg* 2009; 67:174-177.
35. Polini F, Robiony M, Sembronio S, Costa F, Politi M. Bifunctional sculpturing of the bone graft for 3-dimensional augmentation of the atrophic posterior mandible. *J Oral Maxillofacial Surg* 2009; 67:174-177.
36. Retzepi M, Donos N. Guided bone regeneration: biological principle and therapeutic applications. *Clin. Oral Impl. Res* 2009; 21: 567-76.
37. Roccuzzo M, Ramieri G, Bunino M, Berrone S. Autogenous bone graft alone or associated with titanium mesh for vertical alveolar ridge augmentation: a controlled clinical trial. *Clin. Oral Impl. Res* 2006; 18: 286-294.
38. Seibert JS. Treatment of moderate localized alveolar ridge defects. Preventive and reconstructive concepts in therapy. *Dent Clin North Am*. 1993 Apr; 37(2):265-80.
39. Tolstunov L. Implant zones of the jaws: implant location and related success rate. *J Oral Implantol* 33:211,2007.

40. Torres J, Tamini F, Alkhraisat MH, Manchòn A, Linares R, Prados-Frutos JC, Hernández G, Lopez Cabarcos E. Platelet-rich plasma may prevent titanium-mesh exposure in alveolar ridge augmentation with anorganic bovine bone. *J Clin Periodontol* 2010; 37: 943-51.
41. Urban IA, Jovanovic AS, Lozada JL. Vertical ridge augmentation using guided bone regeneration (GBR) in three clinical scenarios prior to implant placement: A retrospective study of 35 patients 12 to 72 months after loading. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009; 24:502-510.
42. Wolff J . The laws of bone remodelling (translated by Moquet P and Furlong R). Berlin 1986, Springer.

## **CAPITOLO 2**

### ***Efficacia della GBR con griglia in titanio e osso particolato nella ricostruzione dei difetti alveolari tridimensionali: studio di coorte n.1***

#### **OBBIETTIVO**

L'obiettivo del presente studio è stato quello di verificare l'efficacia della tecnica della GBR con griglia in titanio e osso particolato nella ricostruzione tridimensionale del processo alveolare atrofico ai fini impianto-protetici. Per ridurre l'entità del prelievo di osso autologo dal paziente, si è preferito impiegare una mistura di osso autologo-eterologo in rapporto 70:30 % rispettivamente. I parametri di valutazione considerati sono state le complicanze e i risultati impianto-protetici a lungo termine.

#### **MATERIALI E METODI**

I pazienti sono stati tutti trattati nel reparto di Chirurgia Orale e Maxillo-facciale del Dipartimento di Scienze Biomediche e Neuromotorie dell'Università di Bologna. I criteri di inclusione sono stati i seguenti:

- 1) la presenza evidenziata clinicamente e radiograficamente (radiografie endorali, panoramiche, scansioni Tc) di almeno un sito alveolare atrofico (Classe IV to VI secondo la classificazione di Cawood and Howell ) tridimensionale; in particolare, in presenza di una altezza e di una ampiezza di osso residuo < 9 mm in altezza e a < 5 mm in ampiezza insufficiente per l'inserimento di almeno due viti implantari di dimensioni standard in una posizione corretta dal punto di vista protesico.
- 2) l'assenza di qualsiasi controindicazione locale o sistemica al trattamento chirurgico: infezioni locali; abitudine al fumo di >10 sigarette al giorno; diabete scompensato (livello di emoglobina glicosilata >7 mg/dL); pregressa radioterapia nella regione della testa e del collo; chemioterapia anti-tumorale in corso; malattie del fegato,

sangue e reni; immuno-depressione; assunzione in corso di corticosteroidi; stato di gravidanza; malattie infiammatorie e autoimmuni del cavo orale; scarsa igiene orale e scarsa motivazione.

- 3) l'esecuzione di un trattamento in due fasi, con dilazione dell'inserimento degli impianti in una fase successiva alla fase ricostruttiva.
- 4) l'impiego di osso autologo/eterologo in rapporto 70:30 come materiale di innesto.

Sono stati selezionati 24 pazienti , 5 uomini e 19 donne, con un'età media di 50.5 (22–69) anni. 15 erano parzialmente edentuli, 9 totalmente edentuli al mascellare superiore; 16 pazienti sono stati trattati al livello del mascellare superiore, 10 con approccio bilaterale , e otto in mandibola per difetti parziali; in totale 34 siti sono stati trattati , 26 al mascellare superiore e 8 alla mandibola.

La ricostruzione della cresta alveolare è stata associata al grande rialzo di seno in 12 casi, in nove casi bilateralmente, per un totale di 21 rialzi di seno.

Quando l'estensione del sito da ricostruire ha richiesto un prelievo di cresta iliaca la chirurgia ricostruttiva è stata eseguita in anestesia generale con intubazione naso-tracheale, diversamente si è operato in anestesia locale. Per ridurre i tempi operative le griglie sono state pre-modellate su modelli in gesso pre-operatori o, in 7 casi, su modelli stereo-litografici ottenuti dai dati Tc e realizzati con tecnica CAD/CAM (*Topp S.p.A, Sandrigo (VI), Italia*). La pre-modellazione avveniva simulando un aumento di circa 5-6 mm in altezza e di circa 4-5 mm in spessore ed una morfologia crestale adeguata. L'intervento è stato eseguito secondo la tecnica codificata (vedi sopra). In 11 pazienti, con difetti più estesi, il prelievo di osso autologo dalla cresta iliaca veniva effettuato da un secondo team chirurgico prelevando un blocco monocorticale dalla superficie mediale della cresta iliaca anteriore secondo tecnica standard. Negli altri casi l'innesto autologo è stato ottenuto dal ramo mandibolare in 11 casi e dalla sinfisi mandibolare in 2 casi. L'innesto veniva poi particolato con un

trita-osso e miscelato con osso bovino de-proteinizzato (*Bio-Oss, Geistlich Pharmaceutical, Wolhusen, Switzerland*) in rapporto 70:30.

Le griglie di titanio (*OsteoMed Ridge-Form Mesh, Addison, TX, USA*) di 0.2 mm di spessore, pre-modellate, venivano applicate sul sito e fissate parzialmente alla cresta residua con due mini-viti di fissaggio (*OsteoMed, Addison, TX, USA*) mantenendo una distanza di sicurezza di 2-3 mm tra il bordo della griglia e i denti adiacenti. L'innesto particolato veniva applicato sotto la griglia fissata parzialmente riempiendo completamente lo spazio di rigenerazione. La griglia veniva successivamente riposta sopra l'innesto e definitivamente assicurata con due o tre mini-viti sul versante osseo vestibolare. Incisioni di rilascio del periostio consentivano poi lo scorrimento coronale del lembo e una guarigione per prima intenzione.

Nei casi di estesa ricostruzione con necessità di prelievo extra-orale una terapia antibiotica con ceftriaxone veniva amministrata per endo-vena all'induzione dell'anestesia generale ad una dose di carico pre-intervento di 2 g e proseguita con una dose di 2 g per 10 giorni post-intervento, assieme ad una terapia antinfiammatoria non-steroidica (ketoprofene). Per i casi ad approccio esclusivamente intra-orale in anestesia locale è stata somministrata una terapia antibiotica per bocca (amoxicillina 2 g al giorno per 10 giorni dopo l'intervento) associata a terapia anti-infiammatoria (ibuprofene). I pazienti erano istruiti ad evitare lo spazzolamento dei denti limitrofi al sito trattato, a seguire una dieta morbida per 3 settimane, e a mantenere un'adeguata igiene orale con sciacqui e applicazioni di gel con clorexidina allo 0.2% sulla ferita. Per quanto riguarda il sito donatore nei casi trattati con innesto da cresta iliaca, i pazienti hanno riportato una dolenzia e una difficoltà nella deambulazione per 4 settimane.

Ai pazienti è stato sconsigliato di portare qualsiasi presidio protesico dentale per un periodo di un mese dopo l'intervento; successivamente, le protesi provvisorie sono state ribasate e utilizzate solo a scopo estetico. Tutti i pazienti sono stati sottoposti a controlli e monitorati con cadenza mensile fino al momento dell'inserimento implantare.



Dopo un periodo medio di guarigione di 8.6 mesi, la fase implantare è stata eseguita in anestesia locale in ambulatorio. Dopo il sollevamento di un lembo trapezoidale a tutto spessore, la griglia di titanio veniva delicatamente staccata dalla superficie ossea. Lo strato di tessuto fibroso tra la griglia in titanio e l'osso di nuova formazione, definito "pseudo-periostio", veniva lasciato *in situ* e staccato dalla superficie del tessuto osseo il minimo necessario per l'inserimento delle viti implantari. In 10 pazienti le viti sono state inserite contestualmente alla rimozione della griglia in titanio, mentre per gli altri 14 si è preferito aspettare un periodo medio di 4.9 mesi per consentire una guarigione più completa dei tessuti molli. La decisione di differire il trattamento implantare alla rimozione della griglia veniva presa quando si riscontrava un'ampia area di deiscenza dei tessuti molli con esposizione della griglia o quando si riteneva opportuno, particolarmente in pazienti con tessuti gengivali sottili e scarsamente cheratinizzati, favorire la migrazione delle strutture epiteliali sullo pseudo periostio ottenendo una maggiore quantità di mucosa orale ai fini di una guarigione per prima intenzione sopra le strutture implantari.

Tutti gli impianti sono stati inseriti al livello del margine osseo, e tutti hanno mostrato una adeguata stabilità primaria. Sono stati mantenuti sepolti al di sotto dei tessuti mucosi per il tempo previsto per la loro osteointegrazione.

Una terapia antibiotica orale (amoxicillina 2 g al giorno per 7 giorni a partire dal giorno dell'inserimento implantare) è stata prescritta in associazione con l'assunzione al bisogno di un analgesico non steroideo (ibuprofene). Ai pazienti è stato sconsigliato lo spazzolamento dei denti limitrofi all'area trattata, di assumere dieta morbida per circa 1 settimana, e di mantenere un'appropriata igiene orale con presidi alla clorexidina 0.2%.

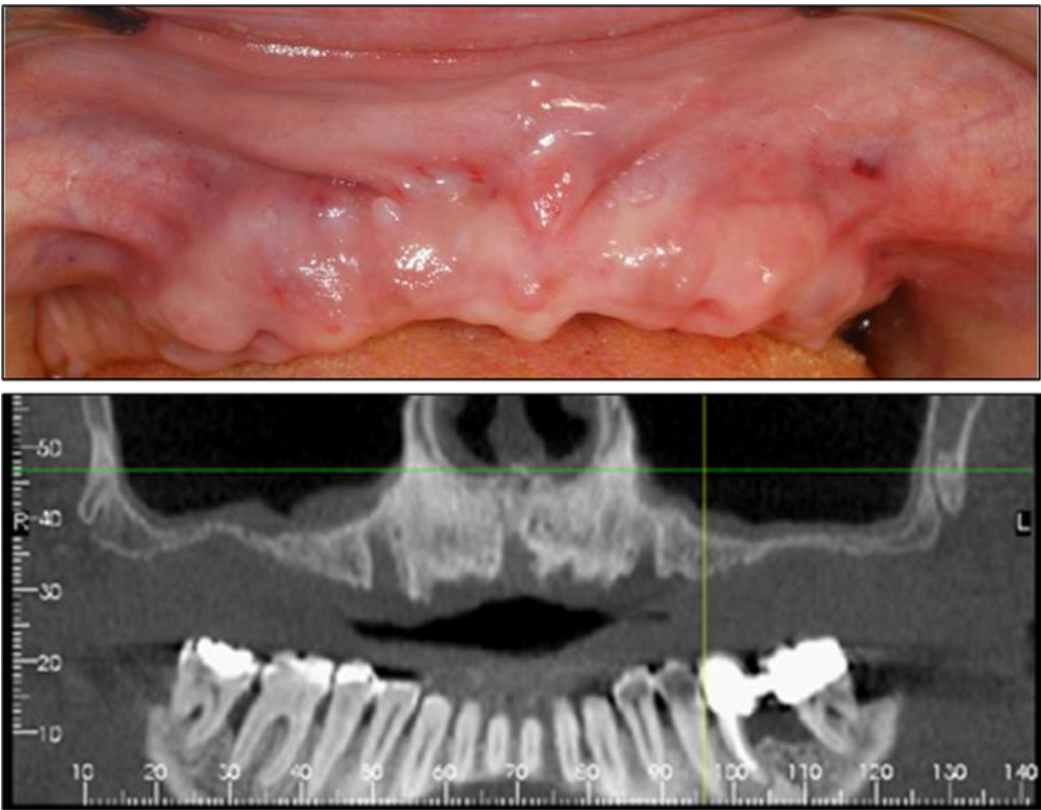
Gli impianti sono stati superficializzati e connessi alle viti di guarigione dopo 3 mesi in mandibola, e dopo 5 mesi al mascellare superiore. Circa 1 mese dopo sono stati connessi ai monconi e caricati con la protesi provvisoria in resina acrilica, che è stata

mantenuta in situ per un periodo compreso fra i 3 e gli 8 mesi, fino alla connessione con la protesi definitiva in metallo-ceramica.

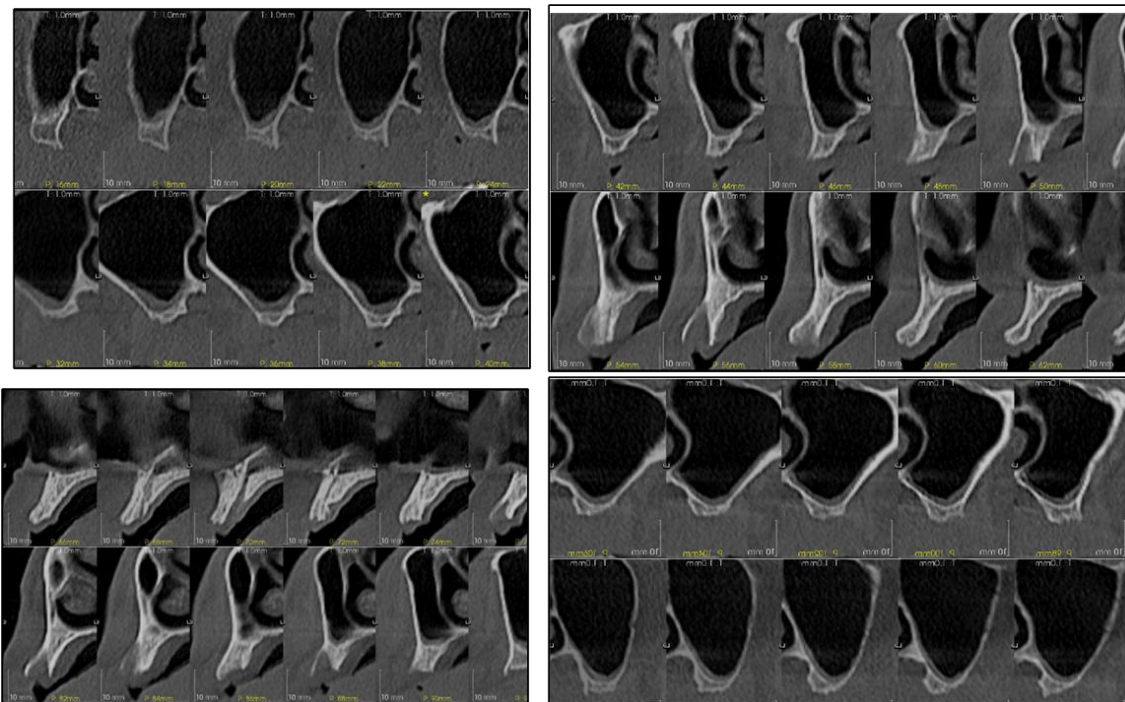
I pazienti sono stati arruolati in un programma di monitoraggio semestrale per il primo anno e annuale successivamente fino al termine del follow-up, con valutazione clinica dei tessuti peri-implantari (valutazione di eventuali segni di peri-implantite come arrossamento, tumefazioni, sanguinamento al sondaggio), e di problemi implanto-protetici.

Valutazioni radiografiche endo-orali sono state effettuate per verificare l'eventuale presenza di radiotrasparenze peri-implantari e per misurare l'eventuale riassorbimento osseo marginale. Le radiografie endo-orali sono state eseguite con tecnica parallela e l'impiego di un centratore di Rinn (*Rinn XCP; Dentsply Rinn*). Le radiografie sono state poi scannerizzate (*Epson Expression 1680 Pro, Seiko Epson, Long Beach, CA*) e misurate in modalità lineare con un programma computerizzato standardizzato (*Scion Image for MacOS, Gaithersburgh, US-MD*) per determinare la distanza fra la spalla dell'impianto e il punto più coronale di contatto osso-impianto. La distanza fra le spire implantari è stata impiegata per calibrare la misurazione e l'esatto livello di ingrandimento delle immagini. La media della misurazione mesiale e distale veniva poi presa in considerazione e attribuita a ciascun impianto.

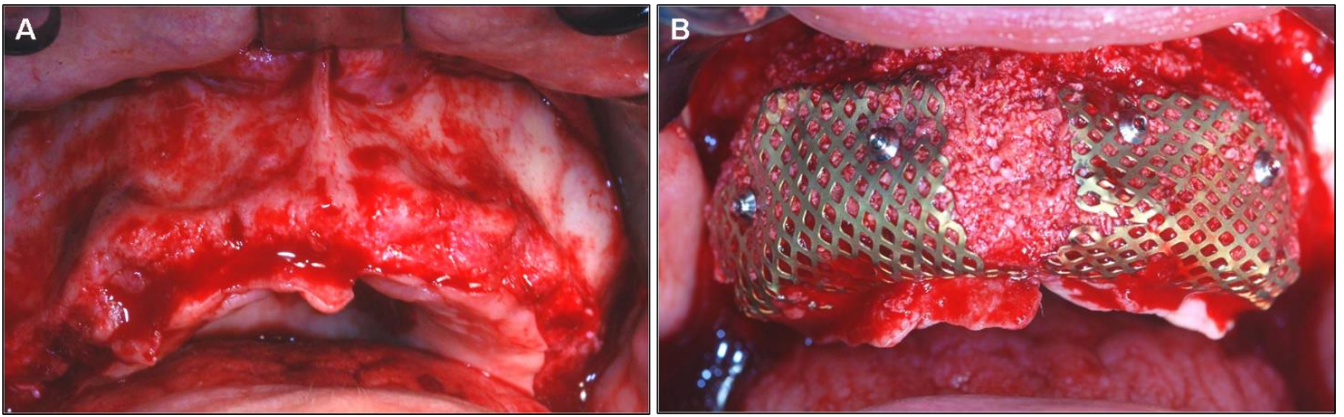
Un caso (paziente n.16) di edentulia totale del mascellare superiore è riportato nelle figure 1-9.



**Figura 1.** Situazione clinica e radiografica pre-operatoria.



**Figura 2.** TC pre-operatoria

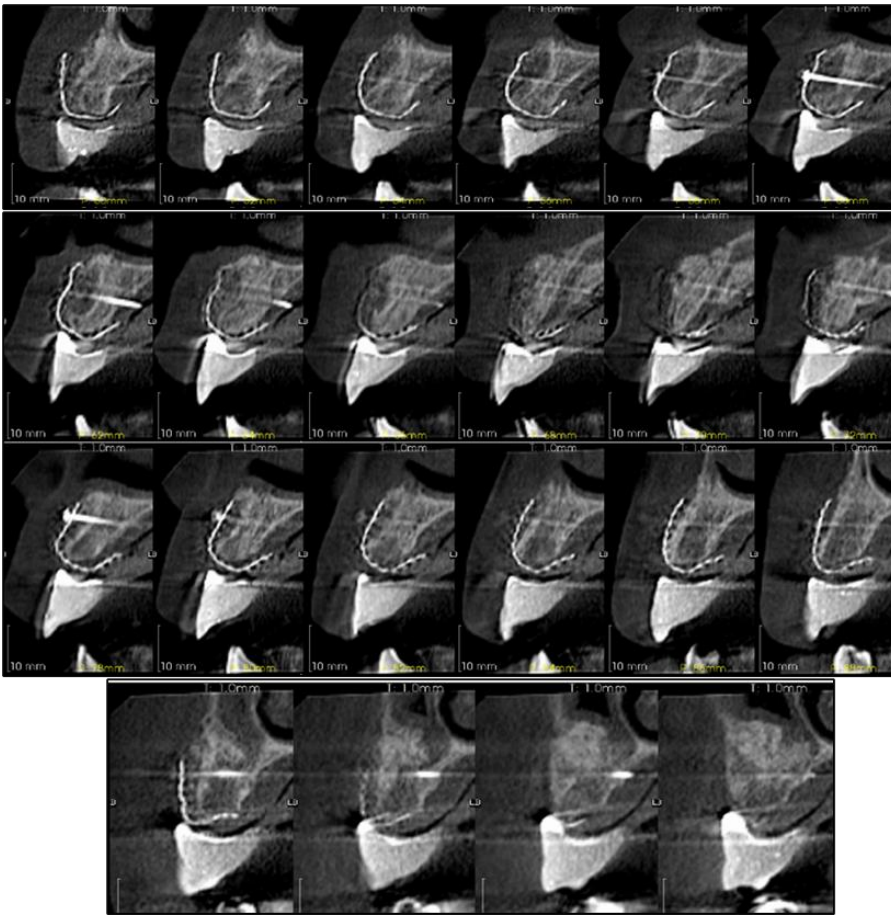


**Figura 3.** (A) scheletrizzazione della struttura alveolare residua; (B) applicazione di innesto e griglia

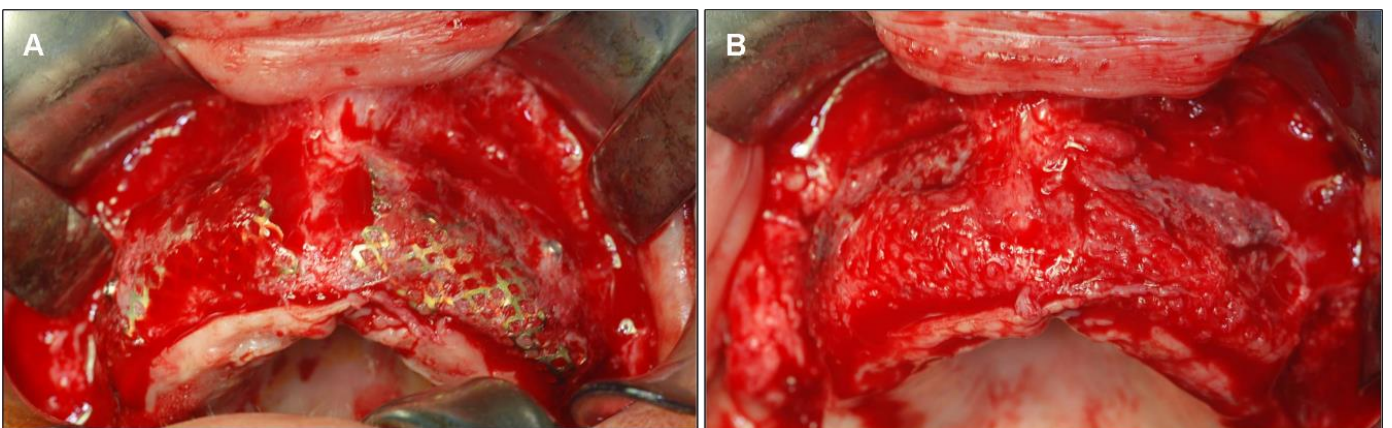


**Figura 4.** Fase di guarigione dei tessuti con parziale esposizione della griglia.

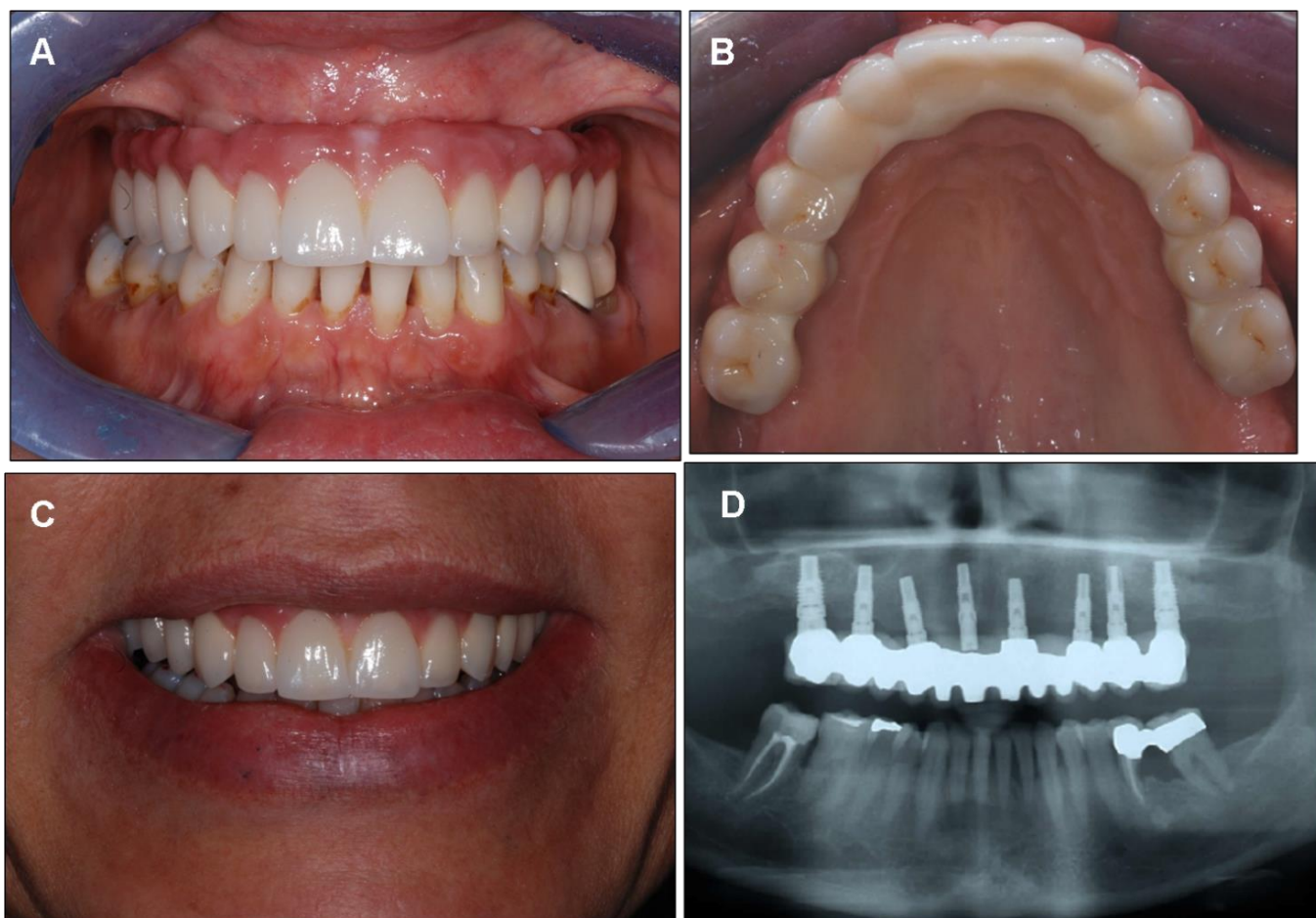




**Figura 5.** TC post-operatoria a 8 mesi dalla ricostruzione.



**Figura 6.** Rientro chirurgico: prima (A) e dopo (B) la rimozione della griglia.



**Figura 7.** Finalizzazione del caso con protesi definitiva: (A) visione frontale; (B) visione oclusale; (C) sorriso; (D) Rx OPT.

## **RISULTATI**

Il decorso post-operatorio è stato nella norma per tutti i pazienti, senza necessitare trattamenti ulteriori. Nessuna alterazione della sensibilità per danni neurologici si è prolungata per un periodo superiore ai 15 giorni. La deiscenza con esposizione della griglia è stata riscontrata in 24 su 34 siti ricostruiti (70.58%); 4 siti in 3 pazienti (11.76%) sono andati incontro ad una esposizione estesa e precoce (nelle prime 4-6 settimane post-operatorie) con super-infezione dell'innesto e necessità di rimozione

precoce della griglia. Questa situazione è stata inquadrata come fallimento completo della procedura ricostruttiva, con impossibilità allo svolgimento della fase impianto-protesica. Altri 4 siti (11.76%) in 3 pazienti sono andati incontro ad una esposizione precoce < 0.5 cm di area, e sono stati trattati solo con un *debridement* locale e applicazione di gel alla clorexidina (0.2%) 4 volte circa al giorno. Gli altri 16 (47.05%) sono andati incontro ad una esposizione tardiva (dopo le prime 4-6 settimane post-intervento), e sono stati gestiti solamente con applicazioni di gel alla clorexidina allo 0.2% senza che si verificasse alcun riassorbimento dell'innesto prima della fase implantare che avvenne senza alcuna variazione rispetto al progetto di partenza. Il resto dei siti (29.41%) guarì senza alcun problema.

In tutti i casi, tranne i quattro con esposizione precoce ed estesa, la rigenerazione ossea ottenuta ha consentito l'inserimento del numero di impianti pianificato con dimensioni standard.

In tutti i casi è stata riscontrata la presenza di un tessuto fibroso definito *pseudo-periodontio*. 21 pazienti, per un totale di 30 siti ricostruiti, hanno ricevuto gli impianti per un totale di 88 viti inserite con una adeguata stabilità primaria. 3 impianti sono stati rimossi per mancata osteointegrazione intervenuta non oltre le 4 settimane, e sono stati sostituiti subito con successo.

Il periodo di *follow-up* va da 3 a 48 (media 19.5) mesi dopo il carico implantare. Il range di lunghezza degli impianti inseriti è compreso da 10 a 15 (media 11.3) mm mentre il range di larghezza va da 3.3 a 4.1 mm. 74 (84%) impianti sono stati inseriti al livello del mascellare superiore e 14 (16%) in mandibola, soprattutto nelle zone posteriori. Alla fine del periodo di follow-up tutti i pazienti si sono dichiarati soddisfatti del trattamento. Valutazioni cliniche hanno evidenziato tessuti molli peri-implantari sani, senza segni di infiammazione. Tutti gli impianti risultavano stabili con il 100% di sopravvivenza cumulativa.

Al termine del *follow-up* la valutazione radiografica mostrava un riassorbimento di osso marginale medio di 0.65 (range 0 to 2.1) mm. 73 su 88 impianti mostravano aumentati livelli di riassorbimento osseo marginale oltre i valori soglia

suggeriti da Albrektsson *et al.* , con un cumulativo successo implantare di 82.9%.

Dati descrittivi sono riportati nelle tabelle 1 e 2.

Pz	Età/ Sesso	Sito Chirurgico	Procedure chirurgiche ulteriori	Tempo intercorso tra la rimozione della griglia e l'inserimento degli impianti (mesi)
1	47/ F	Mandibola posteriore destra		0
2	39/ F	Mascellare posteriore sinistra	Rialzo di seno	0
3	57/ F	Mascellare edentulo	Rialzo di seno bilaterale	5
4	43/ F	Mascellare edentulo	Rialzo di seno bilaterale	18
5	55/ F	Mascellare edentulo	Rialzo di seno bilaterale	0
6	66/ F	Mandibola posteriore destra		3
7	69/ F	Mascellare edentulo	Rialzo di seno bilaterale	4
8	47/ F	Mascellare edentulo		1
9	33/ F	Mandibola posteriore destra		3
10	55/ F	Mandibola posteriore destra	Rialzo di seno bilaterale	0
11	54/ F	Mascellare antero-posteriore sinistro	Rialzo di seno bilaterale	3
12	57/ F	Mascellare edentulo	Rialzo di seno bilaterale	0
13	68/ F	Mandibola posteriore sinistra		2
14	57/ F	Mandibola posteriore destra		FALLIMENTO
15	66/ F	Mandibola posterior destra		0
16	45/ F	Mascellare edentulo	Rialzo di seno bilaterale	0
17	48/ M	Mascellare anteriore		FALLIMENTO
18	37/ M	Mascellare posteriore sinistro		0
19	22/ M	Mascellare posteriore destro e sinistro	Rialzo di seno	FALLIMENTO
20	63/ M	Mascellare edentulo		0
21	24/ F	Mascellare anteriore		5
22	55/ F	Mascellare edentulo	Rialzo di seno bilaterale	0
23	66/ F	Mandibola posteriore sinistra		0
24	39/ M	Mandibola posteriore sinistra		5

Tabella1. Dati descrittivi prima dell'inserimento implantare.



Pz	Età/ Sesso	Posizione e dimensioni (diametro x lunghezza) degli impianti	follow-up dal carico (mesi)
1	47/ F	#44 (3.4 x 9.5); #45 (3.8 x 9.5); #46 (3.4 x 11)	40
2	39/ F	#14 (3.4 x 11); #15 (3.4 x 11), #16 (3.8 x 11), #17 (3.8 x 11)	3
3	57/ F	#11 (4 x 10); #13 (3.3 x 10); #15 (3.3 x 10); #16 (4 x 13); #21 (4 x 10); #23 (3.3 x 10); #25 (4 x 10); #26 (4 x 11.5).	9
4	43/ F	#13 (3.3 x 10); #14 (3.3 x 11.5); #22 (3.3 x 10); #24 (3.3 x 11.5)	5
5	55/ F	#14 (4 x 10); #12 (4 x 10); #23 (3.3 X 10); #25 (3.3 x 13); #26 (4 x 15)	22
6	66/ F	#44 (4.1 x 10); #46 (4.1 x 10)	19
7	69/ F	#12 (3.5 x 11.5), #13 (3.5 x 11.5); #15 (3.5 x 11.5); #16 (4 x 13); #22 (3.5 x 11.5); #23 (3.5 x 11.5); #25 (4 x 13); #26 (4 x 13)	11
8	47/ F	#16 (3.8 x 13);#13 (3.3 x 11);#11 (3.3 x 11);#21 (3.8 x 13);#23 (3.3 x 11); #25 (3.8 x 11); #26 (3.8 x 15)	20
9	33/ F	#45 (4 x 10); #46 (4 x 10).	20
10	55/ F	#15 (4 x 11.5); #16 (4 x 11.5)	46
11	54/ F	#21 (4 x 10); #22 (3.3 x 10); #23 (3.3 x 10); #24 (3.3 x 10); #25 (3.3 x 8); #26 (4 x 11.5)	13
12	57/ F	#15 (3.75 x 11.5); #14 (3.75 x 11.5); #11 (3.75 x 10); #21 (3.75 x 10); #24 (3.75 x 10); #25 (3.75 x 11.5)	30
13	68/ F	#35 (3.3 x 10); #36 (4 x 8)	21
14	57/ F		
15	66/ F	#46 (3.8 x 13); #47 (3.8 x 11)	36
16	45/ F	#15 (4 x 13); #13 (4 x 13); #11 (4 x 11.5); #22 (4 x 11.5); #23 (4 x 11.5); #25 (4 x 13)	31
17	48/ M		
18	37/ M	#25 (4 x 15); #27 (4 x 15)	20
19	22/ M		
20	63/ M	#16 (4 x 13); # 14 (4 x 13); #12 (4 x 13); #11( 4 x 13); #22 (4 x 13); #24 (4 x 13); #26 (4 x 13).	48
21	24/ F	#14 (4 x 13); #11 (4 x 10); #22 (4 x 11.5)	3
22	55/ F	# 15 (4 x 11.5); #13 (4 x 10); #11 (4 x 10); #21 (4 x 10); #23 (4 x 10);#25 (4 x 11.5)	11
23	66/ F	#35 (3.3 x 10); #36n (3.3 x 10)	4
24	39/ M	#36 (4 x 11.5)	16

Tabella 2. Dati descrittivi dei pazienti dopo l'inserimento degli impianti.

## DISCUSSIONE

La morfologia, la quantità e la qualità dell'osso residuo sono parametri da considerare attentamente prima di scegliere una tecnica ricostruttiva. Tuttavia non è semplice spesso catalogare un deficit osseo come *orizzontale* o *verticale* o di altro tipo in base alle pareti ossee residue, considerando che un deficit è quasi sempre tridimensionale.

La tecnica della GBR è in effetti in grado di gestire tali difetti complessi ottenendo una rigenerazione ossea anche superiore ai limiti anatomici definiti dal difetto.

L'impiego di una membrana in tetra-fluoro-etilene-espanso (e-PTFE) membrane con osso particolato è stata ampiamente utilizzata per correggere difetti orizzontali ottenendo dai 2.8 ai 3.5 mm di aumento in spessore; ma più difficile risulta aumentare e mantenere tale aumento in dimensione verticale. A questo proposito è stata riportata una rigenerazione ossea media di 4.10 mm in diversi siti ottenendo fino a 5.02 mm al momento dell'inserimento implantare, e Chiapasco *et al.* ha ottenuto nell'immediato post-operatorio un aumento in altezza di 5.08 mm con un riassorbimento di 1.35 mm al tempo implantare. Tuttavia la GBR è stata associata ad uno scarso livello di riproducibilità, ad inadeguatezza nel trattare difetti estesi, e ad un alto livello di complicanze, fino a un valore di 45.5% , comprendenti soprattutto l'esposizione della membrana e/o la successiva sovra-infezione e perdita di parte o tutto l'innesto.

L'utilizzo di una membrana riassorbibile ha ridotto sia il livello delle complicanze che il potere della procedura in termini di aumento osseo, soprattutto verticale, per il collasso della membrana stessa.

La tecnica della GBR con griglia in titanio è in effetti una GBR applicabile in difetti estesi con morfologia complessa, in un modo piuttosto semplice e riproducibile.

Questi vantaggi derivano dalla combinazione delle caratteristiche fisiche della griglia in titanio con le caratteristiche fisiche e istologiche dell'osso particolato.

Il livello di esposizione riscontrato è stato del 70.57%, 30% nei mascellari edentuli e

70% in siti parzialmente edentuli. Questo dato, apparentemente allarmante, può essere ricondotto alla quantità di osso, sia in altezza che in spessore, che si è pianificato di ottenere preformando la griglia in titanio per risolvere estesi difetti tridimensionali.

Noi abbiamo evidenziato 4 casi (11.76%) di esposizione estesa precoce della griglia associata a totale perdita ossea.

L'alta incidenza di esposizioni nel nostro studio può anche essere dovuta all'uso di una protesi provvisoria soltanto dopo il primo mese di decorso post-operatorio, specialmente in caso di mascellari totalmente edentuli. Tuttavia, la possibilità di portare una protesi, adeguatamente ribasata, poco dopo l'intervento senza compromettere il risultato finale può essere ritenuto uno dei vantaggi di questa procedura. A differenza di altre tecniche, l'uso delle griglie in titanio non altera lo *status quo ante*, concedendo all'operatore un certo margine di errore senza compromissione del risultato finale.

Molti diversi elementi, come il tempo di insorgenza, l'estensione dell'esposizione e la situazione anatomica possono condizionare l'insorgere di tale complicanza. Nella nostra casistica non abbiamo mai rimosso lo *pseudoperiostio*, che è particolarmente utile in caso di carenza di tessuto gengivale cheratinizzato: questo funge da substrato per la migrazione dell'epitelio dalla mucosa periferica, evitando in tal modo procedure di innesto dei tessuti molli.

Sebbene efficace la tecnica mostra comunque alcuni limiti che possono essere superati con espedienti tecnici che riducano le complicanze e semplifichino il protocollo. L'applicazione di concentrato piastrinico gel sopra la griglia sembra avere sensibilmente ridotto l'entità della complicanza esposizione e semplificare il protocollo, come riportato da Torres *et al.* La realizzazione di griglie *customizzate* al sito da trattare con tecnica CAD-CAM dopo un'accurata progettazione può favorire il trattamento di difetti molto estesi e riduce i tempi chirurgici grazie all'impiego di una griglia che si adatta subito e perfettamente al sito da ricostruire senza necessità di

modellazione intra-operatoria e di tecniche di fissaggio.

Il range di successo implantare relativo alla tecnica della GBR includente anche i dati della titanium mesh riportato in letteratura è compreso fra il 67 e il 100% . Benchè il nostro follow-up sia insufficiente per trarre conclusioni di tipo definitivo , il nostro livello di successo implantare di 82.9% è derivato dalla valutazione di un numero di impianti superiore rispetto agli studi precedenti.

### ***Bibliografia***

1. Aghaloo TL, Moy PK. Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007; 2 (suppl): 49-70.
2. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986; 1:11-25.
3. Aparicio C, Ouazzani W, Hatano N. The use of zygomatic implants for prosthetic rehabilitation of the severely resorbed maxilla. *Periodontol* 2000 2008; 47:162-171.
4. Aparicio C. A proposed classification for zygomatic implants patients based on the zygoma anatomy guided approach(ZAGA). A cross-sectional study. *Eur J Oral Implantol* 2011; 4:269-275.
5. Artzi Z, Dayan D, Alpern Y, Nemcovsky. Vertical ridge augmentation using xenogenic material supported by a configured titanium mesh:

- Clinicohistopathologic and histochemical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003; 18:440.
6. Branemark PI, Gröndahl K, Öhrnell L, Nilsson P, Petruson B, Svensson B, *et al.* Zygoma fixture in the management of advanced atrophy of the maxilla: technique and long-term results. *Scand J Plast Reconstr Surg* 2004; 38:70-20.
  7. Buser D, Dula K, Hess D, Hirt HP, Belser UC. Localized ridge augmentation with autografts and barrier membranes. *Periodontol* 2000 1999;19:151-63
  8. Cawood JJ, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988; 17(4): 232–36.
  9. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009; 24 (Suppl): 237-259.
  10. Chiapasco M, Romeo E, Casentini P, Rimondini L. Alveolar distraction osteogenesis vs. vertical guided bone regeneration for the correction of vertically deficient edentulous ridges: A 1-3 year prospective study on humans. *Clin. Oral Impl Res* 2004; 15:82-95
  11. Ciocca L, Fantini M, De Crescenzo F, Corinaldesi G, Scotti R. Direct metal laser sintering (DMLS) of a customized titanium mesh for prosthetically guided bone regeneration of atrophic maxillary arches. *Med Biol Eng Comput* 2011; 49:1347-1352.
  12. Converse JM, Campbell RM. Bone grafts in surgery of the face. *Surg Clin North Am* , 1954; Apr :375-401.
  13. Cordaro L, Sarzi Amadè D, Cordaro M. Clinical results of alveolar ridge augmentation with mandibular block bone grafts in partially edentulous patients prior to implant placement. *Clin. Oral Impl. Res.* 2002; 13: 103–111.
  14. Corinaldesi G, Pieri F, Marchetti C, Fini M, Aldini NN, Giardino R. Histologic and histomorphometric evaluation of alveolar ridge augmentation using bone grafts and titanium micromesh in humans. *J Periodontol* 2007; 78(8): 1477-84.

15. Corinaldesi G, Pieri F, Sapigni L, Marchetti C. Evaluation of survival and success rates of dental implants placed at the time of or after alveolar ridge augmentation with an autogenous mandibular bone graft and titanium mesh: a 3- to 8-year retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009; 24:1119-1128.
16. Eisig SB, Ho V, Kraut R, Lalor P. Alveolar ridge augmentation using titanium micromesh: an experimental study in dogs. *J Oral Maxillofac Surg* 2003; 61: 347-353.
17. Enislidis G, Fock N, Millesi-Schobel G, *et al.* Analysis of complications following alveolar distraction osteogenesis and implant placement in the partially edentulous mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 100:25-30.
18. Felice P, Pistilli R, Lizio G, Pellegrino G, Marchetti C. Inlay *versus* onlay iliac bone grafting in atrophic posterior mandible: a prospective controlled clinical trial for the comparison of two techniques. *Clin Impl Dent Relat Res.* 2009; 11 Suppl 1: e69-82.
19. Fontana F, Santoro F, Maiorana C, Iezzi G, Piattelli A, Simion M. Clinical and histologic evaluation of allogeneic bone matrix *versus* autogenous bone chips associated with titanium-reinforced e-PTFE membrane for vertical ridge augmentation: A prospective pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008; 23: 1003-12.
20. Franke Stenport V, Ortorp A, Thor A. Onlay and inlay bone grafts with platelet-rich plasma: histologic evaluations from human biopsies. *J Oral Maxillofac Surg* 2011; 69:1079-85.
21. Geurs NC, Korostoff JM, Vassilopoulos PJ, Kang T-H, Jeffcoat M, Kellar R, Reddy MS. Clinical and histologic assessment of lateral alveolar ridge augmentation using a synthetic long-term bioabsorbable membrane and an allograft. *J Periodontol* 2008; 79: 1133-40.

22. Her S, Kang T, Fien MJ. Titanium mesh as an alternative to a membrane for ridge augmentation. *J Oral Maxillofac Surg* 2012; 70: 803-810.
23. Luis PJ, Gutta R, Said-Al-Naief N, Bartolucci AA. Reconstruction of the maxilla and mandible with particulate bone graft and titanium mesh for implant placement. *J Oral Maxillofac Surg* 2008; 66: 235-45.
24. Maiorana C, Santoro F, Rabagliati M, Salina S. Evaluation of the use of iliac cancellous bone and anorganic bovine bone in the reconstruction of the atrophic maxilla with titanium mesh: a clinical and histologic investigation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001; 16(3):427-32.
25. Misch CM. Comparison of intraoral donor site for onlay grafting prior to implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997; 12: 232-36.
26. Miyamoto I, Funaki K, Yamauchi K, Kodama T, Takahashi T. Alveolar ridge reconstruction with titanium mesh and autogenous particulate bone graft: computed tomography-based evaluations of augmented bone quality and quantity. *Clin Impl Dent Relat Res* 2012; 14(2): 304-311.
27. Perelli M, Abundo R, Corrente G, Saccone C. Short (5 and 7 mm long) porous implant in the posterior atrophic mandible: a 5-year report of a prospective study. *Eur J Oral Implantol* 2011; 4(4): 363-8.
28. Pieri F, Corinaldesi G, Fini M, Aldini NN, Giardino R, Marchetti C. Alveolar ridge augmentation with titanium mesh and a combination of autogenous bone and anorganic bovine bone: a 2-year prospective study. *J Periodontol* 2008; 79(11): 2039-103.
29. Polini F, Robiony M, Sembronio S, Costa F, Politi M. Bifunctional sculpturing of the bone graft for 3-dimensional augmentation of the atrophic posterior mandible. *J Oral Maxillofacial Surg* 2009; 67:174-177.
30. Proussaefs P, Lozada J. Use of titanium mesh for staged localized alveolar ridge augmentation: clinical and histologic-histomorphometric evaluation. *J Oral Implantol*. 2006; 32 (5): 237-47.

31. Renuard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Impl Res* 2006; 17: 35-41.
32. Retzeppi M, Donos N. Guided bone regeneration: biological principle and therapeutic applications. *Clin. Oral Impl. Res* 2009; 21: 567-76.
33. Ricci L, Perrotti V, Ravera L, Scarano A, Piattelli A, Iezzi G.. Rehabilitation of deficient alveolar ridges using titanium grids prior and simultaneously to implant placement: a systematic review. *J Periodontol* 2013; 84(9):1234-42
34. Rocuzzo M, Ramieri G, Bunino M, Berrone S. Autogenous bone graft alone or associated with titanium mesh for vertical alveolar ridge augmentation: a controlled clinical trial. *Clin. Oral Impl. Res* 2006; 18: 286-294.
35. Simion M, Jovanovic SA, Trisi P, Scarano A, Piattelli A. Vertical ridge augmentation around dental implants using a membrane technique and autogenous bone or allografts in humans. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1998;18: 8-23
36. Torres J, Tamini F, Alkhraisat MH, Manchòn A, Linares R, Prados-Frutos JC, Hernández G, Lopez Cabarcos E. Platelet-rich plasma may prevent titanium-mesh exposure in alveolar ridge augmentation with anorganic bovine bone. *J Clin Periodontol* 2010; 37: 943-51.
37. Toscano N, Holtzclaw D, Mazor Z, Rosen P, Horowitz R, Toffler M. Horizontal ridge augmentation utilizing a composite graft of demineralized freeze-dried allograft, mineralized cortical cancellous chips, and a biologically degradable thermoplastic carrier combined with a resorbable membrane: a retrospective evaluation of 73 consecutively treated cases from private practices. *J Oral Implantol* 2010; 36(6): 467-74.
38. Van Steenberghe D, Johansson C, Quirynen M, Molly L, Albrektsson T, Naert I. Bone augmentation by means of stiff occlusive titanium barrier. *Clin. Oral Impl. Res* 2003;14: 63-71.



## CAPITOLO 3

### ***Ricostruzione dei processi alveolari con griglie in titanio: valutazione computerizzata tridimensionale dei fattori che influiscono sulla rigenerazione ossea. Studio di coorte n.2***

#### **INTRODUZIONE E OBIETTIVO**

La tecnica della GBR con griglie in titanio con osso particolato consente di pianificare pre-operatoriamente il volume di osso da creare. L'esito delle tecnica con griglie è purtroppo inficiata dalla qualità e quantità dei tessuti molli necessari a coprire l'innesto per un adeguato attecchimento dello stesso. La difficoltà con questa tecnica nel gestire i tessuti muco-periostali nei siti atrofici è legata alla superficializzazione delle inserzioni muscolari e alla scarsa presenza di mucosa cheratinizzata, con elevato rischio di deiscenza. Il ruolo del periostio in questa procedura è stato recentemente enfatizzato come fonte di elementi osteogenetici e la sua integrità va preservata.

Peggiori risultati, in effetti, sono stati riscontrati in letteratura in relazione alla esposizione delle griglia. Torres *et al.* hanno attribuito il deficit nella rigenerazione ossea alla estensione della deiscenza. Miyamoto *et al.* hanno registrato il più alto livello di esposizione delle griglie proprio trattando difetti sia orizzontali che verticali, con un 8-10% di perdita di volume osseo, correlando comunque questa complicanza all'esposizione in tutti i casi.

Alcuni autori hanno sottolineato l'importanza dello *pseudo-periostio* che si viene a formare tra il periostio e la griglia in titanio nel prevenire l'infezione dell'innesto. Questi hanno supposto che solo un'esposizione precoce, entro le 2-6 settimane, tempo ritenuto necessario proprio per la formazione di questo tessuto, possa compromettere la procedura. Tuttavia nessuno studio ha valutato la correlazione tra

l'evento esposizione e l'entità del volume osseo realmente ottenuto.

Diversi metodi sono stati impiegati per valutare l'aumento osseo ottenuto con una tecnica ricostruttiva, tra cui il sondaggio intra-operatorio, la comparazione di modelli in gesso, e la comparazione delle TC. Tutti gli autori hanno riportato valutazioni con misure lineari di altezza e di spessori, tranne Proussaefs and Lozada, che hanno calcolato il volume dell'aumento osseo volumetrici con impronte in polimeri e modelli in gesso.

Una valutazione sui dati e le immagini TC è considerata più appropriata nello studiare la ricostruzione dei tessuti duri con la tecnica delle griglie, specie in caso di difetti ampi e complessi. Diversi lavori hanno impiegato un'analisi delle immagini TC con software dedicati per valutare nel tempo variazioni morfologiche e dimensionali dopo trattamenti medici o chirurgici. Di recente, le variazioni volumetriche delle lesioni cistiche mandibolari dopo decompressione chirurgica sono state analizzate e correlate a variabili di trattamento, così come in tale modo è stata valutata l'efficacia della tecnica delle griglie in titanio *customizzate* per la ricostruzione al livello orbitario.

L'obiettivo di questo studio è stato quello di calcolare la ricostruzione ossea ottenuta in termini di volume, e la correlazione del volume ottenuto con l'estensione e il tempo di esposizione delle griglie e con l'entità di volume prevista pre-operatoriamente.

## **MATERIALI E METODI**

I criteri di inclusione dei pazienti rivoltisi al reparto di Chirurgia Orale e Maxillo-facciale del Dipartimento di Scienze Biomediche e Neuromotorie dell'Università di Bologna per chirurgia ricostruttiva dei processi alveolari atrofici a scopo implantoprotesico sono stati i seguenti:

- 1) la presenza evidenziata clinicamente e radiograficamente (radiografie endorali, panoramiche, scansioni Tc) di almeno un sito alveolare atrofico (Classe IV to VI secondo la classificazione di Cawood and Howell ) tridimensionale; in particolare, in presenza di una altezza e di una ampiezza di osso residuo  $< 9$  mm in altezza e  $< 5$  mm in ampiezza insufficiente per l'inserimento di almeno due viti implantari di dimensioni standard (lunghezza  $\geq 8$  mm, larghezza  $\geq 3.75$ ) in una posizione protesicamente corretta;
- 2) l'assenza di qualsiasi controindicazione locale o sistemica al trattamento chirurgico: infezioni locali; abitudine al fumo di  $>10$  sigarette al giorno; diabete scompensato (livello di emoglobina glicosilata  $>7$  mg/dL; pregressa radioterapia nella regione della testa e del collo; chemioterapia antitumorale in corso; malattie del fegato, sangue e reni; immuno-depressione; assunzione in corso di corticosteroidi; stato di gravidanza; malattie infiammatorie e autoimmuni del cavo orale; scarsa igiene orale e scarsa motivazione.
- 3) l'esecuzione di un trattamento in due fasi, con ritardo dell'inserimento degli impianti in una fase successiva alla fase ricostruttiva.
- 4) l'impiego di osso autologo/eterologo in rapporto 70:30 come materiale di innesto.

20 pazienti , 2 maschi e 10 femmine, con un'età media di 49.1 (range 31–66) anni con 15 difetti ossei alveolari tridimensionali, sono stati trattati con le tecnica di GBR con griglie in titanio e osso particolato (70/30 , osso autologo/ABB) e inserimento implantare 8~9 (media 8.6) mesi più tardi. 8 pazienti sono stati trattati per difetti del mascellare (3 parzialmente edentuli e 5 totalmente edentuli), e 4 per difetti parziali in mandibola. In totale sono stati trattati 15 siti: 11 al mascellare superiore e 4 nella mandibola , con 15 griglie in titanio. Le valutazioni TC sono state eseguite per ciascun sito in tutti i pazienti prima della ricostruzione chirurgica e dopo 8-9 mesi al momento dell'inserimento degli impianti. Le immagini TC sono state analizzate con un programma dedicato per la ricostruzione volumetrica tridimensionale.

La chirurgia ricostruttiva è stata eseguita in 6 pazienti in anestesia generale con intubazione naso-tracheale per prelevare l'innesto dalla cresta iliaca anteriore.<sup>31</sup>

Negli altri casi la ricostruzione è stata eseguita in anestesia locale con sedazione con prelievo dal ramo mandibolare. L'intervento è stato eseguito secondo i canoni standard per questa procedura. L'innesto a blocco è stato particolato con un tritratore da osso e mischiato con osso bovino de-proteinizzato (Bio-Oss, Geistlich Pharmaceutical, Wolhusen, Switzerland) in un rapporto, rispettivamente, di 70:30%. Nel pre-operatorio griglie in titanio di 0.2 mm di spessore (OsteoMed Ridge-Form Mesh, Addison, TX, USA) sono state modellate su un modello stereo-lito-grafico ottenuto dai dati TC relativi al sito da trattare con un sistema CAD/CAM (TOPP, Sandrigo (VI), Italy). E' stato pianificato un aumento verticale di 5–7 mm e orizzontale di 4–5 mm in base alla complessità tridimensionale dei difetti. Le griglie venivano poi leggermente modificate in maniera definitiva in fase intra-operatoria e poi adattate alla cresta residua e fissate con una o due mini viti di fissaggio sul versante linguale della cresta residua (OsteoMed, Addison, TX, USA), mantenendo una distanza di sicurezza di 2-3 mm tra il bordo della griglia dai denti limitrofi al sito da trattare, in caso di edentulia parziale. Successivamente l'innesto particolato veniva posto sotto la griglia, riempiendo completamente lo spazio di rigenerazione. Poi la griglia veniva posta a completa copertura dell'innesto e fissata in maniera definitiva con 2 o 3 mini-viti sul versante buccale della cresta. Incisioni di rilascio del periostio consentivano ai tessuti molli di correre a completa ricopertura della griglia senza particolari tensioni per una chiusura dei lembi per prima intenzione.

La terapia farmacologica e le indicazioni per il post-operatorio sono state identiche a quelle adottate nello studio precedente. La degenza nei pazienti sottoposti a prelievo dalla cresta iliaca è stata caratterizzata da dolore e difficoltà alla deambulazione per 4 settimane.

I pazienti sono stati sconsigliati a portare qualsiasi presidio protesico dentale per un periodo di un mese dopo l'intervento; successivamente, le protesi provvisorie sono state ribasate e utilizzate solo a scopo estetico. Tutti i pazienti sono stati controllati e monitorati con cadenza mensile fino all'inserimento implantare. Tutte le complicanze sono state attentamente registrate.

In particolare, l'esposizione della griglia è stata studiata in rapporto al tempo di accadimento e alla sua estensione; il secondo parametro è stato calcolato moltiplicando l'area di un singolo foro per il numero dei fori esposti nel cavo orale durante la guarigione fino alla fase implantare.

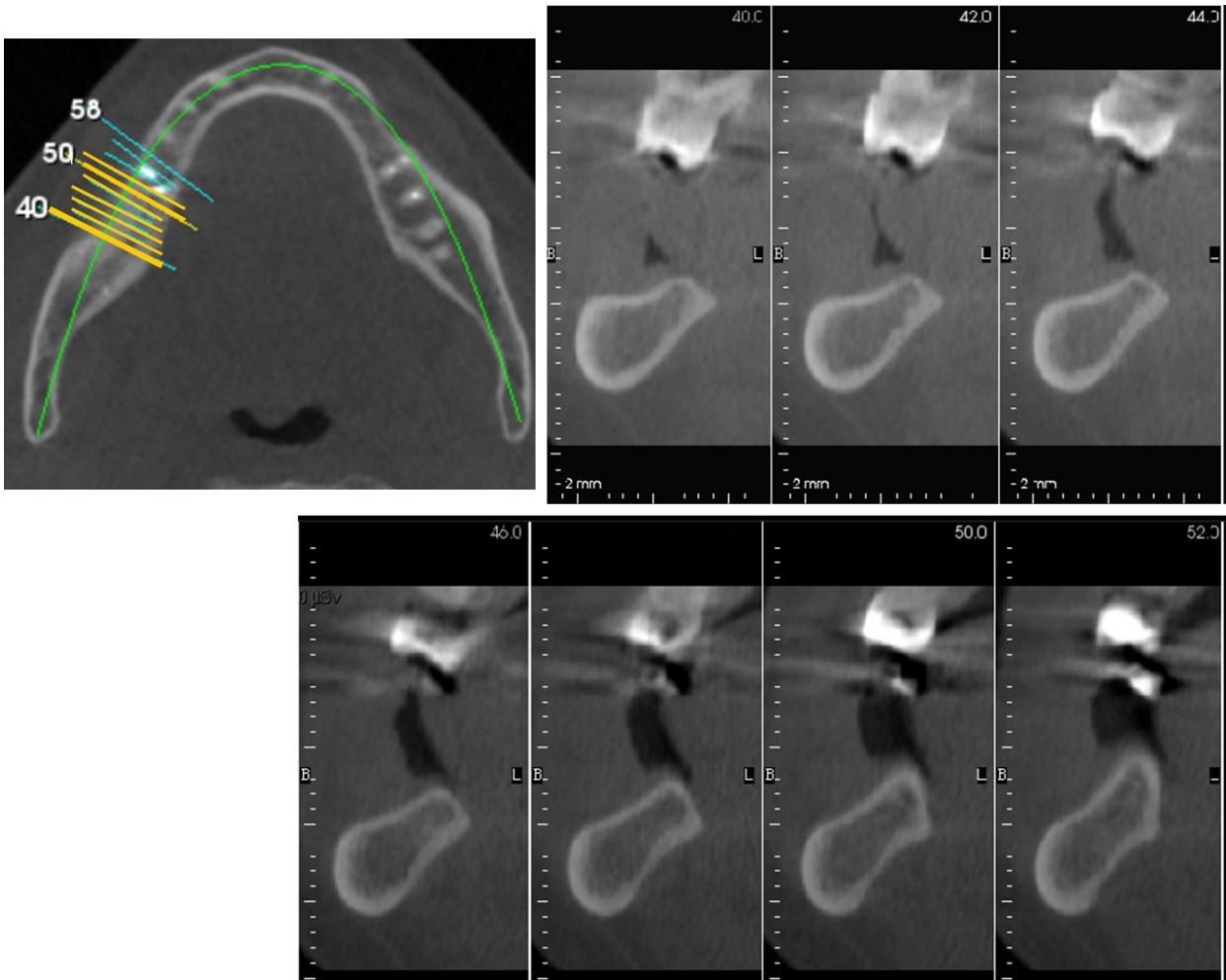
Tutti pazienti sono stati sottoposti a un nuovo esame TC dopo un periodo di guarigione medio di 8.6 (range 8–9) mesi per valutare l'ammontare della ricostruzione ossea ottenuta. Successivamente si è proceduto alla fase di rimozione della griglia e all'inserimento degli impianti.

Gli impianti sono stati connessi con la struttura protesica dopo 3 mesi al livello della mandibola e dopo 5 mesi al livello del mascellare.

Un caso di edentulia parziale mandibolare (caso n. 12) trattato con la procedura descritta è riportato nelle figure 1-10.

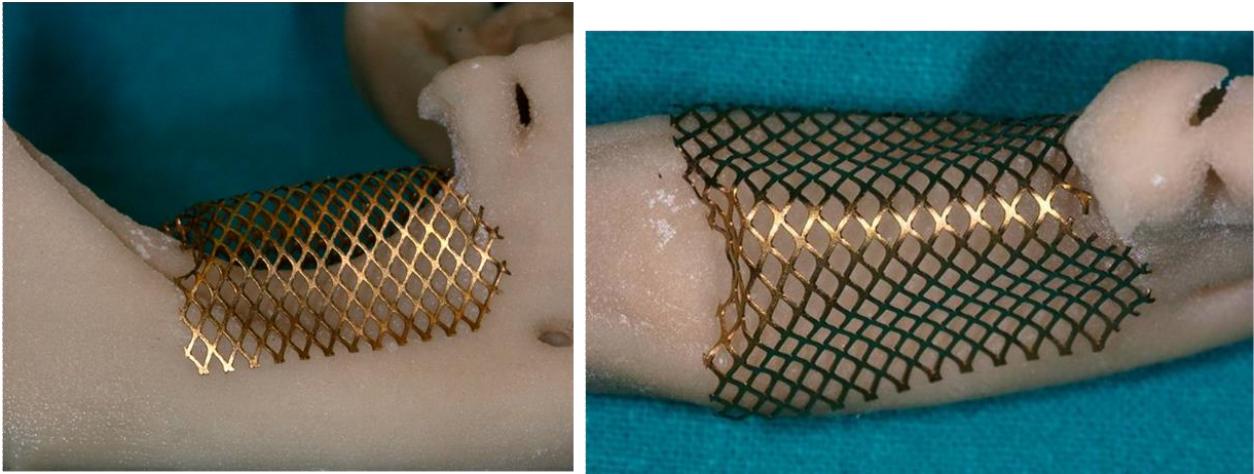


**Figura 1.** Mandibola posteriore parzialmente edentula. Clinica pre-operatoria

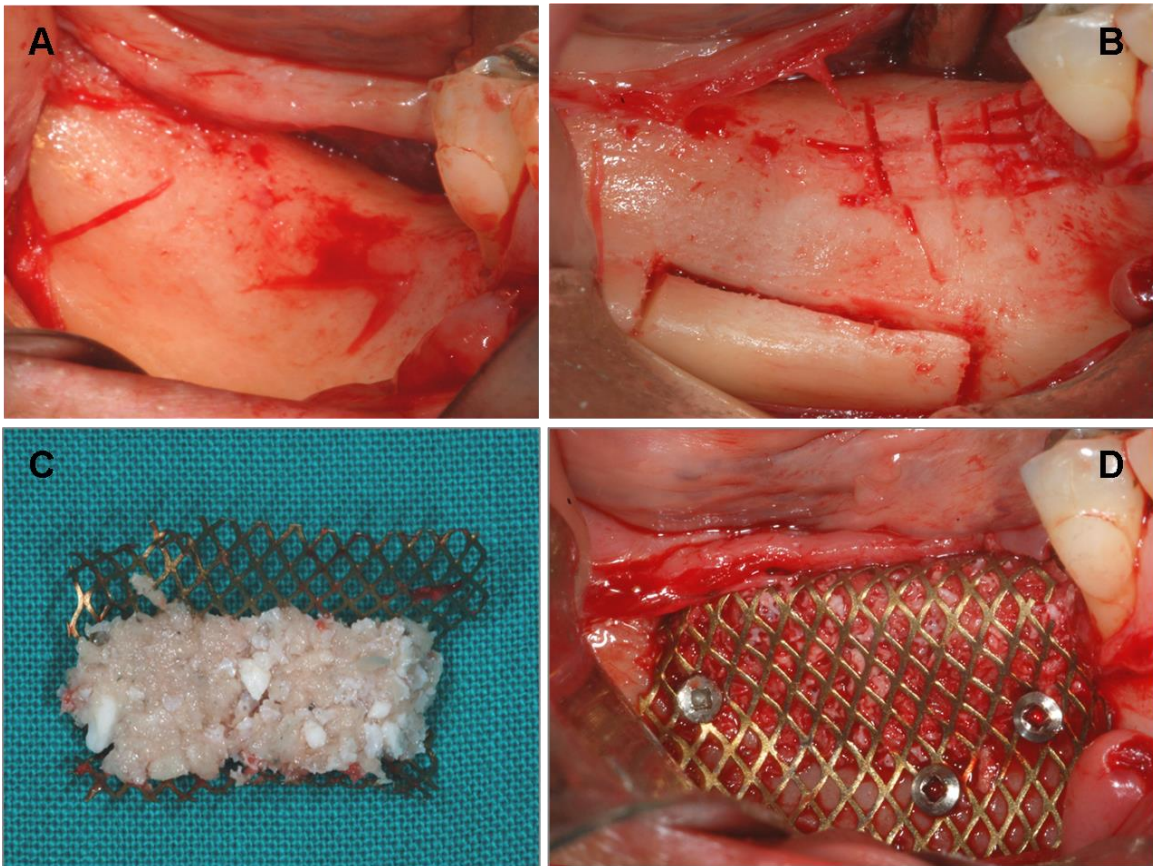


**Figura 2.** La TC pre-operatoria mostra la necessità di una ricostruzione pre-implantare orizzontale e verticale.





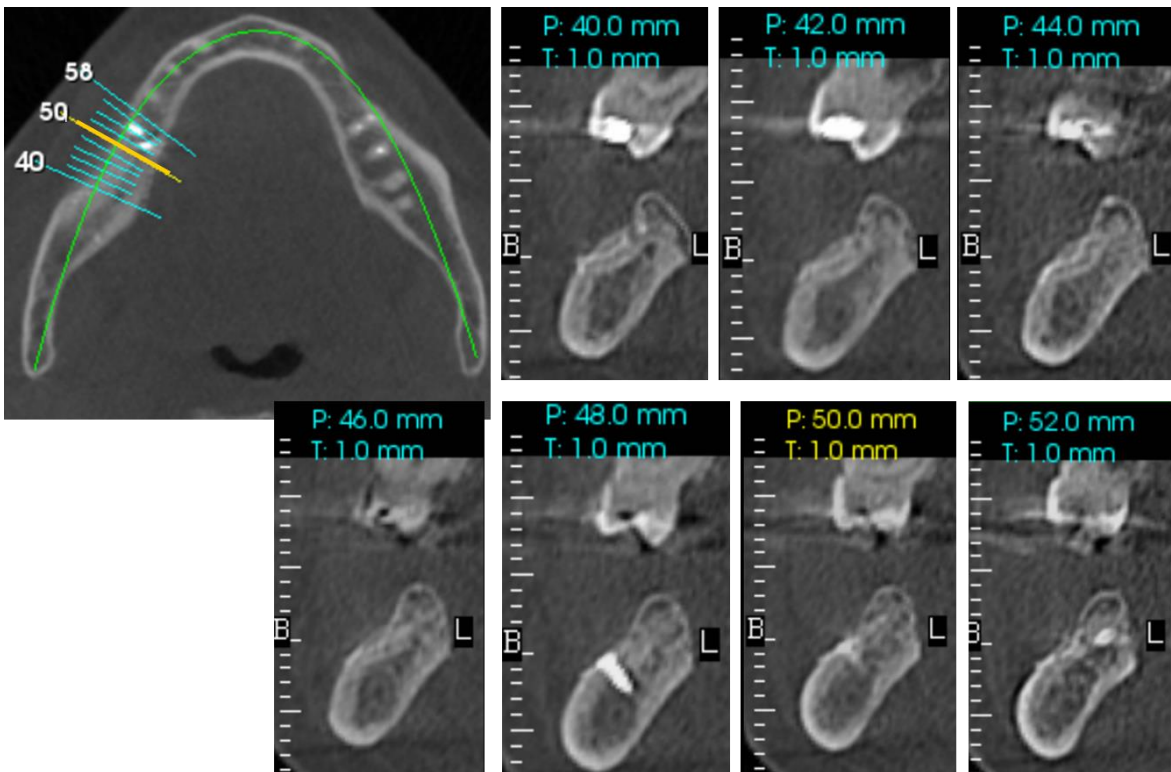
**Figura 3.** Modellazione pre-operatoria della griglia su modello stereo-lito-grafico.



**Figura 4.** Foto intra-operatorie. Scollamento del lembo (A); prelievo dell'innesto osseo (B); applicazione dell'innesto all'interno della griglia dopo riduzione in frammenti (C); posizionamento e fissazione della griglia (D).

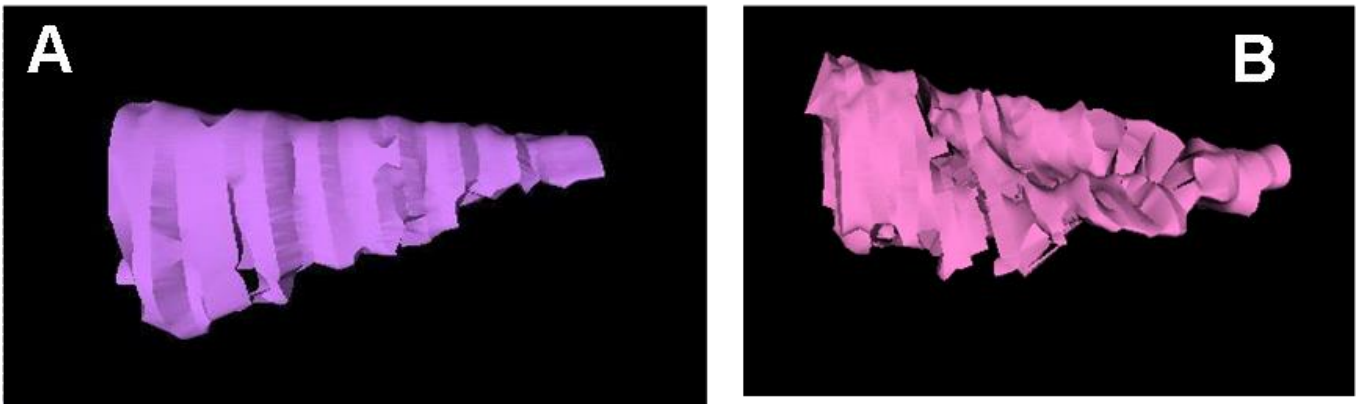


**Figura 5.** Esposizione della griglia 5 mesi dopo la chirurgia ricostruttiva, senza segni di infiammazione o di infezione.

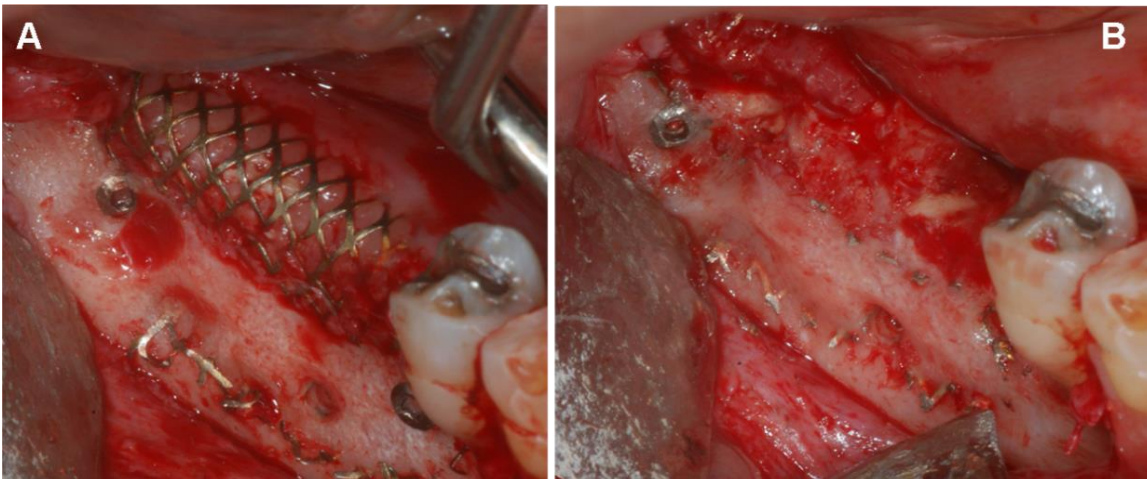


**Figure 6.** La TC 8 mesi dopo la chirurgia ricostruttiva mostra la ricostruzione tridimensionale ottenuta.

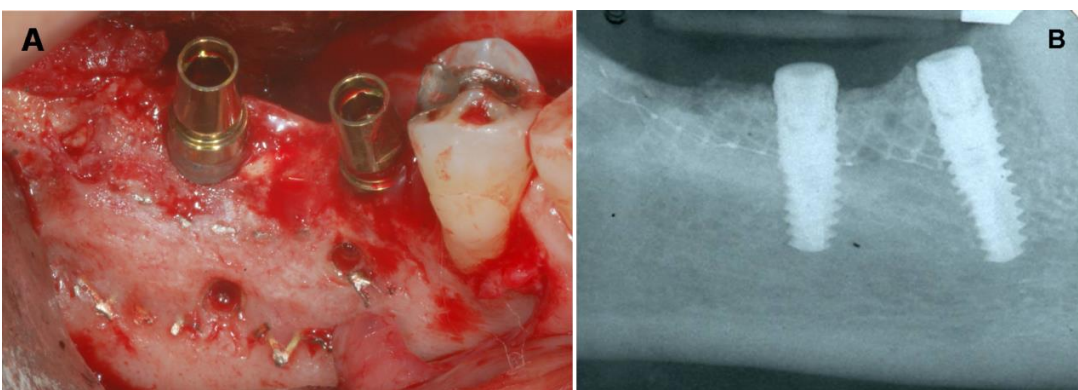




**Figure 7.** La ricostruzione volumetrica ottenuta dai dati TC: (A) il PBV (volume pianificato pre-operatoriamente); (B) il RBV (volume ricostruito).



**Figure 8.** Rientro chirurgico: (A) prima e (B) dopo la rimozione della griglia



**Figure 9.** Inserimento implantare contestuale alla rimozione della griglia. (A) aspetto clinico e (B) radiografico.



**Figure 10.** Connessione protesica. (A) Visione clinica vestibolare; (B) Visione clinica oclusale; (C) Rx-endorale.

### Valutazione radiografica

5 pazienti sono stati sottoposti a TC multislice, prima e dopo la chirurgia ricostruttiva, con la medesima macchina, uno scanner multi-detettore elicoidale (LightSpeed VCT; GE Medical Systems). I parametri per la scannerizzazione erano i seguenti: 120 kV, 130 mA, spessore della slice 0.65 mm, pitch: 1, e gantry tilt 0°. I dati del paziente sono stati ricostruiti con una slice di 0.3 mm di spessore e salvati in files formato DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine).

7 pazienti sono stati sottoposti ad esame TC Cone-beam (CBCT), prima e dopo la chirurgia ricostruttiva, con la stessa macchina, 3D Accuitomo® MST-1, Ex-2, RH 202 (Morita, Kyoto, Japan) . Questo Sistema di CBCT è stato tarato con i seguenti parametri: 75-kV di voltaggio, 5 mA, per una esposizione di 17-sievert. Immagini successive *cross-sectional* nelle tre direzioni, parallele e perpendicolari al piano oclusale, venivano ricostruite dai dati di proiezione con uno spessore di *slice* di 0.5 mm. Successivamente i dati TC venivano trasmessi ad un elaboratore (Mac Pro Quad

2.66 GHz; Apple, Cupertino, CA, USA) e analizzati con un software, OsiriX, a sistema aperto per immagini medicali. Per minimizzare gli errori nella misurazione, l'orientamento delle immagini è stato standardizzato su un piano parallelo al bordo inferiore della mandibola.

Le ricostruzioni volumetriche pre e post-ricostruzioni sono state realizzate con il software OsiriX® (Pixmeo, Geneva, Switzerland). Ogni valutazione veniva eseguita da due esaminatori, esperti in diagnosi radiologica e misurazioni. Gli esaminatori hanno valutato le immagini in maniera indipendente. In ogni *slice* della TC ottenuta dopo 8-9 mesi di guarigione, gli esaminatori hanno selezionato l'area delimitata dalle griglie nella parte alta e dal profilo osseo della cresta residua in basso, entrambe strutture chiaramente radio-opache; la selezione di questa area viene eseguita manualmente per tutte le slices in proiezione coronale rilevate ad intervallo di 1 mm completando la sequenza con la funzione per il rendering volumetrico "Multiple ROI". Le misurazioni venivano combinate per ottenere un modello tridimensionale con la funzione dedicata. Il volume ottenuto costituiva dunque il volume pianificato pre-operatoriamente da ottenersi (planned bone volume - PBV). Successivamente, con lo stesso metodo, i medesimi valutatori hanno selezionato l'area definita dal profilo dell'osso di nuova formazione nella porzione alta e dall'osso basale nella porzione inferiore, ponendo attenzione alle differenze di gradazione di grigi nella scala di intensità cromatica per la distinzione fra osso totalmente o parzialmente mineralizzato e l'eventuale zona radio-trasparente immediatamente sotto la immagine della griglia. Selezionate debitamente le aree, si attivava la funzione per il rendering tridimensionale. Nei 7 casi in cui si sono verificate delle discrepanze nelle misurazioni tra gli osservatori, si è preso in considerazione il valore medio tra le due valutazioni. Il volume così calcolato è stato definito "volume di osso ricostruito", *reconstructed bone volume* (RBV). Il volume differenziale fra quello pianificato (PBV) e quello realmente ottenuto (RBV) veniva definito "volume mancante" (LBV) *lacking bone volume*.

Quando il margine di osso residuo o di nuova rigenerazione era poco chiaro, si

confrontava l'immagine con la TC pre-operatoria; in tutti casi la discrepanza tra i due osservatori è stata minima ( $< 0.5 \text{ cm}^3$ ) e comunque, in tali casi, è stato considerato il valore di media.

### **Analisi statistica**

Un modello di regressione lineare è stato approntato, usando il LBV come variabile dipendente con controllo di tutte le altre variabili indipendenti; per esempio, il tempo e l'area di esposizione 8-9 mesi dopo la ricostruzione chirurgica, il PBV, durante il periodo di guarigione.

Il limite di significatività è stato settato a un valore di  $p < 0.05$ .

## **RISULTATI**

La degenza post-operatoria è stata caratterizzata da una normale sintomatologia infiammatoria post-chirurgica. Nessuna alterazione della sensibilità nei territori innervati dalle branche del trigemino è durata più di 15 giorni dall'intervento ricostruttivo. L'esposizione della griglia dopo deiscenza è stata osservata in 12 su 15 siti ricostruiti (80%); in 7 siti (46.6%) in 6 pazienti l'esposizione si è verificata precocemente (nelle prime 4-6 settimane post-intervento) con nessuna super-infezione dell'innesto sottostante: il trattamento di tali casi è consistito nel *debridement* locale associato al disinfezione con gel alla chlorhexidine (0.2%) applicato 4 volte al giorno, senza alcuna necessità di rimozione delle griglie. L'esposizione negli altri 5 siti (33.3%) in 5 pazienti è risultata ritardata (dopo le prime 4-6 settimane post-intervento) ed è stata risolta solo con applicazioni di clorexidina gel (0.2%). I restanti siti (20%) sono guariti senza problemi. Il tempo medio di esposizione delle griglie è stato di 2.17 (1-8) mesi. L'esposizione è stata

riscontrata in 4 dei 5 (80%) siti totalmente atrofici mascellari recanti una protesi totale provvisoria solo per scopi estetici dopo le prime 4 settimane di guarigione. 3 siti (60%) si sono esposti precocemente, e 1 (10%) in fase tardiva, mentre un altro sito (10%) è guarito senza problemi.

L'area media di esposizione è stata 0.73 (0.09–3.45) cm<sup>2</sup>. Alla riapertura, un strato di connettivo, simile a periostio e definito *pseudo-periostio*, avvolgeva in tutti i casi la griglia di titanio.

Il valore medio di LBV è stato 0.45 (0.08–1.44) cm<sup>3</sup>, pari al 30.2% (6–74%) del valore medio di PBV, che ammontava a 1.49 (0.62–3.47) cm<sup>3</sup>. Il valore medio di RBV è stato 1.04 (0.37–2.58) cm<sup>3</sup>.

Il valore di LBV risultava significativamente ( $p=0.001$ ) correlato in senso positivo con l'entità dell'area della griglia esposta, con un 16.3% di LBV per ogni cm<sup>2</sup> di griglia esposta. Il valore di LBV risultava correlato, anche se in maniera non significativa, alla precocità di esposizione ad al valore di PBV. Dati descrittivi sono presentati in dettaglio nelle tabelle 1 e 2.

<i><b>N .di pazienti</b></i>	<i><b>Sesso</b></i>	<i><b>Età</b></i>	<i><b>Numero di griglie per paziente</b></i>	<i><b>Tipo di edentulia</b></i>	<i><b>Sito chirurgico (zona dentale relativa espressa in numerazione FDI)</b></i>
1	F	41	1	Totale	13-23
2	F	53	1	Totale	13-23
3	M	54	1	Totale	13-23
4	M	35	1	Parziale	15-17
5	F	47	1	Parziale	11-24
6	F	37	2	Parziale	14-24
7	F	55	2	Totale	14-24
8	F	43	2	Totale	14-25
9	F	64	1	Parziale	44-47
10	F	31	1	Parziale	46-47
11	F	66	1	Parziale	35-37
12	F	64	1	Parziale	46-47

**TABELLA 1. DATI DESCRITTIVI DEI PAZIENTI .**

Numero di pazienti	Mese di esposizione	Area di esposizione (cm <sup>2</sup> )	Planned bone volume (volume osseo pianificato) (PBV) (cm <sup>3</sup> )	Reconstructed bone volume (volume osseo ricostruito) (RBV)		Lacking bone volume (volume osseo mancante) (LBV)	
				cm <sup>3</sup>	%*	cm <sup>3</sup>	%*
1	2	3.45	1,9558	0,5109	26	1,4449	74
2	1	1.20	3,4712	2,5864	75	0,8848	25
3	1	1.08	2,2826	0,8811	39	1,4015	61
4	1	0.18	0,7620	0,5796	76	0,1824	24
5	NESSUNO	NESSUNO	0,4579	0,3755	82	0,0824	18
6	1	0.63	1,3668	0,8554	63	0,5114	37
	1	1.80	0,8580	0,4449	52	0,4131	48
7	NESSUNO	NESSUNO	0,8277	0,7026	85	0,1251	15
	NESSUNO	NESSUNO	1,0463	0,7440	71	0,3023	29
8	8	0,09	1,9483	1,8354	94	0,1129	6
	2	0,39	2,0748	1,7391	84	0,3357	16
9	1	0,50	3,0655	2,5165	82	0,5490	18
10	2	0,66	0,7666	0,6950	91	0,0716	9
11	1	0,62	0,9070	0,5216	58	0,3854	42
12	5	0,75	0,6277	0,5420	86	0,3854	14

TABELLA 2. DATI DEL PAZIENTE DOPO LA RICOSTRUZIONE CHIRURGICA

Il valore di LBV è stato significativamente ( $p=0.001$ ) positivamente correlato con l'AREA DI ESPOSIZIONE DELLA GRIGLIA, con un 16.3% di LBV per ogni cm<sup>2</sup> di griglia esposta. Il valore di LBV è risultato tanto maggiore quanto più precoce era l'esposizione, ma non in maniera significativa.

\*la percentuale è calcolata sul valore di volume osseo pre-operatorio.

## DISCUSSIONE

Il più importante fattore che può condizionare la quantità e qualità della rigenerazione sembra essere l'esposizione della griglia in termini di estensione e di tempistica di comparsa, anche se tale complicità sembra non compromettere il risultato finale implantare. In effetti, il risultato finale in termini di volume di rigenerazione, è stato migliore negli studi su animali con approccio extra-orale che negli studi clinici su umani con approccio intra-orale dato che confermerebbe l'importanza di una adeguata copertura del sito da parte di tessuti molli adeguatamente rappresentati. Si è già sottolineato come nei siti atrofici ci sia una scarsa presenza di tessuto cheratinizzato e come gli attacchi muscolari siano notevolmente superficializzati. Una correlazione positiva è stata rilevata tra le dimensioni e la complessità della morfologia del sito atrofico, e l'entità del volume da ottenere. Difetti sia in verticale che in spessore ottenevano un maggiore livello di perdita ossea associata ad esposizione piuttosto che difetti più semplici di tipo orizzontale o a forma di tasca con quattro pareti. Her *et al.* hanno rilevato un minore aumento di osso in corrispondenza di aree di esposizione. Proussaefs e Lozada hanno supposto che una esposizione precoce (entro 2 settimane) si possa associare ad una formazione di osso ridotta. Rocuzzo *et al.* hanno registrato un minore riassorbimento dell'innesto in casi senza esposizione.

La corretta gestione dei tessuti molli, particolarmente del periostio, potrebbe migliorare la tecnica, anche se le fenestrazioni di tale tessuto, necessarie a fare scorrere i tessuti molli rilasciandoli sulla griglia risultano inevitabili. Recentemente è stata dimostrata sui conigli la possibilità di una osteogenesi dopo sollevamento e distrazione periosteale, grazie all'applicazione di forze di tensione con griglie in auto attivazione.

Il problema della esposizione, in relazione alla estensione e al tempo di manifestazione non è stato in letteratura ancora indagato in maniera adeguata. Il livello di deiscenza (80%) in questo nostro studio è sicuramente più alto rispetto a



quello riportato in altri lavori. Questo dato può essere spiegato con la notevole estensione dei difetti da trattare con la necessità di una ricostruzione tridimensionale. In effetti anche altri studi sull'impiego di membrane non-riassorbibili, ma questo era soggetto a sovra-infezione, essendo un tessuto molto diverso da quello associato alle griglie in titanio. Her *et al.* hanno evidenziato come le griglie con fori più larghi ( $\geq 2$  mm) esitavano in una maggiore invasione del sito di rigenerazione da parte di strutture molli, rispetto alle griglie con fori  $< 2$  mm, mentre uno studio su cani ha riscontrato una minore ingerenza dei tessuti molli nelle griglie con macropori, 1.2 mm di diametro, rispetto a quelle con micropori, 0.6 mm di diametro. Altri autori hanno trovato un tessuto fibroso simile al periostio per la cui formazione hanno ipotizzato un periodo minimo di 2–6 settimane. Secondo alcuni studi tale strato tissutale garantirebbe protezione e vascolarizzazione all'innesto favorendo gli scambi metabolici con il periostio sovrastante. Tale tipo di tessuto è stato riscontrato adesivo alla griglia in titanio in tutti i casi del nostro studio, con considerevole difficoltà nella sua rimozione senza intaccare la superficie del tessuto osseo neoformato. In alcuni casi lo *pseudo-periostio* ha fornito una base per la colonizzazione da parte di cellule dell'epitelio mucoso circostante, ottenendo in tali casi addirittura un aumento della superficie di tessuto molle cheratinizzato. Questo processo di migrazione è risultato particolarmente utile nel gestire i casi di estesa esposizione (casi n. 1,3,6) e proprio in tali casi si è preferito dilazionare l'inserimento degli impianti rispetto al re-intervento per rimozione della griglia. La presenza di tale tessuto fibroso soltanto in parte ha potuto evitare difficoltà di attecchimento e riassorbimento dell'innesto nei casi di esposizione precoce, con un valore medio di 16.3% di LBV per ogni cm<sup>2</sup> di esposizione.

La tecnica della griglia in titanio con osso particolato è probabilmente condizionata da diverse variabili poco conosciute. Un confronto dei nostri dati con la letteratura per una meta-analisi risulta difficile per la disomogeneità delle casistiche: il tipo di difetti considerati sono molto diversi fra di loro (solo orizzontali, solo verticali, tridimensionali), l'approccio chirurgico è stato intra o extra-orale, le caratteristiche

delle griglie sono piuttosto diverse, specialmente per lo spessore e il numero e grandezza dei fori, inserimento implantare immediato alla rimozione della griglia o differito, diverso tipo di innesto (autologo, eterologo, o miscela di entrambi). A volte, nel medesimo studio, il protocollo di trattamento variava per tutti i pazienti.

Il metodo di valutazione dell'entità di neo-formazione ottenuta in letteratura non è stato univoco. La maggior parte dei lavori ha impiegato misurazioni lineari rilevate dal sondaggio intra-operatorio attraverso le maglie della griglia o lineari su immagini TC.

Una valutazione tridimensionale risulta più appropriata per la tecnica delle griglie, specialmente nel trattamento di deficit tridimensionali, ottenendo dati maggiormente realistici per gli aumenti o le riduzioni volumetriche del tessuto neoformato con la possibilità di correlarli con diverse variabili. Solo Proussaefs e Lozada hanno calcolato il guadagno di tessuto osseo in termini volumetrici rilevando un'impronta del sito trattato in tempi diversi per riprodurre la situazione clinica prima e dopo la ricostruzione. Tali autori hanno rilevato che il volume osseo guadagnato in media era pari a 0.86 (0.34–3.05) e 0.71 (0.28–2.82) cm<sup>3</sup> rispettivamente a 1 e 6 mesi dopo la chirurgia, valutando un 15.11% di riduzione ossea tra le due osservazioni. Tuttavia, la precisione della tecnica di valutazione adottata da tali autori è piuttosto dubbia, considerando la variazione degli spessori e della morfologia dei tessuti mucosi. La valutazione basata su ricostruzioni volumetriche computerizzate adottata nel nostro studio ci ha consentito di valutare meglio l'affidabilità della tecnica della GBR con griglia in titanio in termini di guadagno osseo ottenuto, con una media di volume osseo ricostruito di 1.04 (0.37–2.58) cm<sup>3</sup> dopo 8–9 mesi, corrispondente ad una media di 29.07% di volume osseo in meno di quanto pianificato pre-operatoriamente. L'ampio intervallo di (6–74%) di risultati, positivamente correlato con il volume osseo pianificato e con il problema della esposizione, conferma l'importanza in tale metodica della gestione dei tessuti molli. Il *software* OsiriX ha consentito di ottenere valutazioni molto precise in molti campi della medicina, specialmente in chirurgia orale e maxillo-facciale. Tale software è in grado di misurare ogni slice della TC ad

intervalli regolari, ottenendo poi una struttura volumetrica tridimensionale; è semplice da utilizzare per i clinici e per i ricercatori, con una eccellente riproducibilità e affidabilità.

Questo nostro lavoro ha stabilito con una certa chiarezza l'ingerenza nella efficacia della GBR con griglia in titanio di tre parametri che in precedenti lavori erano stati ipotizzati come rilevanti. Tali fattori (area di esposizione, tempistica di esposizione e entità del volume pianificato pre-operatoriamente) sono strettamente associati tra di loro.

Un limite di questo studio è dato dal numero ridotto di casi e dall'impiego di osso autologo di origine diversa, iliaca o mandibolare, da un punto di vista embriologico e strutturale. Comunque, la coorte dei pazienti era omogenea per quanto attiene le caratteristiche di partenza dei difetti e il protocollo del trattamento adottato.

Questa indagine sulla efficacia della GBR con griglie in titanio ha quantificato una media di 1.04 cm<sup>3</sup> di volume osseo ricostruito, corrispondente a una media di 69.8% (26–91%) del volume osseo pianificato nella fase pre-operatoria. L'entità della ricostruzione volumetrica è stata notevolmente inficiata, in maniera statisticamente significativa, dall'area di esposizione delle griglie e risultava correlata con la precocità del suo verificarsi l'entità del volume pianificato nel pre-operatorio.

## ***Bibliografia***

1. Artzi Z, Dayan D, Alpern Y, Nemcovsky CE. Vertical ridge augmentation using xenogenic material supported by a configured titanium mesh: Clinicohistopathologic and histochemical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:440.
2. Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. Resolution of bone defects of varying dimension and configuration in the marginal portion of the peri-implant bone. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2004; 31: 309-407.
3. Boyne PJ, Cole MD, Stringer D, Shafqat JP. A technique for osseous restoration of deficient edentulous maxillary ridges. *J Oral Maxillofac Surg* 1985; 43:87-91.
4. Cawood JJ, Howell RA. A classification of the edentulous jaws *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988; 17(4):232–36.
5. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009; 24 (Suppl):237-259.
6. Ciocca L, Fantini M, De Crescenzo F, Corinaldesi G, Scotti R. Direct metal laser sintering (DMLS) of a customized titanium mesh for prosthetically guided bone regeneration of atrophic maxillary arches. *Med Biol Eng Comput* 2011; 49:1347-1352.
7. Converse JM, Campbell RM. Bone grafts in surgery of the face. *Surg Clin North Am* 1954; April:375-401.
8. Corinaldesi G, Pieri F, Marchetti C, Fini M, Aldini NN, Giardino R. Histologic and histomorphometric evaluation of alveolar ridge augmentation using bone grafts and titanium micromesh in humans. *J Periodontol* 2007; 78(8):1477-84.
9. Corinaldesi G, Pieri F, Sapigni L, Marchetti C . Evaluation of survival and success rates of dental implants placed at the time of or after alveolar ridge augmentation with an autogenous mandibular bone graft and titanium mesh: a 3- to 8-year retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009; 24:1119-

- 1128.
10. Franke Stenport V, Ortorp A, Thor A. Onlay and inlay bone grafts with platelet-rich plasma: histologic evaluations from human biopsies. *J Oral Maxillofac Surg* 2011; 69:1079-85.
  11. Gutta R, Baker RA, Bartolucci AA, Louis PJ. Barrier membranes used for ridge augmentations: Is there an optimal pore size? *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:1218-225.
  12. Her S, Kang T, Fien MJ. Titanium mesh as an alternative to a membrane for ridge augmentation. *J Oral Maxillofac Surg* 2012; 70:803-810.
  13. Kessler P, Bumiller L, Schlegel A, Birkholz T, Neukam FW, Wiltfang J. Dynamic periosteal elevation. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2007;45:284-7.
  14. Khamees J, Darwiche MA, Kochail N. Alveolar ridge augmentation using chin bone graft, bovine bone mineral, and titanium mesh: Clinical, histological, and histomorphometric study. *J Indian Soc Periodontol* 2012; 16(2):235-40.
  15. Kim G, Jung HJ, Lee HJ, *et al.* Accuracy and reliability of length measurements on three-dimensional computed tomography using open-source OsiriX software. *J Digit Imaging* 2012; 25:486-49.
  16. Levin BP. Horizontal alveolar ridge augmentation :the importance of space-maintenance. *Compend Contin Educ Dent* 2011; 32(8):12-21.
  17. Lizio G, Freni Sterrantino A, Ragazzini S, Marchetti C. Volume reduction of cystic lesions after surgical decompression: a computerised three-dimensional computed tomographic evaluation. *Clin Oral Investig* 2013; 17(7): 1701-8.
  18. Luis PJ, Gutta R, Said-Al-Naief N, Bartolucci AA. Reconstruction of the maxilla and mandible with particulate bone graft and titanium mesh for implant placement. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66:235-45.
  19. Maiorana C, Santoro F, Rabagliati M, Salina S. Evaluation of the use of iliac cancellous bone and anorganic bovine bone in the reconstruction of the atrophic maxilla with titanium mesh: a clinical and histologic investigation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001; 16(3):427-32.

20. Mangano F, Macchi A, Shibli JA, Luongo G, Iezzi G, Piattelli A, Caprioglio A, Mangano C Maxillary ridge augmentation with custom-made CAD/CAM scaffolds. A 1-year prospective study on 10 patients. *J Oral Implantol* 2013 [Epub ahead of print].
21. Matsumoto T, Anzaki M, Amiki M, *et al.* Comparison of three software programs for three-dimensional graphic imaging as contrasted with operative findings. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012; 41(5):1098-103.
22. Melissano G, Bertoglio L, Rinaldi E, *et al.* Volume changes in aortic true and false lumen after the “PETTICOAT” procedure for type B aortic dissection. *J Vasc Surg* 2012; 55(3):641-51.
23. Meyer U, Neunzehn J, Wiesmann HP. Computer-aided approach for customized cell-based defect reconstruction. *Methods Mol Biol* 2012; 868:27-43.
24. Misch CM. Comparison of intraoral donor site for onlay grafting prior to implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997; 12:232-36.
25. Miyamoto I, Funaki K, Yamauchi K, Kodama T, Takahashi T. Alveolar ridge reconstruction with titanium mesh and autogenous particulate bone graft: computed tomography-based evaluations of augmented bone quality and quantity. *Clin Impl Dent Relat Res* 2012; 14(2):304-311.
26. Oda T, Kinoshita K, Ueda M. Effects of cortical bone perforation on periosteal distraction: An experimental study in the rabbit mandible. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67:478-85.
27. Pieri F, Corinaldesi G, Fini M, Aldini NN, Giardino R, Marchetti C. Alveolar ridge augmentation with titanium mesh and a combination of autogenous bone and anorganic bovine bone: a 2-year prospective study. *J Periodontol* 2008; 79(11):2039-103.
28. Proussaefs P, Lozada J. Use of titanium mesh for staged localized alveolar ridge augmentation: clinical and histologic-histomorphometric evaluation. *J Oral Implantol* 2006; 32(5):237-47.

29. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res.* 2006; 17(suppl 2): 35-53.
30. Retzepi M, Donos N. Guided bone regeneration: biological principle and therapeutic applications. *Clin Oral Impl Res* 2009; 21:567-76.
31. Ricci L, Perrotti V, Ravera L, Scarano A, Piattelli A, Iezzi G. . Rehabilitation of deficient alveolar ridges using titanium grids prior and simultaneously to implant placement: a systematic review. *J Periodontol* 2012 [epub ahead of print].
32. Rocuzzo M, Ramieri G, Bunino M, Berrone S. Autogenous bone graft alone or associated with titanium mesh for vertical alveolar ridge augmentation: a controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2006;18:286-294.
33. Rocuzzo M, Ramieri G, Spada MC, Bianchi SD, Berrone S. Vertical alveolar ridge augmentation by means of a titanium mesh and autogenous bone grafts. *Clin Oral Implants Res.* 2004;15:73-81.
34. Sicurezza E, Palazzo G, Leonardi R. Three-dimensional computerized tomographic orbital volume and aperture width evaluation: A study in patients treated with rapid maxillary expansion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011; 111(4):503-7.
35. Sierra-Martinez E, Cienfuegos-Monroy R, Fernández-Sobrino G. OsiriX, a useful tool for processing tomographic images in patients with facial fracture. *Cir* 2009; 77(2):95-9.
36. Strong EB, Fuller SC, Wiley DF, Zumbansen J, Wilson MD, Metzger MC. Preformed vs. intraoperative bending of titanium mesh for orbital reconstruction. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 2013 XX(X):1-7.
37. Torres J, Tamini F, Alkhraisat MH, Manchòn A, Linares R, Prados-Frutos JC, Hernández G, Lopez Cabarcos E. Platelet-rich plasma may prevent titanium-mesh exposure in alveolar ridge augmentation with anorganic bovine bone. *J Clin Periodontol* 2010;37:943-51.
38. von Arx T, Hardt N, Wallkamm B. The TIME technique: A new method for

- localized alveolar ridge augmentation prior to placement of dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996; 11:387-93.
39. Wang X, Gittens RA, Song R, Tannenbaum R, Olivares-Navarrete R, Schwartz Z, Chen H, Boyan BD. Effects of structural properties of electrospun TiO<sub>2</sub> nanofiber meshes on their osteogenic potential. *Acta Biomaterialia* 2012;8:878-85.
40. Yamauchi K, Takahashi T, Tanaka K, Nogami S, Kaneuji T, Kanetaka H, Miyazaki T, Lethaus B, Kessler P. Self-activated mesh device using shape memory alloy for periosteal expansion osteogenesis. *J Biomed Mater Res Part B* 2013; 00B:000-000.
41. Yamauchi T, Yamazaki M, Okawa A, *et al.* Efficacy and reliability of highly functional open source DICOM software (OsiriX) in spine surgery. *J Clin Neurosci* 2010;17(6):756-9.
42. Zakaria O, Kon K, Kasugai S. Evaluation of a biodegradable novel periosteal distractor. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2012; 100:882-889.



## ***Conclusioni finali***

I due studi descritti in questa tesi documentano l'efficacia della tecnica delle griglie di titanio con osso particolato nel trattamento dei difetti tridimensionali estesi, pur mettendone in risalto i limiti e le complicanze. Il primo lavoro, in particolare, ha evidenziato i buoni risultati implantari e protesici a distanza di tempo.

Il secondo ha sottolineato l'importanza della complicità esposizione, soprattutto in termini di superficie della stessa, nel condizionare negativamente l'entità del volume osseo rigenerato.

Innovazioni tecnologiche, che possano ridurre le complicanze legate al management dei tessuti molli, possono migliorare la tecnica e vanno investigate in futuro. In tal senso le tecniche della prototipizzazione e l'impiego del concentrato piastrinico, consentendo la realizzazione di griglie *customizzate* al sito da trattare e favorendo la guarigione dei tessuti molli riducendo, potranno rendere tale tecnica sicuramente più predicibile nel futuro.