

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

**DOTTORATO DI RICERCA IN
Scienze Chirurgiche**

Ciclo XVI

Settore Concorsuale di afferenza: 06 Scienze mediche

Settore Scientifico disciplinare: F1 Malattie Odontostomatologiche

TITOLO TESI

Riabilitazione del mascellare posteriore atrofico mediante impianti corti (6-8 mm) o rialzo di seno con contestuale inserimento di impianti di lunghezza standard: studio retrospettivo con follow-up a 3 anni

Presentata da: Dott. Francesco Pieri

Coordinatore Dottorato

Relatore

Prof. Andrea Stella

Prof. Claudio Marchetti

Esame finale anno 2014

Indice

INTRODUZIONE

1. Anatomia del seno mascellare.....	3
2. Il riassorbimento osseo dei mascellari.....	12
3. Tecniche di rialzo di seno mascellare.....	21
4. Alternative chirurgiche al rialzo di seno mascellare: utilizzo degli impianti corti.....	36
5. Bibliografia della parte introduttiva.....	50

STUDIO CLINICO RETROSPETTIVO

6. Obiettivi dello studio.....	60
7. Materiali e metodi.....	61
8. Risultati.....	76
9. Discussione.....	89
10. Conclusioni.....	94
11. Bibliografia dello studio clinico retrospettivo.....	95

INTRODUZIONE

1. Anatomia del seno mascellare

Embriologia

Il seno mascellare inizia a svilupparsi tra il secondo e terzo mese di vita intrauterina, originando come un'evaginazione della mucosa della parete laterale del naso, a livello del turbinato medio, ed espandendosi all'interno dell'osso mascellare. Alla nascita, il suo volume è circa $0.1 - 0.2 \text{ cm}^3$.¹ Successivamente va incontro ad un processo di pneumatizzazione, suddiviso in tre fasi, corrispondenti all'eruzione degli elementi dentari decidui e permanenti. La prima fase è compresa tra la nascita e i due anni e mezzo (eruzione degli elementi decidui), la seconda tra i sette anni e i dieci (dentizione mista precoce), la terza tra i dodici e i quattordici anni (completamento della permuta). Durante queste fasi, il seno si accresce in direzione caudale secondo un vettore di crescita che fa sì che il pavimento del seno sia localizzato, alla nascita, in posizione più craniale rispetto alle fosse nasali, allo stesso livello a dodici anni e più caudale ad eruzione completata. In particolare questo aspetto è più accentuato in caso di perdita degli elementi dentari. Solitamente, a sviluppo completato, il pavimento del seno si trova 1 cm al di sotto delle fosse nasali e il volume sinusale medio è di 15 ml. Si estende, in direzione antero-posteriore, dalla regione molare fino al primo premolare, con una

lunghezza di 38-45 mm. Presenta un'altezza media di 36-45 mm e una larghezza di 25-35 mm.

Il seno mascellare è una cavità aerea, la più ampia tra tutti i seni paranasali, a forma di piramide quadrangolare, delimitata da: una parete mediale rivolta verso la cavità nasale, una parete posteriore rivolta verso la tuberosità mascellare, una parete mesio-vestibolare, caratterizzata dalla presenza di una depressione (impronta della fossa canina), una parete superiore, che costituisce il pavimento dell'orbita ed, infine, da una parete inferiore che corrisponde al processo alveolare.^{1,2} La parete mesio-vestibolare è normalmente costituita da una sottile lamina di corticale, contenente un fascio vascolo-nervoso. Alcune varianti sono rappresentate da un inspessimento della corticale, di circa 2 mm, riscontrabile in pazienti brachitipi, oppure da una sua assenza, con conseguente contatto diretto tra mucosa sinusale e mucosa vestibolare. La parete inferiore, che costituisce il pavimento del seno, con il progredire dell'età, subisce un fenomeno di riassorbimento che porta alla formazione di deiscenze attorno alle radici, portando gli apici a sporgere all'interno della cavità, ricoperti solamente dalla membrana di Schneider o da una sottile lamella di corticale.

Il seno è in comunicazione, per mezzo di un ostio localizzato sulla parete mediale, con la fossa nasale omolaterale a livello del meato medio.³ La posizione dell'ostio rimane stabile per tutta la vita, non seguendo lo spostamento caudale del pavimento che avviene durante la pneumatizzazione. In alcuni casi particolari è possibile riscontrare la

presenza di un ostio accessorio, sempre situato sulla parete mediale;³ questa evenienza è da considerare durante le procedure di aumento in quanto la mucosa non deve essere scollata fino a questo livello.

Il seno svolge un importante ruolo nell'umidificare e riscaldare l'aria inspirata; inoltre, tra le altre funzioni, si ricorda il contributo fornito nell'alleggerire le ossa facciali, proteggere la base cranica dai traumi, isolare termicamente i centri nervosi superiori ed influenzare la fonazione agendo da cassa di risonanza.^{4,5}

Membrana di Schneider

La membrana di Schneider, costituita da un epitelio ciliare colonnato pseudostratificato, riveste tutte le pareti interne del seno. Tale epitelio, che contiene al suo interno ghiandole siero-mucose, si continua con quello respiratorio nasale.²

In condizioni fisiologiche la membrana ha uno spessore variabile tra 0.13 e 0.5 mm.² Tuttavia è possibile riscontrare ispessimenti patologici della membrana, riconducibili a processi flogistici che esitano in sinusite. Spessori maggiori di 3-4 mm dovrebbero comunque indirizzare verso la richiesta di una consulenza otorinolaringoiatrica. L'ispessimento, diagnosticabile radiograficamente tramite una tomografia computerizzata (TC), corrisponde clinicamente ad una consistenza aumentata e ad un aspetto gelatinoso.

La funzione di questo epitelio è quella di trasportare il muco prodotto verso l'ostio sinusale e riversarlo quindi nelle fosse nasali. Questo fenomeno è reso possibile grazie alla presenza delle ciglia, in quantità di 100-150 per ogni cellula, che vibrano con una frequenza di circa 1000 battiti al minuto. La membrana inoltre, funge da barriera immunologica, seppure in misura minore rispetto alla mucosa nasale.

Vascolarizzazione

Il seno mascellare è situato in una regione ampiamente vascolarizzata e il suo apporto ematico è garantito da tre arterie: infraorbitaria, palatina maggiore, alveolare postero-superiore.^{2,6-8} Quest'ultima spesso contrae un'anastomosi con l'arteria infraorbitaria che decorre all'interno della parete ossea laterale del seno, ad una distanza di circa 19 mm dalla base del seno. Questa anastomosi irrorla la membrana ed i tessuti periostali.⁹ E' importante indagarne la presenza, evidenziabile tramite una TC, al fine di evitare un'emorragia intraoperatoria durante l'antrostomia per una procedura di rialzo di seno mascellare.

Il reflusso venoso è garantito dalla vena facciale, dalla vena sfenopalatina e dal plesso pterigoideo. Questo sistema venoso può anche essere responsabile della diffusione, ai distretti anatomici contigui, di un'infezione originata nel seno mascellare.¹⁰

Con l'avanzare dell'età e con la perdita degli elementi dentari si assiste ad una riduzione della vascolarizzazione intraossea, per quanto riguarda

numero ed calibro dei vasi. L'atrofia dei processi alveolari, fenomeno frequente nella popolazione, correlato ad età e presenza di edentulia, trova una correlazione positiva con questo fenomeno di riduzione dell'apporto ematico nella regione posteriore del mascellare.⁹

Innervazione

L'innervazione del seno mascellare è fornita direttamente dal nervo mascellare, seconda branca del nervo trigemino. In particolare, i rami alveolari superiori posteriori e medi, innervano la regione posteriore del pavimento e gli elementi molari e premolari.

Il ramo alveolare superiore anteriore (derivato dal nervo infraorbitario a livello dell'uscita dal forame infraorbitario), scorre al di sotto della membrana di Schneider ed innerva la parete anteriore. La parete mediale è innervata da rami derivanti dal nervo infraorbitario che si distaccano prima dell'uscita dal forame infraorbitario.¹⁰

Setti ossei

All'interno del seno è frequente riscontrare la presenza di setti ossei (circa nel 30% dei casi), denominati setti di Underwood. Questi setti originano prevalentemente dal pavimento e sono caratterizzati da un'altezza variabile, in media di 8 mm, ma sono riscontrabili anche setti alti 17 mm. Talvolta possono estendersi dalla base fino alla parete superiore,

dividendo la cavità in due seni accessori. Solitamente sono reperibili nella regione premolare, e sono composti da osso corticale, con spessori maggiori a livello della base sul pavimento, per poi assottigliarsi, e hanno andamento vestibolo-palatale, dividendo così la parte posteriore del seno in diversi compartimenti, chiamati recessi posteriori.¹¹⁻¹³

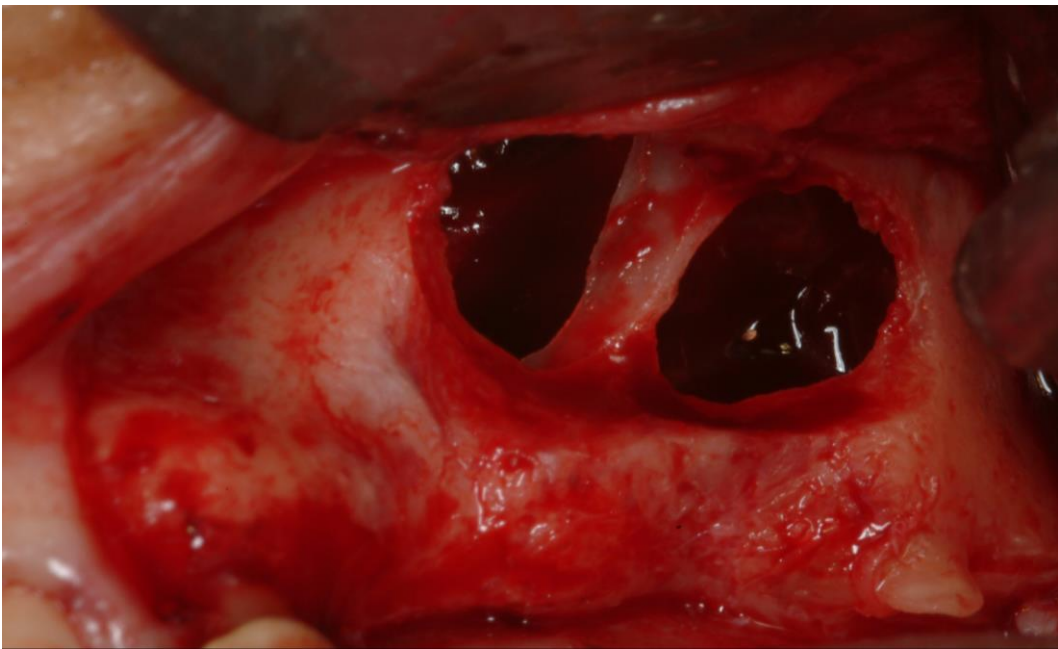


Fig. 1 Immagine clinica intra-operatoria di un setto

La loro formazione è probabilmente correlata alle diverse fasi della pneumatizzazione, dovute alla perdita degli elementi dentari in momenti differenti. Infatti, generalmente, i molari vengono persi prima dei premolari e questo porta ad uno slivellamento del pavimento del seno tra la regione anteriore e posteriore, a causa del riassorbimento dei processi alveolari conseguente alla perdita di tali elementi dentari. Si ipotizza quindi che il

setto si formi tra due zone che hanno subito riassorbimenti in momenti diversi. In questo contesto i setti avrebbero una funzione biomeccanica, cioè di trasferire i carichi masticatori in modo ottimale.¹ Anche nel caso dei setti è importante una diagnosi radiografica preoperatoria al fine di programmare la corretta posizione e dimensione dell'antrostromia e per facilitare lo scollamento della.^{1,14}

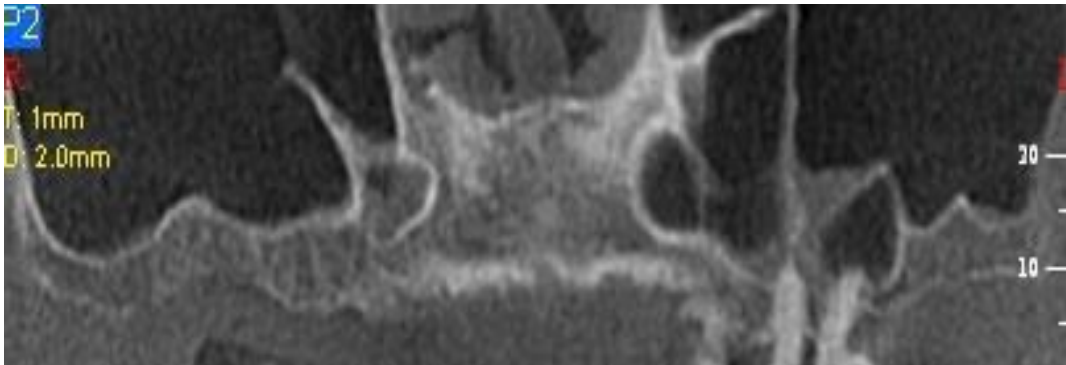


Fig. 2 Immagine panoramica di una tomografia computerizzata, che evidenzia la presenza di setti multipli in entrambi i seni

Modificazioni progressive

Il volume del seno mascellare tende ad aumentare di dimensioni con l'avanzare dell'età e con la perdita degli elementi dentari. Questo fenomeno avviene per un progressivo riassorbimento delle pareti, sia in direzione antero-posteriore, che medio-laterale, che supero-inferiore. L'entità e la forma di tale pneumatizzazione sono estremamente variabili sia tra gli individui che tra i seni controlaterali di uno stesso soggetto.

Nei pazienti edentuli, se questa condizione è protratta per un periodo prolungato, la cresta alveolare può assottigliarsi fino a raggiungere valori anche inferiori ad 1 mm. Questo processo di riassorbimento osseo a carico della cresta alveolare, accade anche per l'assenza o riduzione dei carichi masticatori attraverso i denti residui.¹⁵ I carichi masticatori applicati ai processi alveolari hanno un ruolo importante nel mantenere l'integrità delle strutture ossee. I denti trasferiscono stimoli biomeccanici all'osso alveolare, fondamentali per mantenerne l'integrità. Il momento di maggiore perdita ossea è proprio quello immediatamente successivo all'avulsione degli elementi dentari, dovuto all'innescarsi di un fenomeno di rimodellamento. In seguito la perdita ossea, sul piano verticale, si stabilizza ad un livello di circa 0,1 mm/anno. Sono comunque sempre possibili variazioni individuali, anche di notevole entità. Il riassorbimento può essere accelerato da alcuni fattori sistemici quali: squilibri ormonali, alterazioni metaboliche, processi flogistici, l'età e il sesso.

Il pavimento del seno quindi tende ad abbassarsi in direzione cranio-caudale, mentre la cresta alveolare si contrae in direzione opposta. La severità del riassorbimento, e quindi dell'atrofia, è correlata alla durata dell'edentulismo. Gli individui edentuli da lunga data difficilmente presenteranno una quantità di osso sufficiente all'inserimento di impianti, particolarmente in regione molare. Il fattore limitante per l'inserimento degli impianti non è tanto la larghezza quanto l'altezza della cresta ossea residua, compresa tra la cresta alveolare e il pavimento del seno mascellare. Questo deficit verticale deriva quindi dal contemporaneo

riassorbimento della cresta alveolare e dalla pneumatizzazione del pavimento del seno, fattore che sembra essere determinante nel provocare la condizione di atrofia.

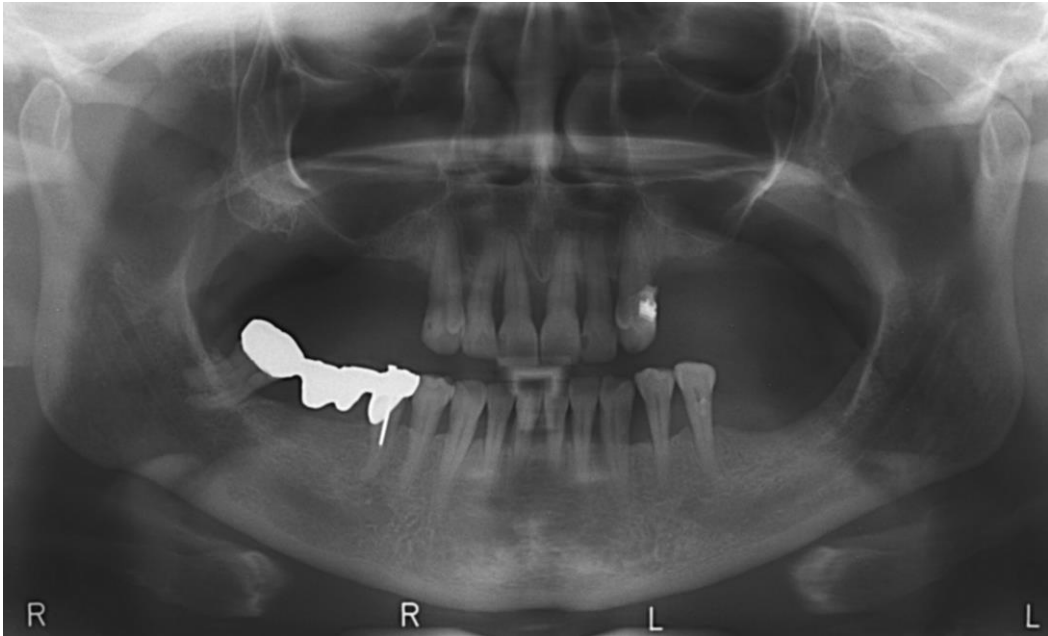


Fig. 3 Ortopantomografia di un paziente edentulo da circa 3 anni con marcata atrofia bilaterale a livello dei seni mascellari

A causa di questo deficit verticale si rende quindi spesso necessario un intervento di elevazione del pavimento del seno, associato a tecniche di rigenerazione ossea, al fine di procedere ad una riabilitazione implantare.

A riguardo della pneumatizzazione del seno, in seguito all'estrazione di elementi dentari, è interessante uno studio radiografico di Sharan & Madjar del 2008. Lo scopo è stato di misurare, su ortopantomografia (OPT), l'entità della pneumatizzazione conseguente alle estrazioni. Gli Autori hanno descritto questo fenomeno come un'atrofia da "mancato

utilizzo”, a causa della perdita delle forze funzionali, trasferite dai denti all’osso. Sono stati individuati due gruppi di studio: nel primo sono state misurate differenze nella posizione verticale del pavimento del seno in siti dentati e nei siti controlaterali che avevano subito la perdita di almeno un dente posteriore. Nel secondo gruppo è stata eseguita la stessa misurazione su coppie di OPT appartenenti allo stesso paziente, prima dell’estrazione e dopo (da 6 a 67 mesi). In entrambi i gruppi sono state trovate espansioni statisticamente significative. La maggiore entità della pneumatizzazione è stata osservata durante il periodo di guarigione dell’alveolo (4-6 mesi dall’estrazione). Dopo la formazione di osso maturo nell’alveolo, questo fenomeno si è notevolmente ridotto di entità. Quindi, gli autori concludono individuando le situazioni in cui si è osservata una maggiore probabilità di pneumatizzazione del seno in seguito ad estrazione: in caso di radici associate ad un pavimento del seno curvato superiormente, di radici che protrudono all’interno del seno, di estrazione di secondi molari e di estrazione di molti elementi posteriori. In questi casi gli autori raccomandano di procedere immediatamente al posizionamento di impianti o ad un innesto di osso, allo scopo di conservare il volume osseo il più possibile.¹⁶

2. Il riassorbimento osseo dei mascellari

Il processo alveolare si forma armonicamente con lo sviluppo e l'eruzione dei denti e regredisce gradualmente quando questo è perduto. La presenza del processo alveolare è legata alla presenza dei denti, quindi, si riassorbe quando le sollecitazioni meccaniche trasmesse dalle radici vengono meno.

I tessuti parodontali (cemento, legamento e osso alveolare) costituiscono un'unità funzionale, perciò le forze applicate, durante la masticazione, alla corona vengono trasmesse attraverso i tessuti di attacco all'osso alveolare, dove si disperdono.

In seguito alla perdita dei denti, l'osso subisce delle modificazioni adattative che portano ad una marcata riduzione delle dimensioni della cresta alveolare sia orizzontalmente che verticalmente.¹⁷⁻²⁰ Il riassorbimento si manifesta prima sul piano trasversale provocando la classica forma a "lama di coltello" della cresta alveolare; successivamente coinvolge anche l'altezza dell'osso alveolare e, nei casi più estremi, anche l'osso basale. Inoltre, la cresta alveolare si riassorbe in maniera significativa anche dopo l'estrazione di un singolo dente sia per quanto riguarda i tessuti duri che i tessuti molli. La maggiore entità di riassorbimento è stata osservata a livello della parete vestibolare. La conseguenza è una riduzione dimensionale complessiva del sito o dei siti edentuli.²¹ Si può osservare che la riduzione del processo alveolare può avvenire anche in seguito a processi patologici correlati al dente, come forme di malattia parodontale o lesioni periapicali. Inoltre, da non sottovalutare, anche il ruolo delle lesioni traumatiche.

Al riassorbimento fisiologico appena descritto si deve spesso aggiungere il trauma meccanico provocato dall'utilizzo di protesi mobili; queste trasmettono all'osso un carico funzionale con direzione verticale centripeta, causando un ulteriore riassorbimento delle creste edentule.²²⁻

24

Inoltre, per una corretta riabilitazione implantare, non sono necessari solamente adeguati volumi ossei, ma anche normali rapporti scheletrici maxillo-mandibolari nei tre piani dello spazio. Nei pazienti totalmente edentuli, in seguito alla perdita degli elementi dentali posteriori, si verifica una riduzione della dimensione verticale anteriore ed una rotazione antioraria della mandibola che genera una condizione di terza classe. Sul piano sagittale quindi è opportuno che vengano mantenuti rapporti di prima classe scheletrica. Sul piano verticale, la distanza tra cresta alveolare e piano oclusale deve essere maggiore o uguale a 5 mm (quindi con una distanza verticale intermascellare di circa 1 cm). La corretta posizione del mascellare superiore sul piano verticale è determinata da un corretto sostegno dei tessuti molli periorali e da una lunghezza delle corone protesiche esteticamente accettabile. Sul piano trasversale, le basi ossee, devono avere rapporti tali da permettere una riabilitazione protesica con rapporti cuspide-fossa corretti.^{25,26} Questi requisiti sono difficilmente riscontrabili nei pazienti edentuli, specialmente se tale condizione è protratta nel tempo. Per questo risulta spesso necessario avvalersi di tecniche chirurgiche ricostruttive al fine di eseguire una riabilitazione protesicamente corretta.

Per poter attuare un piano di trattamento implanto-protetico corretto è, quindi, indispensabile classificare il grado di riassorbimento osseo al fine di effettuare uno studio pre-operatorio di ogni caso ed un conseguente piano di trattamento. La classificazione quantitativa maggiormente riconosciuta dal mondo scientifico è quella proposta nel 1988 da Cawood e Howell. Questa classificazione distingue sei classi di atrofia ossea che seguono progressivamente la perdita degli elementi dentari e che, secondo gli autori, sono costanti e ripetibili tra gli individui:

- I classe: la cresta alveolare presenta elementi dentari,
- II classe: la cresta alveolare presenta alveoli post-estrattivi,
- III classe: la cresta alveolare è arrotondata, con osso alveolare residuo di altezza e spessore sufficienti;
- IV classe: la cresta alveolare è a lama di coltello, con altezza sufficiente e spessore insufficiente,
- V classe: la cresta è appiattita con altezza e spessore insufficienti,
- VI classe: solo mandibolare, la cresta presenta la scomparsa del processo alveolare con perdita di osso basale e con riassorbimento imprevedibile.

Alcuni autori hanno recentemente proposto una VII classe caratterizzata dal riassorbimento dell'osso basale.

Cawood e Howell hanno, inoltre, differenziato il riassorbimento osseo in funzione della sede anatomica:

- nella mandibola, in zona intra-foraminale, il riassorbimento frequentemente è quasi del tutto vestibolare, con andamento orizzontale;
- nella mandibola posteriore il riassorbimento è prevalentemente verticale;
- nel mascellare superiore il riassorbimento è inizialmente e prevalentemente orizzontale sul versante vestibolare di tutta l'arcata.

La classificazione quantitativa è determinante nella scelta del piano di trattamento.²² Altrettanto importante è la classificazione della qualità dell'osso per conoscere la densità, in quanto è un fattore influente sulla scelta del tipo di impianto, sull'approccio chirurgico, sui tempi e modalità di carico protesico. La densità ossea, infatti, influenza la stabilità primaria implantare, ed è determinante nella distribuzione dei carichi dopo la protesizzazione. La classificazione più diffusa è stata proposta da Lekholm e Zarb nel 1985. Gli Autori hanno diviso la qualità dell'osso in quattro classi in base al rapporto tra osso corticale e spongioso.

- I classe o D1: osso compatto formato quasi esclusivamente da osso corticale,

- II classe o D2: osso con spessa corticale compatta e densa trabecolatura interna,
- III classe o D3: osso con corticale meno spessa e spongiosa meno densa,
- IV classe o D4: osso con sottile corticale e trabecolatura rarefatta.

Le quattro classi sono riscontrabili in diverse aree anatomiche:

- D1 è presente in mandibola anteriore a livello della sinfisi mentoniera ed è assente nel mascellare superiore. Questo osso è poco favorevole sia al posizionamento implantare che alla fissazione di un innesto, a causa della scarsa vascolarizzazione,
- D2 è presente nella zona intra-foraminale e spesso anche in mandibola posteriore. In mascella è presente solo in casi di edentulie ridotte. Rappresenta l'osso ideale per il posizionamento implantare in quanto la corticale garantisce una buona stabilità primaria e la spongiosa è adeguatamente vascolarizzata,
- D3 è presente nei mascellari superiori con edentulie estese e protratte nel tempo. E' un osso riscontrabile anche in mandibola posteriore in limitate percentuali di casi. La sua qualità è simile all'osso D2 ma la componente spongiosa è meno vascolarizzata,
- D4 è presente quasi esclusivamente nel mascellare posteriore, raramente a livello anteriore. Rappresenta l'osso peggiore per le finalità implantari in quanto la sottile corticale non garantisce una

sufficiente stabilità primaria e la spongiosa è scarsamente vascolarizzata.

La densità ossea può essere determinata a livello radiografico con TC, tuttavia la diagnosi definitiva è solo intraoperatoria, affidata all'esperienza e alla sensibilità dell'operatore. Non è raro, infatti, trovare discrepanze tra i dati forniti da una TC e quelli riscontrati clinicamente.²⁷

Oltre alle classificazioni appena riportate, che in letteratura sono le più utilizzate, ne sono state proposte anche altre riguardanti il mascellare superiore.

Misch, nel 1987, ha proposto una classificazione introducendo il concetto di "osso disponibile", che si basa sull'altezza di osso residuo a livello dei seni mascellari, suggerendo anche il rispettivo approccio terapeutico.²⁸

SA1	>12mm	Non è richiesto trattamento
SA2	Tra 8 e 12 mm	Mini rialzo di seno
SA3	Tra 5 e 8 mm	Grande rialzo a un tempo
SA4	< 5 mm	Grande rialzo a due tempi

La suddivisione proposta da Chiapasco nel 2001 tiene conto di tre fattori:

- altezza della cresta residua,
- spessore della cresta residua,
- distanza tra margine crestale e arcata dentaria (distanza inter-arcata).

L' autore introduce il concetto della distanza inter-arcata in quanto una cresta residua di altezza insufficiente può dipendere sia da una pneumatizzazione del seno mascellare (con mantenimento di una normale distanza inter-arcata) sia da un riassorbimento della cresta alveolare in direzione verticale (distanza inter-arcata aumentata). Il trattamento sarà però completamente diverso, rivolto cioè a ripristinare una corretta anatomia e non semplicemente a ricreare un supporto sufficiente all'inserimento degli impianti.²⁹ Chiapasco ha proposto una classificazione che tiene conto, quindi, sia dell'altezza e spessore delle creste residue che della distanza interarcata, dando indicazioni sull'approccio chirurgico da seguire:

- Classe A: altezza della cresta residua fra 4 e 8 mm, spessore fino a 5mm con normale distanza interarcata. 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 4mm, 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 interarcata. 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. La GBR è la tecnica più difficile e meno prevedibile, mentre il rialzo di seno con approccio laterale può non essere indicato.
- Classe F: stesse caratteristiche della classe B con aumentata distanza interarcata. 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. La 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 e l'utilizzo di osso autologo, 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.
- Classe I: cresta alveolare completamente riassorbita con aumentata distanza interarcata e rapporti scheletrici antero-posteriori di III classe dovuti a grave ipomaxillia. Protocolli chirurgici consigliati: osteotomia del mascellare secondo le Fort 1 di avanzamento e abbassamento, con innesti ossei autologhi di interposizione, per ristabilire volume osseo, distanza interarcata e rapporto intermascellare sagittale.

3. Tecniche di rialzo del seno mascellare

Gli interventi di rialzo del seno mascellare sono riconducibili a due metodiche: la prima denominata "piccolo rialzo del seno mascellare" per

via crestale, con posizionamento di impianti contestuale o differito, con o senza materiale da innesto;³⁰ la seconda denominata “grande rialzo del seno mascellare” per via laterale,³¹ allo scopo di sollevare la membrana sinusale e riempire lo spazio con materiale autologo, eterologo o entrambi. Questa tecnica è associata ad un contestuale o differito inserimento implantare, in funzione dell’altezza ossea residua tra la cresta alveolare ed il pavimento del seno mascellare. Entrambe le tecniche sono finalizzate ad ottenere la neoformazione di un adeguato volume osseo che permetta l’inserimento di impianti di adeguata lunghezza.

Tali metodiche di base possono comprendere molte variazioni, tra cui tecniche chirurgiche diverse, sede del prelievo dell’osso autologo (intra o extra-orale), tipo di innesto (autologo, eterologo, omologo), utilizzo di membrane riassorbibili o non riassorbibili, posizionamento implantare immediato o differito.³²

Tuttavia, in alcuni casi, il solo rialzo di seno può non essere sufficiente a compensare l’atrofia, a causa della presenza di difetti trasversali e/o di un’aumentata distanza inter-arcata, in associazione alla pneumatizzazione del seno mascellare. Si rende, quindi, necessaria l’associazione di ulteriori tecniche ricostruttive orizzontali.³³

Indicazioni al rialzo del seno mascellare:³⁴

- Edentulie del mascellare superiore con atrofia caratterizzata da un osso residuo insufficiente al posizionamento implantare

- Edentulie del mascellare superiore caratterizzate dall'assenza dell'elemento pilastro terminale mono o bilaterale
- Edentulie totali
- Presenza di una ridotta distanza inter-arcata che impedisca l'effettuazione di altri interventi chirurgici quali l'innesto ad onlay orizzontale o l'impiego di tecniche di rigenerazione ossea guidata
- Intolleranza alla protesi mobile da parte del paziente per evocazione del riflesso emetico o per fattori psichici
- Estrema sottigliezza dell'osso alveolare mascellare per l'elevata pneumatizzazione del seno.

Controindicazioni assolute:

- Controindicazioni assolute di carattere generali per interventi di chirurgia orale (ASA 4)
- Displasie e neoplasie del seno
- Uso di sostanze stupefacenti
- Parodontite cronica non trattata
- Classe V di Cawood e Howell

Controindicazioni relative:

- Ipertrofia della mucosa del seno
- Fumo ed alcool

- Controindicazioni relative di carattere generali comuni alla chirurgia orale

Il rialzo di seno mascellare presenta alcuni vantaggi quali: il ripristino di un volume osseo necessario al posizionamento di impianti che mantengano il trofismo osseo e ne impediscano un ulteriore riassorbimento; la possibilità di poter eseguire una riabilitazione implanto-protetica che conservi i denti sani adiacenti alla sede implantare; il trasferimento delle forze occlusali per via endo-ossea e non per compressione della mucosa come in caso di protesi mobile.

Tra gli svantaggi si ricordano: la complessità del piano di trattamento; la necessità di più interventi chirurgici; tempi di guarigione e riabilitazione protetica lunghi; costi elevati.

Piccolo rialzo del seno mascellare

Il piccolo rialzo del seno mascellare è un approccio chirurgico, per via crestale, relativamente poco invasivo. È stato proposto da Tatum nel 1986³⁰ e modificato da Summers nel 1994,³⁵ introducendo l'utilizzo dei materiali da innesto. Successivamente sono state proposte, da vari Autori, molte varianti rispetto alla tecnica originale, riguardanti: il tipo di incisione, gli osteotomi modificati e l'associazione di tecniche espansive e rigenerative.^{36,37}

La tecnica di base consiste nel sollevare il pavimento del seno mascellare per alcuni millimetri, utilizzando degli osteotomi in sostituzione delle tradizionali frese rotanti. La tecnica prevede, nella quasi totalità dei casi, il contestuale inserimento degli impianti. Il piccolo rialzo trova indicazione prevalentemente nelle edentulie parziali dei settori posteriori, in presenza di almeno 5 mm di altezza residua e 6 mm di spessore. Tale procedura viene attuata in una zona anatomica che presenta prevalentemente osso di tipo III o IV, sfavorevole al posizionamento implantare, compensata dall'azione compattatrice degli osteotomi, che va a corticalizzare il sito implantare.

Il piccolo rialzo può essere eseguito secondo una tecnica monofasica, caratterizzata da tre varianti:

- Piccolo rialzo semplice con sollevamento della mucosa e contestuale inserimento implantare (OSFE, osteotome sinus floor elevation)
- Piccolo rialzo con sollevamento della mucosa, inserimento di materiale di riempimento e contestuale inserimento implantare (BAOSFE, bone-added osteotome sinus floor elevation)
- Piccolo rialzo con sollevamento della mucosa, con o senza materiale di riempimento, espansione della cresta e contestuale inserimento implantare.

La tecnica può seguire anche una procedura bifasica:

- Piccolo rialzo di seno con inserimento di materiale da riempimento e posizionamento implantare dopo 6-10 mesi (BAOSFE + FSD future site development)

Tutte le varianti del piccolo rialzo di seno si basano sull'utilizzo degli osteotomi, di forma tronco-conica, corrispondente alla forma degli impianti, e di diametro crescente. Vengono utilizzati per via crestale o trans-alveolare per provocare una frattura del pavimento del seno mascellare, con sollevamento di quest'ultimo e della mucosa. Contemporaneamente, come precedentemente accennato, compattano lateralmente l'osso spongioso, allargando così il sito implantare senza sottrazione ossea.

Vantaggi:

- Tecnica relativamente cruenta;
- Determina minori cambiamenti della morfologia e fisiologia del seno;
- Minori danni vascolari alla parete laterale del seno nella preparazione del lembo di accesso;
- Miglioramento dell'osteointegrazione precoce degli impianti per la compattazione dell'osso spongioso del tunnel implantare;
- Quasi nulla formazione di tessuto fibroso nel sito rialzato;
- Bassa percentuale di complicanze;
- Tempi chirurgici ridotti.

Svantaggi:

- Difficoltà di una visione diretta dell'integrità della mucosa del seno, senza un endoscopio endosinusale;
- Tecnica indicata solo in presenza di un volume osseo non inferiore a 5 mm di altezza e 5-6 mm di spessore;
- Disagio dei pazienti per le percussioni degli osteotomi con il martelletto, soprattutto per fratturare il pavimento del seno mascellare;
- Minore altezza del rialzo ottenibile rispetto all'approccio laterale;
- Innesto di biomateriali più complesso;
- Necessità di un consistente inserimento di materiale attorno agli impianti per dare rigidità e supporto biomeccanico per il successo a lungo termine;
- Ancora scarso follow-up a lungo termine.

Tale procedura chirurgica presenta una percentuale relativamente piccola di complicanze, rispetto alla tecnica del grande rialzo del seno mascellare. La complicanza di più frequente riscontro è rappresentata dalla lacerazione della membrana sinusale, solitamente dovuta a: presenza di una membrana molto sottile; osteotomi inseriti troppo apicalmente; inserimento di una quantità eccessiva di materiali da innesto; vicinanza di setti ossei; utilizzo scorretto delle frese; sollevamento della membrana oltre i limiti di deformazione della stessa; presenza di un pavimento del seno piatto che permette un minore sollevamento della membrana. Un'altra complicanza è rappresentata

dall'impossibilità di sollevare il pavimento del seno con gli osteotomi, in presenza di un pavimento caratterizzato da una corticale spessa (osso di tipo I o II) o di setti ossei. Infine, più raramente, è possibile riscontrare modesto sanguinamento nasale, comparsa di polipi endosinusalì, dislocazione di impianti nella cavità sinusale, labirintite, conseguente al trauma trasmesso dagli osteotomi sulle strutture dell'orecchio interno.

Grande rialzo del seno mascellare

La tecnica del grande rialzo del seno mascellare, introdotta per la prima volta da Boyne e James nel 1980,³¹ permettere di ottenere incrementi ossei decisamente superiori rispetto al piccolo rialzo e per questo è applicabile a tutte le classi di atrofia del mascellare superiore, eventualmente in associazione ad altre tecniche rigenerative. Anche il grande rialzo può prevedere un contestuale o differito posizionamento implantare, in relazione all'altezza ossea residua, con elevata predicibilità di risultati in entrambe le situazioni.³⁸⁻⁴¹

L'intervento può essere eseguito in anestesia locale, somministrata per mezzo di infiltrazioni plessiche, vestibolari e palatali. Si procede successivamente con un'incisione crestale o paracrestale palatale, in funzione della quantità di gengiva aderente, e con due incisioni verticali di scarico, condotte ad almeno 1 cm, sia mesialmente che distalmente, rispetto alla posizione dell'antrostromia. Il lembo, così disegnato, viene scollato a spessore totale al fine di effettuare l'antrostromia a livello della

parete laterale del seno. Le dimensioni della finestra ossea sono in funzione del grado di pneumatizzazione e del numero degli impianti programmati. La finestra viene disegnata secondo una forma ellissoidale, evitando angoli a 90° che aumenterebbero il rischio di perforazione della membrana; sono però possibili variazioni correlate alla presenza di setti di Underwood. L'antrostomia viene eseguita utilizzando strumenti rotanti o la chirurgia piezoelettrica, che riduce il rischio di perforazione della membrana durante questa fase. Si inizia delineando la linea osteotomica inferiore, a 2-3 mm dal pavimento del seno, per facilitare la successiva manovra di scollamento della membrana, e si completa delineando le altre linee osteotomiche. L'estensione anteriore deve essere il più vicino possibile alla parete anteriore del seno, per facilitare lo scollamento della membrana nel recesso anteriore. Posteriormente l'antrostomia è condotta tra il primo e secondo molare; superiormente è importante considerare la posizione dell'ostio e garantire un'altezza dell'innesto di circa 15 mm.



Fig. 4. Scollamento del lembo e esecuzione dell'antrostomia mediante strumenti piezoelettrici.

La finestra così delimitata viene ribaltata all'interno della cavità sinusale, fungendo da tetto subantrale e da futuro pavimento del seno mascellare. Alcuni autori tuttavia preferiscono eroderla in toto, utilizzando come tetto delle lamine corticali di osso autologo o eterologo, opportunamente sagomate. terminate le osteotomie, si procede con lo scollamento della membrana sinusale, attuato mediante l'utilizzo di scollatori a bordo arrotondato. E' estremamente importante estendere lo scollamento fino alla parete mesiale per evitare una successiva ri-pneumatizzazione e per far guarire con maggiore facilità il materiale da innesto, a contatto con una parete ossea. Il potenziale neo-angiogenetico deriva, infatti, dalle pareti ossee. Durante questa fase è importante controllare l'integrità della membrana attuando la manovra di Valsalva.

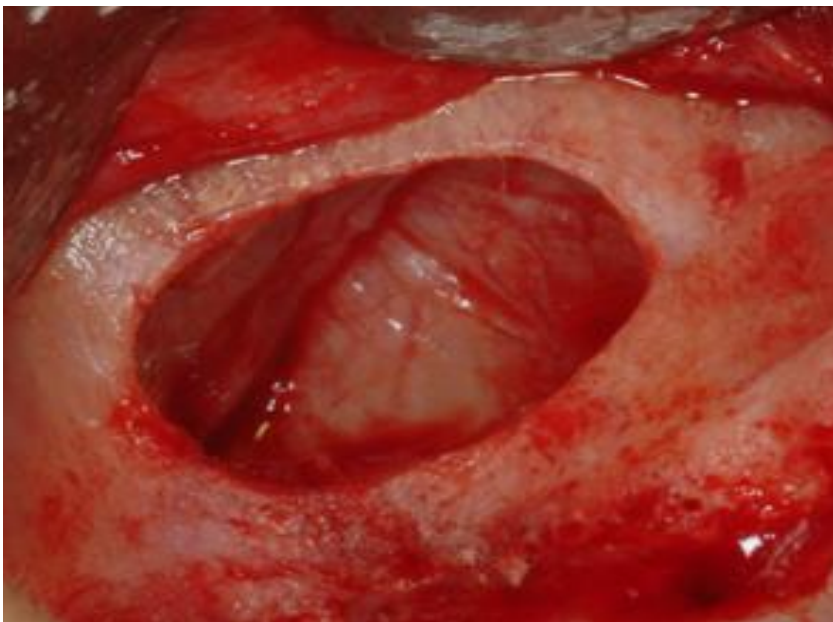


Fig. 5. Immagine clinica dello spazio creatosi all'interno del seno alla fine dello scollamento.

Terminato lo scollamento è possibile procedere al contestuale inserimento implantare, in presenza di un'altezza ossea residua di almeno 4-5 mm, in grado di garantire una stabilità primaria. Secondo alcuni autori, in presenza di una qualità ossea di tipo II, è possibile il posizionamento implantare anche con una cresta residua di soli 2 mm. L'obiettivo del contestuale posizionamento degli impianti è quello di ridurre i tempi di attesa ed il numero di interventi necessari per giungere alla riabilitazione protesica. Inoltre gli impianti trasferiscono un carico funzionale più precocemente sull'osso innestato, con una riduzione del riassorbimento. Nello spazio che si è venuto a creare sollevando la membrana, viene inserito il materiale da innesto. Il materiale deve essere aderente alle pareti per facilitarne l'attecchimento e non eccessivamente compattato, per lasciare spazio sufficiente alla formazione di nuovi vasi. L'osso autologo è il gold standard per questo tipo di chirurgia; permette qualsiasi correzione di difetti ossei con il solo limite del costo biologico legato ad una sede donatrice. Tuttavia, si sono ottenuti notevoli risultati anche con materiali eterologhi, caratterizzati però da una composizione in granuli che ne limita l'utilizzo in ricostruzioni complesse. Diversamente l'osso omologo non sembra dare risultati sovrapponibili né all'osso autologo né a quello eterologo. Per quanto riguarda i materiali sintetici, come l'idrossiapatite, il fosfato di calcio e i biovetri, sono necessari studi

più approfonditi.⁴² A copertura dell'antrostromia viene posizionata una membrana per impedire una possibile penetrazione di tessuto fibroso nell'innesto. È preferibile utilizzare una membrana riassorbibile in quanto è facile da posizionare riduce il rischio di infezioni rispetto a una membrana non riassorbibile, e non necessita di un secondo intervento per la sua rimozione.



Fig. 6. Lo spazio creatosi all'interno del seno viene riempito con un innesto di osso composito

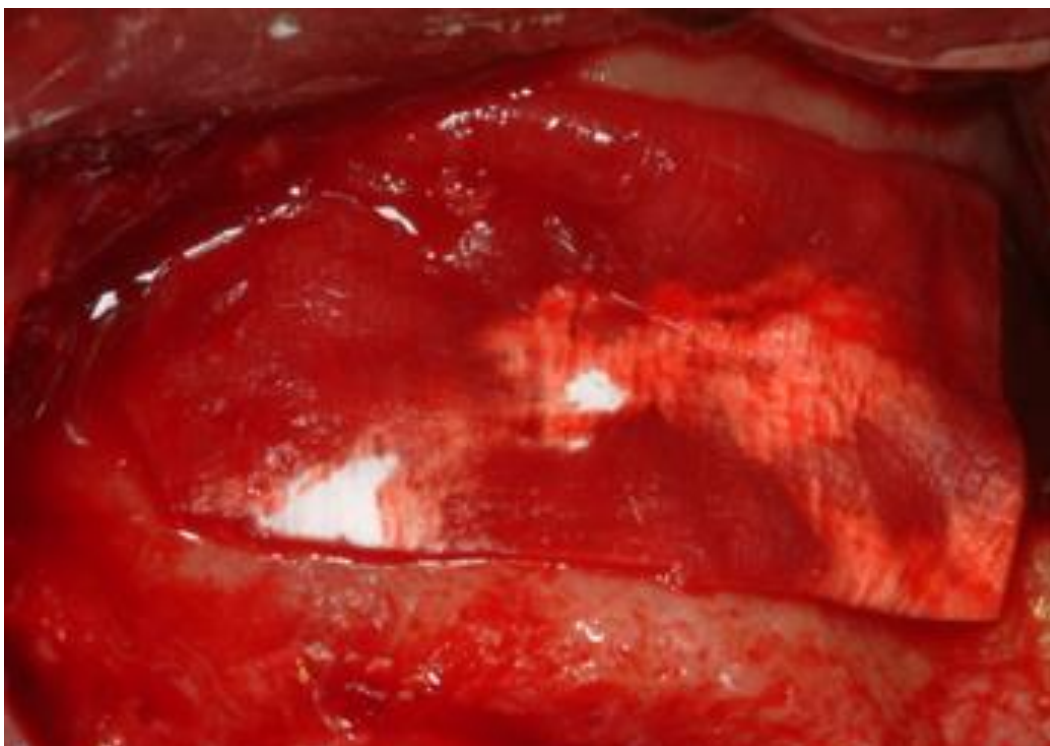


Fig. 7. A protezione dell'innesto viene posizionata una membrana in collagene sulla parete ossea vestibolare

Nel caso in cui sia stato programmato il contestuale inserimento implantare, il riempimento del seno dovrà essere effettuato, in una prima fase, solo nelle zone meno accessibili, in quanto la presenza degli impianti posizionati prima dell'innesto potrebbe impedire di riempire correttamente questi spazi. Gli impianti vengono posizionati secondo la tecnica abituale, cercando di ottenere una sufficiente stabilità primaria. Di particolare importanza risulta essere la morfologia della superficie degli impianti utilizzati in quanto gli impianti con superficie ruvida permettono di ottenere risultati migliori in termini di sopravvivenza rispetto a quelli con superficie liscia. Terminato il posizionamento implantare si completa

l'inserimento del materiale da innesto nelle zone più esterne della neocavità. Infine si procede con la sutura dei lembi, che devono essere passivi e chiusi ermeticamente.

Vantaggi:

- Indicato in quasi tutte le classi dell'atrofia mascellare
- Controllo diretto dell'integrità della membrana durante l'intervento
- Maggiore elevazione del seno
- Maggiore compliance da parte del paziente
- Elevata predicibilità sia con tecnica 1 stage che 2 stage

Svantaggi:

- Intervento chirurgico più invasivo
- Maggiori difficoltà tecniche
- Maggiore morbidità post-operatoria
- Maggiore percentuale di complicanze

La tecnica del grande rialzo di seno mascellare è gravata da una maggiore percentuale di complicanze rispetto al rialzo per via crestale. Queste possono essere divise in intra-operatorie, post-operatorie e a distanza.

Le complicanze intra-operatorie sono rappresentate dal sanguinamento e dalla perforazione della membrana sinusale. Per quanto riguarda il sanguinamento, può verificarsi durante l'antrostomia per lesione dell'arteria alveolo-antrale, provocando una piccola emorragia facilmente controllabile. Emorragie a carico di arterie importanti sono rare in quanto questi vasi decorrono lontano dall'area chirurgica. La perforazione della membrana sinusale invece è la complicanza intra-operatoria più frequente, con un range compreso dal 10 al 35%, e si verifica durante le manovre di scollamento. Setti ossei e aderenze da pregresse estrazioni dei molari sono fattori che aumentano il rischio di perforazione. Un altro fattore determinante è lo spessore della membrana: più è sottile (inferiore a 1,5 mm), più la percentuale di perforazione è elevata. Più è spessa (al di sopra di 2 mm), più la percentuale di perforazione si riduce.

Le complicanze post-operatorie sono rappresentate dalla comparsa di un ematoma periorbitario, dalla perforazione della membrana da overfilling, dalla deiscenza della ferita chirurgica e dalle possibili infezioni.

Tra le complicanze a distanza si ricordano la sinusite mascellare post-operatoria, la comparsa di una fistola oro-antrale, l'interessamento orbitario, la mancata integrazione dell'innesto, la dislocazione e perdita degli impianti.^{43,44}

4. Alternativa chirurgica al rialzo di seno mascellare: utilizzo degli impianti corti

Recentemente, la ricerca scientifica si è orientata verso l'utilizzo di impianti corti nel trattamento delle atrofie dei mascellari, come alternativa all'impiego di tecniche ossee rigenerative finalizzate al posizionamento di impianti di lunghezza standard. Tali tecniche di ricostruzione ossea richiedono tempi di guarigione relativamente lunghi, comportano un aumento dei costi e dei tempi operativi, necessitano di un chirurgo particolarmente esperto ed espongono il paziente ad un maggiore rischio di complicanze (come ad esempio danni neurologici) e di morbidità post-operatoria. Alla luce di queste considerazioni è evidente come le tecniche citate siano sempre più difficilmente accettate dai pazienti stessi.

In letteratura, quando si parla di impianti corti, è riscontrabile un disaccordo tra i vari autori, nel definire la lunghezza di un impianto per essere considerato "corto". Alcuni autori considerano 10 mm la lunghezza standard di un impianto, tale da garantire una predicibilità nei risultati, definendo corti gli impianti di lunghezza inferiore. Altri autori, considerano impianti di 10 mm già appartenenti alla categoria dei corti. Il discorso si complica se si considera che un impianto può essere posizionato a diversi livelli rispetto alla cresta ossea. Alla luce di questa considerazione, alcuni autori definiscono corto un impianto con una componente intra-ossea di lunghezza minore o uguale a 8 mm.⁴⁵ Nel presente studio sono considerati corti impianti di lunghezza 6 mm.⁴⁶



Fig. 8. Immagine esemplificativa di un impianto corto di 6 mm di lunghezza e 4 mm di diametro.

E' bene ricordare come sia difficile, al momento, trarre conclusioni definitive sull'utilizzo di impianti corti in alternativa a complesse procedure di chirurgia ricostruttiva, essendo gli studi disomogenei tra loro per quanto riguarda la definizione stessa di impianto corto, le dimensione del campione, la durata del follow-up e la sede anatomica degli impianti. Inoltre spesso gli studi sono molto contraddittori.

Anche in passato, diversi lavori presenti in letteratura, hanno preso in considerazione impianti di 6 mm. In particolare, nel 1998, Bruggenkate e coll. Hanno pubblicato uno studio clinico multicentrico con follow-up variabile da 1 a 7 anni, nel quale sono stati posizionati 253 impianti da 6

mm, tutti con superficie ruvida (TPS). La percentuale di successo riscontrata è stata del 97%, paragonabile ad impianti di lunghezza standard. Nonostante questo ottimo risultato, gli Autori consigliano comunque di utilizzare gli impianti di 6 mm in combinazione con impianti standard nelle aree di minore densità ossea, come il mascellare superiore.⁴⁷

Interessante è anche uno studio di Nedir e coll. (2004), condotto su 528 impianti, tutti con superficie ruvida (264 TPS e 264 SLA). Il 71,1% di questi impianti erano minori di 11 mm. Il tasso di successo cumulativo è stato del 99,4%, portando gli Autori ad affermare che gli impianti corti non presentano percentuali di successo inferiori rispetto agli impianti standard. Inoltre gli impianti corti riducono la necessità di procedure chirurgiche complesse, evitando il rischio di alterazioni della sensibilità. Gli Autori hanno concluso che gli impianti corti rendono la terapia implantare accessibile ad un maggior numero di clinici e di pazienti.⁴⁸

In una meta-analisi più recente, di Das Neves e coll. (2006), sono stati analizzati i risultati di studi longitudinali ottenuti con impianti di lunghezze 7, 8.5 e 10 mm, per un totale di 16.344 impianti, al fine di confrontare i tassi di successo degli impianti corti con quelli delle tecniche di aumento osseo. Il 4,8% del totale degli impianti sono falliti. Analizzando più nel dettaglio questo risultato, le percentuali più alte di fallimento sono state riscontrate per impianti 3,75 x 7 mm (9,7%), contro un fallimento del 6,3% per impianti 3,75 x 10 mm. Per quanto riguarda le cause dei fallimenti, il 66,7% sono stati attribuiti alla scarsa qualità dell'osso, e il 45,4% alla

sede di posizionamento (mascella o mandibola). Quindi, impianti corti posizionati in osso di scarsa qualità sembra essere la combinazione a più alto rischio di fallimento. L'utilizzo di impianti di 4 mm di diametro sembra invece ridurre il rischio associato a queste condizioni. Gli Autori hanno comunque concluso che gli impianti corti dovrebbero essere considerati una valida alternativa alle procedure di aumento osseo.⁴⁹

Conclusioni simili sono state tratte anche da una recente revisione di Romeo e coll. Gli Autori hanno dimostrato un tasso di sopravvivenza implantare sovrapponibile tra impianti corti e impianti di lunghezza standard.²⁴

Renouard e Nisand, nella loro revisione delle letterature, hanno analizzato l'impatto della lunghezza e del diametro implantare sul tasso di sopravvivenza, in pazienti parzialmente e totalmente edentuli. Gli Autori hanno osservato una maggiore tendenza di fallimento in caso di impianti corti o di largo diametro in associazione ad una ridotta esperienza dell'operatore, ad una preparazione del sito che non tenga conto della densità ossea, all'utilizzo di impianti macchinati e al loro posizionamento in osso di scarsa qualità. Utilizzando una preparazione chirurgica adattata alla densità ossea, impianti con superficie trattata e in mani esperte, la sopravvivenza raggiunge valori paragonabili ad impianti più lunghi e di diametro standard. Gli Autori hanno sottolineato che i risultati dovrebbero comunque essere paragonati ad impianti inseriti in osso rigenerato.⁴⁵

In passato, gli impianti corti erano associati ad un tasso di sopravvivenza più basso rispetto agli impianti di lunghezza standard,⁵⁰ in particolare per quanto riguarda gli impianti posizionati nelle zone posteriori di entrambi i mascellari. A sostegno di ciò, è presente in letteratura uno studio prospettico multicentrico di Weng e coll., che ha attribuito, ad impianti minori di 10 mm, un tasso di successo dell'89% a 6 anni. Weng ha evidenziato anche uno spiccato aumento dei fallimenti nel mascellare posteriore.⁵¹ Sulla stessa linea si colloca anche uno studio di Winkler e coll., in cui impianti lunghi 7 mm hanno raggiunto un tasso di sopravvivenza a 3 anni del 66,7%.⁵² Naert, nelle conclusioni del suo studio, ha considerato la ridotta lunghezza implantare come un importante fattore di rischio per il fallimento.⁵³

Possono essere individuate diverse cause per giustificare la maggior tendenza di fallimento.

- In primo luogo, un impianto corto, paragonato ad uno di lunghezza standard e pari diametro, è caratterizzato da un "Bone to implant contact" (BIC) inferiore, derivante semplicemente dalla minore superficie.⁵⁴
- In secondo luogo, un impianto corto, è più frequentemente posizionato nelle zone posteriori, nelle quali, la qualità dell'osso alveolare è generalmente scarsa, specialmente nel mascellare superiore (osso di tipo III e IV, Lekholm & Zarb 1985).⁵⁴

- Infine, un impianto corto presenta frequentemente un rapporto corona/impianto sfavorevole (maggiore di 2) a causa della dimensione della corona, necessaria per raggiungere il piano occlusale, dovendo compensare il riassorbimento osseo. In letteratura, diversi studi, hanno sostenuto la necessità di mantenere il rapporto corona/impianto compreso tra 0,5 e 1, con lo scopo di prevenire un riassorbimento osseo peri-implantare ed il conseguente fallimento dell'impianto.⁵⁴

Questo aspetto è stato analizzato da uno studio e da una revisione condotti da Blanes. In un primo studio prospettico a 10 anni, l'autore ha valutato 192 impianti posizionati in regione premolare e molare, riabilitati con corone singole o ponti, di cui 51 impianti presentavano un rapporto corona/impianto maggiore di 2. Il tasso di sopravvivenza di questi è stato del 94,1%, con una perdita di osso marginale di 0,02 +/- 0,26 mm. Gli Autori hanno concluso che impianti supportanti una protesi con un rapporto corona/impianto compreso tra 2 e 3 possono essere utilizzati nelle aree posteriori dei mascellari con una buona predicibilità di successo.⁵⁵

Nella sua revisione, Blanes, ha compreso esclusivamente studi prospettici longitudinali con un follow-up di almeno 4 anni, valutando diversi parametri quali: sopravvivenza implantare, perdita ossea peri-implantare, frattura degli impianti e complicanze protesiche. Dall'analisi è emerso che il rapporto corona/impianto non influenza la perdita ossea peri-implantare, anche in caso di rapporto sfavorevole (maggiore di 2).

Allo stesso modo, il rapporto corona/impianto non è correlato all'insorgenza di complicanze protesiche.⁵⁶

Questo studio ha prodotto un elevato livello di evidenza a favore degli impianti corti, affermando che un rapporto corona/impianto sfavorevole non introduce un sovraccarico occlusale tale da provocare una aumentata perdita ossea peri-implantare, smentendo così la principale critica rivolta a questi ultimi.

Lo sviluppo di nuovi sistemi implantari, caratterizzati da microgeometrie superficiali notevolmente diverse da quelle usate in passato, ha determinato un incremento di successo degli impianti corti. Le superfici implantari in titanio macchinato sono state sostituite da superfici trattate chimicamente al fine di renderle ruvide. Tra le metodiche più comunemente impiegate per il trattamento delle superfici si conoscono: sabbiatura, mordenzatura acida, TPS (Titanium Plasma Sprayed) e sostanze di rivestimento come l'idrossiapatite. La ruvidità determina un considerevole incremento di superficie con conseguente aumento di BIC.^{57,58}

Un requisito fondamentale per ottenere l'osteointegrazione è la stabilità primaria dell'impianto e la conseguente immobilità durante il periodo di guarigione. In passato, quando si utilizzavano impianti macchinati, il raggiungimento di questi requisiti era possibile solo con impianti di dimensioni notevoli.^{48,52} Le nuove superfici ruvide, caratterizzate da

microporosità che aumentano la superficie totale, hanno ovviato al problema delle dimensioni.

A conferma di ciò si può considerare uno studio di Hagi e coll. Pubblicato nel 2004. Questa revisione si è posta l'obiettivo di verificare se i trattamenti della superficie possano migliorare le prestazioni di impianti minori o uguali a 7 mm. Gli impianti con superficie macchinata hanno subito più fallimenti in confronto a quelli con superficie trattata; impianti più corti di 7 mm sono stati più soggetti a fallimento rispetto a quelli maggiori di 7 mm; impianti con superficie ruvida hanno mostrato una maggiore percentuale di successo nel mascellare superiore, mentre con impianti macchinati non sono state trovate differenze nelle percentuali di fallimento tra mandibola e mascellare superiore. Gli Autori concludono affermando che la microgeometria superficiale è il principale fattore determinante le prestazioni degli impianti minori o uguali a 7 mm. Impianti di tali lunghezze, con superficie ruvida, hanno riportato percentuali di successo paragonabili agli impianti standard.⁵⁹

Anche in una più recente revisione della letteratura, Kotsovilis e coll. hanno concluso che gli impianti corti (8-10 mm) con superficie ruvida non sono meno efficaci di impianti di lunghezza standard (maggiore o uguale a 10 mm) con superficie ruvida.⁶⁰

Esistono comunque in letteratura diversi importanti studi che affermano che la lunghezza degli impianti non è un fattore determinante per la sopravvivenza.⁶¹⁻⁶³ Tra questi studi citati è interessante quanto affermato

da Lemmerman: la percentuale di successo è influenzata, in modo statisticamente significativo, unicamente dal tempo di permanenza in funzione dell'impianto. Fattori quali lo stato di fumatore del paziente, la localizzazione a livello del primo molare mascellare e l'osso di tipo 4, rappresentano solo una tendenza per un maggiore rischio di fallimento.⁶³

Sulla stessa linea si colloca anche una revisione della letteratura condotta da Sun e coll. nel 2011. Lo scopo della revisione è stato quello di valutare il tasso di fallimento a lungo termine di impianti minori o uguali a 10 mm e di analizzare l'influenza esercitata da vari fattori nel fallimento. La revisione ha valutato articoli pubblicati tra il 1980 e il 2009. Gli Autori hanno premesso che non è stato possibile eseguire una meta analisi a causa dell'eterogeneità e dello scarso valore degli studi. Il principale fattore di eterogeneità consisteva proprio nel valutare articoli che comprendevano impianti di molte lunghezze diverse, nonostante fossero tutti minori o uguali a 10 mm. Trentacinque studi sono stati compresi nella revisione per un totale di 14722 impianti, con una percentuale di fallimento, per le diverse lunghezze implantari, di 6, 7, 7.5, 8, 8.5, 9, e 10 mm del 4.1%, 5.9%, 0%, 2.5%, 3.2%, 0.6%, e 6.5% rispettivamente. Non è stata individuata alcuna differenza statisticamente significativa tra la percentuale di fallimento degli impianti corti e quella degli impianti di lunghezza standard. E' stata trovata una tendenza ad un più alto tasso di insuccesso per impianti macchinati e per impianti inseriti nel mascellare superiore, rispetto a quelli ruvidi e inseriti in mandibola. Quindi, alla luce dell'analisi dei diversi fattori di rischio, è emerso come i fattori più rilevanti

siano la scarsa qualità ossea e la superficie liscia degli impianti. Gli impianti corti, nei mascellari atrofici, hanno la stessa prognosi degli impianti di lunghezza standard.⁶⁴

Come ricordato precedentemente, gli impianti corti trovano la loro indicazione principale nelle zone posteriori dei mascellari atrofici, costituite di frequente da osso di scarsa qualità; questo potrebbe spiegare la maggiore probabilità di insuccesso attribuita dalla letteratura agli impianti corti. Le aree di osso corticale permettono sicuramente di ottenere maggiori valori di stabilità primaria, rispetto all'osso midollare, specialmente per quanto riguarda gli impianti corti.⁶⁵ Alla luce di queste considerazioni, nel 2003, Pierrisnard e coll. si sono posti l'obiettivo di verificare, con uno studio teorico, l'influenza della lunghezza implantare e dell'ancoraggio bicorticale sulle modalità con cui le forze vengono trasferite alle componenti protesiche, all'impianto stesso e all'osso circostante. Per questo lavoro sono stati utilizzati tutti impianti di diametro 3,75 mm con lunghezze di 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 mm, posizionati su un supporto osseo costituito da una componente corticale e da una spugnosa. Su tutti gli impianti è stata applicata una forza di 100 N con una inclinazione di 30° rispetto al piano vestibolo-linguale. L'ancoraggio corticale coronale è risultato essere dominante in quanto le forze si sono concentrate prevalentemente su questa area. Quindi il massimo stress scaricato sull'osso è risultato indipendente sia dalla lunghezza degli impianti che dall'ancoraggio bicorticale. Al contrario si è osservato un

aumentato stress sugli impianti in relazione ad una loro maggiore lunghezza e in presenza di un ancoraggio bicorticale.⁶⁶

Nel 2007 Malò e coll. hanno pubblicato uno studio retrospettivo con lo scopo di dimostrare l'ipotesi che gli impianti corti, posizionati in mascellari atrofici, possano dare, a lungo termine, risultati simili ad impianti standard posizionati in maggiori volumi ossei. Lo studio comprendeva 408 impianti, di lunghezza 7 e 8,5 mm, seguiti per un periodo compreso tra 1 e 9 anni. I risultati sono stati coerenti con quanto affermato in letteratura, dal momento che gli autori hanno ottenuto percentuali di sopravvivenza media a 5 anni del 96,2% per gli impianti da 7 mm e del 97,1% per gli impianti da 8,5 mm. Questo studio ha confermato la validità terapeutica degli impianti corti.⁶⁷

In letteratura sono presenti anche studi che hanno indagato la possibilità di utilizzare impianti più corti di 6 mm, ad esempio un studio pilota di Esposito e coll. pubblicato nel 2011. Lo scopo degli autori è stato di valutare impianti lunghi 5 mm come alternativa a rigenerazioni ossee mediante innesti interposizionali di osso bovino inorganico al fine di posizionare impianti uguali o maggiori di 10 mm. A tale scopo sono stati selezionati 15 pazienti con atrofia bilaterale del mascellare superiore e 15 con atrofia bilaterale della mandibola, randomizzati secondo un modello split mouth. Dopo un anno gli impianti corti hanno ottenuto risultati equivalenti, se non addirittura migliori rispetto agli impianti più lunghi. Gli autori hanno ribadito che gli impianti corti dovrebbero essere una scelta

preferibile per i minori costi, minori tempi di trattamento e minore morbilità, nonostante la prognosi a lungo termine non sia ancora nota.⁶⁸

La crescente evidenza a sostegno degli impianti corti, come possibile alternativa terapeutica, è sostenuta anche da due recenti revisioni della letteratura condotte da Telleman e coll. nel 2011 e da Annibaldi e coll. nel 2012. In entrambi gli studi vengono considerati impianti di lunghezza minore di 10 mm.

La prima revisione ha considerato 29 pubblicazioni (28 studi prospettici di coorte e 1 studio clinico randomizzato) riguardanti 2611 impianti di lunghezza compresa tra 5 e 9.5 mm. Il tasso di sopravvivenza a 2 anni è risultato del 93,1% per gli impianti da 5 mm, 97,4% per impianti da 6 mm, 97,6% per impianti da 7 mm, 98,4% per impianti da 8 mm, 98,8% per impianti da 8,5 mm e 98% e 98,6% rispettivamente per impianti lunghi 9 mm e 9,5 mm. Il lavoro ha separato gli impianti in sottogruppi allo scopo di individuare possibili fonti di eterogeneità nei risultati. Sono stati considerati diversi aspetti quali la superficie implantare (ruvida versus macchinata), la posizione anatomica (mandibola versus mascellare superiore), lo stato di fumatore (fumatori esclusi versus fumatori inclusi) e la presenza di rigenerazione ossea (contestuale versus dilazionata rispetto al posizionamento degli impianti). Da queste analisi è emerso un tasso di fallimento sovrapponibile per entrambe le superfici (ruvida e macchinata) e per tutte le lunghezze implantari; un tasso di fallimento significativamente più alto per gli impianti posizionati nel mascellare superiore, rispetto alla mandibola; un tasso di fallimento due volte più

basso per i non fumatori. Non sono state rilevate differenze significative nel tasso di fallimento attuando procedure rigenerative simultaneamente al posizionamento implantare. Quindi da questa review è emersa una correlazione negativa tra la minore lunghezza degli impianti e la percentuale di successo, in contraddizione con lavori precedentemente citati (Testori et al. 2001; Stellingsma et al. 2004; Romeo et al. 2005; Lemmerman & Lemmerman 2005; Kotsovilis et al. 2009). Inoltre anche l'assenza di differenze rilevanti, in termini di successo, tra impianti con superfici ruvide e macchinate è in contrasto con alcuni studi presenti in letteratura (Hagi et al. 2004; Renouard & Nisand 2006; Kotsovilis et al. 2009; Annibali et al. 2012). Per quanto riguarda la maggiore probabilità di fallimento per impianti inseriti in mascella e l'assenza di differenze di successo in presenza o meno di contestuale aumento osseo, sono in accordo con quanto espresso in letteratura.⁵⁴

Analizzando invece la review di Annibali e coll., pubblicata nel 2012, emergono risultati parzialmente differenti. In questo lavoro sono stati analizzati 16 studi (2 studi clinici randomizzati e 14 studi osservazionali), per un totale di 6193 impianti, con l'obiettivo di individuare la sopravvivenza degli impianti corti (<10 mm) nei mascellari atrofici, l'incidenza di complicazioni biologiche e biomeccaniche e la perdita di osso marginale peri-implantare. Il periodo medio di osservazione è stato di 3,2 anni. Il tasso cumulativo di successo degli impianti è stato del 99,1%, il successo biologico del 98,8 % e biomeccanico del 99,9%. È stato riportato un tasso di successo più elevato per gli impianti con

superficie ruvida. E' invece risultato impossibile paragonare i valori di perdita ossea a causa dell'eterogeneità degli studi compresi nella revisione. Si è potuto, tuttavia, affermare che in nessuno studio la perdita ossea ha superato i livelli stabiliti da Albrektsson (1986) per il successo di impianti di lunghezza standard. Gli autori hanno attribuito questo successo elevato prevalentemente alle modifiche apportate al disegno e superficie implantare, che garantiscono una maggiore stabilità primaria e un più esteso BIC. Non sono sembrati rilevanti, ad opinione degli Autori, fattori quali l'applicazione di protocolli chirurgici atti ad ottenere elevati valori di stabilità primaria, come affermato invece da Renouard & Nisand (2006) e la localizzazione degli impianti (mandibola o mascellare superiore) come affermato da studi citati precedentemente. Quindi, il trattamento di pazienti atrofici, mediante impianti corti, sembra avere successo, almeno nel breve termine.⁶⁹

In conclusione, l'analisi della letteratura mostra una crescente evidenza a sostegno degli impianti corti, affermando che questi ultimi possono rappresentare una valida alternativa terapeutica a più complesse tecniche chirurgiche di ricostruzione ossea. Tali tecniche, con l'eccezione del grande rialzo di seno, non presentano dati sufficienti a garanzia della loro predicibilità ed espongono il paziente ad un alto rischio di complicanze.⁷⁰ Gli impianti corti, nel breve-medio termine, comportano minori costi, morbilità e tempi terapeutici. Tuttavia, sono necessari ulteriori studi in grado di fornire un elevato livello di evidenza e caratterizzati da un follow-up prolungato nel tempo.

5. Bibliografia della parte introduttiva

1. van den Bergh JP, ten Bruggenkate CM, Disch FJ, Tuinzing DB. Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clin Oral Implants Res.* 2000 Jun;11(3):256-65.
2. Mc Gowan DA, Baxter PW, James J. The maxillary sinus and its dental implications. Oxford: Wright, Butterworth-Heinemann Ltd. 1993; 1: 1-125.
3. May M, Sobol SM, Korzec K. The location of the maxillary os and its importance to the endoscopic sinus surgeon. *Laryngoscope.* 1990 Oct;100(10 Pt 1):1037-42.
4. Ritter FN, Lee D. The para nasal sinuses, anatomy and surgical technique. St Louis: The Mosby Company 1978; 6-16.
5. Blanton PL, Biggs NL. Eighteen hundred years of controversy: the paranasal sinuses. *Am J Anat.* 1969 Feb;124(2):135-47.
6. Chanavaz M. Maxillary sinus: anatomy, physiology, surgery, and bone grafting related to implantology--eleven years of surgical experience (1979-1990). *J Oral Implantol.* 1990;16(3):199-209.
7. Uchida Y, Goto M, Katsuki T, Akiyoshi T. A cadaveric study of maxillary sinus size as an aid in bone grafting of the maxillary sinus floor. *J Oral Maxillofac Surg.* 1998 Oct;56(10):1158-63.
8. de Mol Van Otterloo JJ. The influence of Le Fort I osteotomy on the surrounding "Midfacial" structures. Thesis. Amsterdam: Free University 1994: 22-24.

9. Solar P, Geyerhofer U, Traxler H, Windisch A, Ulm C, Watzek G. Blood supply to the maxillary sinus relevant to sinus floor elevation procedures. *Clin Oral Implants Res.* 1999 Feb;10(1):34-44.
10. Dargaud J, Lamotte C, Dainotti JP, Morin A. Venous drainage and innervation of the maxillary sinus. *Morphologie.* 2001 Sep;85(270):11-3.
11. Underwood AS. An Inquiry into the Anatomy and Pathology of the Maxillary Sinus. *J Anat Physiol.* 1910 Jul;44(Pt 4):354-69.
12. Miles AE. The maxillary antrum. *Br Dent J.* 1973 Jan 16;134(2):61-3.
13. Pommer B, Ulm C, Lorenzoni M, Palmer R, Watzek G, Zechner W. Prevalence, location and morphology of maxillary sinus septa: systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol.* 2012 Aug;39(8):769-73, in press.
14. Ulm CW, Solar P, Krennmair G, Matejka M, Watzek G. Incidence and suggested surgical management of septa in sinus-lift procedures. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995 Jul-Aug;10(4):462-5.
15. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1988 Aug;17(4):232-6.
16. Sharan A, Madjar D. Maxillary sinus pneumatization following extractions: a radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008 Jan-Feb;23(1):48-56.
17. Atwood DA. Some clinical factors related to rate of resorption of residual ridges. 1962. *J Prosthet Dent.* 2001 Aug;86(2):119-25.

18. Johnson K. A study of the dimensional changes occurring in the maxilla following tooth extraction. Part I. Normal Healing Aust Dent J. 1963. 8:241-244.
19. Johnson K. A study of the dimensional changes occurring in the maxilla following tooth extraction. Aust Dent J. 1969. 14: 428-433.
20. Carlsson GE, Thilander H, Hedegård B. Histologic changes in the upper alveolar process after extractions with or without insertion of an immediate full denture. Acta Odontol Scand. 1967 Jun;25(1):21-43.
21. Pietrokovski J, Massler M. Alveolar ridge resorption following tooth extraction. J Prosthet Dent. 1967 Jan;17(1):21-7.
22. Cawood JI, Howell RA. Reconstructive preprosthetic surgery. I. Anatomical considerations. Int J Oral Maxillofac Surg. 1991 Apr;20(2):75-82.
23. Bianchi A. Implantologia ed Implantoprotesi. UTET 1999.
24. Romeo E, Bivio A, Mosca D, Scanferla M, Ghisolfi M, Storelli S. The use of short dental implants in clinical practice: literature review. Minerva Stomatol. 2010 Jan-Feb;59(1-2):23-31.
25. Carlino F, Gianni AB, Chiapasco M, Brusati R. Chirurgia preimplantare nel mascellare superiore. Implantologia Orale 2, 9-21, 1998.

26. Chiapasco M, Rosi A. Chirurgia preimplantare nelle atrofie dei mascellari. In Chiapasco M, Romeo E. La riabilitazione protesica nei casi complessi. UTET 2003.
27. Lekholm U, Zarb GA. (1985) Patient selection and preparation. In: Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T (eds): Tissue-integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry. 199-209. Chicago: Quintessence.
28. Misch CE, Judy KW. Classification of partially edentulous arches for implant dentistry. Int J Oral Implantol. 1987;4(2):7-13.
29. Chiapasco M., Ferrieri G., Rossi A., Senna A., Accardi S.: Rialzo del seno mascellare a scopo implantologico. Implantologia Orale 2001: 2: 22-46.
30. Tatum H Jr. Maxillary and sinus implant reconstructions. Dent Clin North Am. 1986 Apr;30(2):207-29.
31. Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. J Oral Surg. 1980 Aug;38(8):613-6.
32. Fugazzotto PA, Vlassis J. Long-term success of sinus augmentation using various surgical approaches and grafting materials. Int J Oral Maxillofac Implants. 1998 Jan-Feb;13(1):52-8.
33. Chiapasco M, Romeo E. Riabilitazione implantoprotetica nei casi complessi. UTET, Torino 2003.

34. Jensen OT, Shulman LB, Block MS, Iacono VJ. Report of the Sinus Consensus Conference of 1996. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1998;13 Suppl:11-45.
35. Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium*. 1994 Feb;15(2):152, 154-6, 158 passim; quiz 162.
36. Fugazzotto PA. The modified trephine/osteotome sinus augmentation technique: technical considerations and discussion of indications. *Implant Dent*. 2001;10(4):259-64.
37. Li TF. Sinus floor elevation: a revised osteotome technique and its biological concept. *Compend Contin Educ Dent*. 2005 Sep;26(9):619-20, 622, 624-6 passim; quiz 630, 669.
38. Smiler DG. The sinus lift graft: basic technique and variations. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1997 Oct;9(8):885-93; quiz 895.
39. Raja SV. Management of the posterior maxilla with sinus lift: review of techniques. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009 Aug;67(8):1730-4.
40. Esposito M, Grusovin MG, Rees J, Karasoulos D, Felice P, Alissa R, Worthington HV, Coulthard P. Interventions for replacing missing teeth: augmentation procedures of the maxillary sinus. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010 Mar 17;(3):CD008397.

41. Riben C, Thor A. The Maxillary Sinus Membrane Elevation Procedure: Augmentation of Bone around Dental Implants without Grafts-A Review of a Surgical Technique. *Int J Dent.* 2012;2012:105483. Epub 2012 Jun 18.
42. Browaeys H, Bouvry P, De Bruyn H. A literature review on biomaterials in sinus augmentation procedures. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2007 Sep;9(3):166-77.
43. Regev E, Smith RA, Perrott DH, Pogrel MA. Maxillary sinus complications related to endosseous implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995 Jul-Aug;10(4):451-61.
44. Schwartz-Arad D, Herzberg R, Dolev E. The prevalence of surgical complications of the sinus graft procedure and their impact on implant survival. *J Periodontol.* 2004 Apr;75(4):511-6.
45. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res.* 2006 Oct;17 Suppl 2:35-51.
46. Pieri F, Aldini NN, Fini M, Marchetti C, Corinaldesi G. Preliminary 2-year report on treatment outcomes for 6-mm-long implants in posterior atrophic mandibles. *Int J Prosthodont.* 2012 May-Jun;25(3):279-89.
47. Ten Bruggenkate CM, Asikainen P, Foitzik C, Krekeler G, Sutter F. Short (6-mm) nonsubmerged dental implants: results of a Multicenter clinical trial of 1 to 7 years. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1998 Nov-Dec;13(6):791-8.

48. Nedir R, Bischof M, Briaux JM, Beyer S, Szmukler-Moncler S, Bernard JP. A 7-year life table analysis from a prospective study on ITI implants with special emphasis on the use of short implants. Results from a private practice. *Clin Oral Implants Res.* 2004 Apr;15(2):150-7.
49. Das Neves FD, Fones D, Bernardes SR, do Prado CJ, Neto AJ. Short implants--an analysis of longitudinal studies. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006 Jan-Feb;21(1):86-93.
50. Lee JH, Frias V, Lee KW, Wright RF. Effect of implant size and shape on implant success rates: a literature review. *J Prosthet Dent.* 2005 Oct;94(4):377-81.
51. Weng D, Jacobson Z, Tarnow D, Hürzeler MB, Faehn O, Sanavi F, Barkvoll P, Stach RM. A prospective multicenter clinical trial of 3i machined-surface implants: results after 6 years of follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2003 May-Jun;18(3):417-23.
52. Winkler S, Morris HF, Ochi S. Implant survival to 36 months as related to length and diameter. *Ann Periodontol.* 2000 Dec;5(1):22-31.
53. Naert I, Koutsikakis G, Duyck J, Quirynen M, Jacobs R, van Steenberghe D. Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism. part I: a longitudinal clinical evaluation. *Clin Oral Implants Res.* 2002 Aug;13(4):381-9.
54. Telleman G, Raghoobar GM, Vissink A, den Hartog L, Huddleston Slater JJ, Meijer HJ. A systematic review of the prognosis of short (<10

mm) dental implants placed in the partially edentulous patient. *J Clin Periodontol.* 2011 Jul;38(7):667-76.

55. Blanes RJ, Bernard JP, Blanes ZM, Belser UC. A 10-year prospective study of ITI dental implants placed in the posterior region. II: Influence of the crown-to-implant ratio and different prosthetic treatment modalities on crestal bone loss. *Clin Oral Implants Res.* 2007 Dec;18(6):707-14.

56. Blanes RJ. To what extent does the crown-implant ratio affect the survival and complications of implant-supported reconstructions? A systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2009 Sep;20 Suppl 4:67-72.

57. Meirelles L, Currie F, Jacobsson M, Albrektsson T, Wennerberg A. The effect of chemical and nanotopographical modifications on the early stages of osseointegration. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008 Jul-Aug;23(4):641-7.

58. Meirelles L, Melin L, Peltola T, Kjellin P, Kangasniemi I, Currie F, Andersson M, Albrektsson T, Wennerberg A. Effect of hydroxyapatite and titania nanostructures on early in vivo bone response. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2008 Dec;10(4):245-54.

59. Hagi D, Deporter DA, Pilliar RM, Arenovich T. A targeted review of study outcomes with short (< or = 7 mm) endosseous dental implants placed in partially edentulous patients. *J Periodontol.* 2004 Jun;75(6):798-804.

60. Kotsovilis S, Fourmousis I, Karoussis IK, Bamia C. A systematic review and meta-analysis on the effect of implant length on the survival of rough-surface dental implants. *J Periodontol*. 2009 Nov;80(11):1700-18.
61. Testori T, Wiseman L, Woolfe S, Porter SS. A prospective multicenter clinical study of the Osseotite implant: four-year interim report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2001 Mar-Apr;16(2):193-200.
62. Stellingsma K, Raghoobar GM, Meijer HJ, Stegenga B. The extremely resorbed mandible: a comparative prospective study of 2-year results with 3 treatment strategies. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004 Jul-Aug;19(4):563-77.
63. Lemmerman KJ, Lemmerman NE. Osseointegrated dental implants in private practice: a long-term case series study. *J Periodontol*. 2005 Feb;76(2):310-9.
64. Sun HL, Huang C, Wu YR, Shi B. Failure rates of short (≤ 10 mm) dental implants and factors influencing their failure: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011 Jul-Aug;26(4):816-25.
65. Brånemark PI, Svensson B, van Steenberghe D. Ten-year survival rates of fixed prostheses on four or six implants ad modum Brånemark in full edentulism. *Clin Oral Implants Res*. 1995 Dec;6(4):227-31.
66. Pierrisnard L, Renouard F, Renault P, Barquins M. Influence of implant length and bicortical anchorage on implant stress distribution. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2003;5(4):254-62.

67. Maló P, de Araújo Nobre M, Rangert B. Short implants placed one-stage in maxillae and mandibles: a retrospective clinical study with 1 to 9 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2007 Mar;9(1):15-21.
68. Esposito M, Pellegrino G, Pistilli R, Felice P. Rehabilitation of posterior atrophic edentulous jaws: prostheses supported by 5 mm short implants or by longer implants in augmented bone? One-year results from a pilot randomised clinical trial. *Eur J Oral Implantol*. 2011 Spring;4(1):21-30.
69. Annibali S, Cristalli MP, Dell'Aquila D, Bignozzi I, La Monaca G, Pilloni A. Short dental implants: a systematic review. *J Dent Res*. 2012 Jan;91(1):25-32.
70. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24 Suppl:237-59.

STUDIO CLINICO RETROSPETTIVO

1. Obiettivi dello studio

La riabilitazione implantare del mascellare posteriore atrofico rappresenta una sfida per i clinici in quanto l'altezza di osso residuo è spesso ridotta in questa regione, in particolare nei pazienti più anziani, come conseguenza della pneumatizzazione del seno mascellare in seguito alle estrazioni dentarie.¹ Per affrontare queste limitazioni anatomiche e fisiologiche sono state proposte diverse tecniche di rialzo di seno, associate all'inserimento simultaneo o differito di impianti.² Sebbene questi protocolli abbiano dimostrato elevati livelli di successo, molti pazienti li rifiutano a causa dell'invasività delle procedura di ricostruzione ossea, con tempi di guarigione prolungati, aumento della morbilità e dei costi. Una terapia alternativa consiste nell'inserimento di impianti corti, definiti come impianti che presentano una lunghezza della componente intraossea uguale o minore di 8 mm.³

Questa strategia semplifica complessivamente il trattamento e minimizza l'incidenza di complicanze associate a procedure di aumento osseo. Tuttavia è ancora percepito a livello della comunità scientifica, che gli impianti corti abbiano un rischio di fallimento maggiore rispetto agli impianti più lunghi nelle aree atrofiche, a causa di uno sfavorevole rapporto corona-impianto,⁴ di un aumentato carico sul limitato osso di supporto e di una ridotta resistenza alle forze laterali durante la funzione.⁵ Diverse revisioni della letteratura e meta-analisi^{6,7} hanno dato supporto a questa posizione, riportando risultati peggiori per impianti corti macchinati

rispetto ad impianti più lunghi nel mascellare atrofico. In contrasto con questo, recentemente, è stato proposto l'utilizzo di impianti corti da 6-7 mm, con superficie ruvida, come un trattamento di successo nel mascellare posteriore atrofico, con una percentuale di sopravvivenza a breve termine del 95% circa.⁸⁻¹⁰ Sebbene uno studio clinico randomizzato controllato pilota abbia suggerito che gli impianti corti possono rappresentare un'alternativa preferibile a varie procedure di aumento osseo nelle aree atrofiche posteriori, in quanto il trattamento è più veloce, più economico e associato a minore morbidità,¹¹ sono ancora stati pubblicati solo dati molto limitati che confrontino questi due approcci terapeutici con un periodo di osservazione più lungo di 1 anno.¹² Quindi, per trarre conclusioni definitive, sono necessari studi con follow up a medio e lungo termine.

Lo scopo di questo studio retrospettivo è stato di paragonare i risultati clinici e radiografici degli impianti corti (6-8 mm) versus impianti di lunghezza standard (≥ 11 mm) inseriti contestualmente ad un rialzo di seno e supportanti una protesi parziale fissa nel mascellare posteriore atrofico, dopo un follow-up di almeno 3 anni dall'inserimento implantare.

2. Materiali e Metodi

Disegno dello studio

Il presente studio retrospettivo è stato condotto presso due ambulatori dentistici privati (P.F., Cesena, Italia, e C.E., Ancona, Italy). Il protocollo di

studio e la documentazione per informare i pazienti sono stati approvati dal comitato etico dell' Area Romagna e IRST (numero IMP 02-13). Tutte le procedure cliniche sono state eseguite rispettando la Dichiarazione di Helsinki e le linee guida della Buona Pratica Clinica. In totale, 121 pazienti, 81 femmine e 40 maschi (età media 57.8 anni, range 32-75 anni), sono stati identificati attraverso una revisione delle cartelle cliniche, per essere stati riabilitati mediante protesi parziali fisse supportate da impianti a livello del mascellare posteriore atrofico da Gennaio 2008 a Marzo 2011. Questi pazienti sono stati informati dello studio, hanno firmato un consenso informato scritto prima della partecipazione, e sono stati invitati a eseguire un controllo clinico e radiografico.

I pazienti sono stati inclusi nello studio seguendo i seguenti criteri: (1) presenza di una protesi parziale fiss supportata da almeno un impianto corto (6-8 mm) o da un impianto di dimensioni standard (≥ 11 mm) posizionato in combinazione con una simultanea procedura di rialzo di seno mascellare; (2) posizionamento di impianti con una superficie ruvida arricchita con fluoro con un diametro di 3.5 mm, 4 mm e 4.5 mm (OsseoSpeed; Astra Tech AB, Molndal, Svezia); (3) pazienti inseriti in un programma di mantenimento dal punto di vista igienico-parodontale; (4) protocollo di carico protesico ritardato; (5) follow-up minimo di 3 anni dall'inserimento implantare; (6) disponibilità di una lastra peri-apicale effettuata al momento dell'inserimento implantare

I pazienti sono stati esclusi dallo studio se durante il periodo di follow-up, in presenza di una delle seguenti condizioni generali condizionanti in

modo significativo il metabolismo osseo: (1) neoplasia maligna che ha richiesto chemioterapia o terapia radiante a livello del distretto faccia-collo; (2) assunzione intravenosa di aminobisfosfonati per la prevenzione e il trattamento di metastasi ossee; (3) diabete incontrollato (livelli di glicemia nel sangue superiori a 130 mg/dl); (4) immunosoppressione o immunodepressione; e (5) consumo di sigarette giornaliero superiore a 20.

Protocollo chirurgico

Le valutazioni pre-operatorie comprendevano l'esecuzione di modelli diagnostici e valutazioni radiologiche (rx endorali periapicali, ortopantomografia e TC). Nel mese precedente la chirurgia ogni paziente è stato sottoposto ad una procedura di scaling e root-planing di tutto il cavo orale, utilizzando strumenti meccanici e manuali e ricevendo istruzioni personalizzate di igiene orale.

Tutte le procedure chirurgiche sono state eseguite sotto anestesia locale (Articaina 4%, Adrenalina 1/100,000, Citocartin, Molteni Dental, Scandicci, Italia) da sola o associata a sedazione per via orale (Halcion 0.25 mg; Pfizer Italia S.r.l.; Ascoli Piceno; Italia). Tutti i pazienti sono stati premedicati 1 ora prima dell'intervento con ibuprofene, 600 mg (Brufen 600, Abbott Laboratories, Abbott Park, IL) e amoxicillina con acido clavulanico, 2 g (Augmentin, GlaxoSmith-Kline, Verona, Italia) o claritromicina, 1 g (Klacid 500; Abbott S.r.l.; Latina; Italia) se allergici alla penicillina. E' stato anche richiesto di fare uno sciacquo con clorexidina

digluconato (Corsodyl, GlaxoSmith-Kline) per 2 minuti prima della chirurgia.

A seconda della altezza ossea della cresta residua, due diversi approcci chirurgici sono stati utilizzati per l'inserimento implantare a livello dei mascellari posteriori atrofici:

Rialzo di seno mascellare con contemporaneo inserimento di impianti dentali di lunghezza standard (gruppo seno). Dopo avere eseguito un'incisione crestale e due incisioni di rilascio verticali, è stato elevato un lembo a spessore totale ed è stata preparata una finestra ossea utilizzando un dispositivo da chirurgia piezoelettrica (Piezosurgery, Mectron, Carasco, Italia) sotto irrigazione con soluzione salina sterile. La membrana schneideriana è stata delicatamente sollevata con curettes smusse, e la finestra ossea è stata dolcemente spinta all'interno del seno, creando lo spazio adeguato per la rigenerazione ossea. Una piccola quantità di osso bovino inorganico (Bio-Oss, Geistlich Biomaterials, Wolhusen, Svizzera) è stata posizionata in contatto con la parete palatale del seno, assicurando la membrana nella posizione sollevata. A questo punto gli impianti previsti sono stati posizionati, utilizzando una appropriata sequenza di frese e seguendo le linee guida descritte nel Manuale Astra Tech 'Procedure Chirurgiche'. Ulteriore osso bovino inorganico è stato compattato all'interno del seno e la finestra ossea laterale è stata coperta con una membrana in

collagene riassorbibile (Bio-Gide, Geistlich Biomaterials). E' stata ottenuta, infine, una chiusura per prima intenzione del lembo con una sutura interrotta con filo 4.0 riassorbibile (Vicryl 4.0, Ethicon FS-2, St-Stevens-Woluwe, Belgium).

- Inserimento di impianti corti (6-8 mm di lunghezza) (gruppo impianti corti). Dopo avere eseguito una incisione crestale e sollevato il lembo, sono stati preparati i siti implantari previsti, seguendo una sequenza standard di frese, come indicato dal produttore. Questa procedura è stata utilizzata nei casi in cui l'altezza residua della cresta alveolare permetteva di poter inserire completamente gli impianti all'interno dell' osso basale. Per minimizzare il rischio di una perforazione del pavimento del seno, le frese sono state utilizzate con dei dispositivi di stop calibrati sempre alla stessa lunghezza dell'altezza ossea residua, misurata radiograficamente. I lembi sono stati chiusi per mezzo di una sutura interrotta con filo 4.0 riassorbibile.

Medicazioni e Cure Postoperatorie

Durante la prima settimana postoperatoria sono stati prescritti una terapia antibiotica sistemica (amoxicillina con acido clavulanico, 1 g due volte al giorno per 6 giorni) e un antiinfiammatorio non steroideo in compresse (ibuprofene, 600 mg ogni 8 ore per 5 giorni). I pazienti sono stati istruiti nell'applicare, in modo intermittente, del ghiaccio nell'area operata

durante la prime 24 ore, nell'eseguire sciacqui con clorexidina digluconato 0,2 % (Corsodyl, GlaxoSmith-Kline) tre volte al giorno per 10 giorni e nell'evitare lo spazzolamento o altri traumi nell'area implantare per almeno una settimana. Durante il periodo di guarigione non è stato permesso ai pazienti l'utilizzo di protesi mobili. Le suture sono state rimosse dopo 10 giorni.

Protocollo Protesico

Tutti gli impianti di entrambi i gruppi sono stati inseriti con la piattaforma a livello della cresta ossea, e sono stati lasciati guarire sommersi o non sommersi per un periodo variabile da 3 a 4 mesi. Le procedure protesiche sono state identiche per entrambi i gruppi. I pazienti, in cui gli impianti erano sommersi, sono stati sottoposti ad una seconda chirurgia per la scopertura, in cui sono stati posizionati gli abutment di guarigione. La mucosa è stata adattata intorno a quest'ultimi, che sono stati lasciati in situ per circa 3-4 settimane in modo da permettere la guarigione dei tessuti molli prima di rilevare l'impronta. Dopo circa un mese sono state posizionate le protesi parziali fisse definitive in zirconio-ceramica; queste ultime erano o avvitate o cementate con cemento provvisorio a base di ossido di zinco-eugenolo (Temp Bond; Kerr Manufacturing, Romulus, MI, USA) su abutment in titanio personalizzati realizzati CAD-CAM. Al momento della consegna della protesi è stata adattata l'occlusione, sia statica che dinamica, per assicurare un piano occlusale piatto e ottenere una guida canina o di gruppo, evitando interferenze lavoranti o non

lavoranti durante i movimenti di lateralità.¹³ Tutti i pazienti sono stati inseriti in un regolare programma di mantenimento e sottoposti a detartrasi di tutto il cavo orale ogni 6 mesi. Ad ogni richiamo sono stati eseguiti adattamenti occlusali della protesi, se necessari, e rinforzate le istruzioni di igiene orale domiciliare.

Le figure 9 e 10 rappresentano due casi esemplificativi per ciascun gruppo di trattamento.

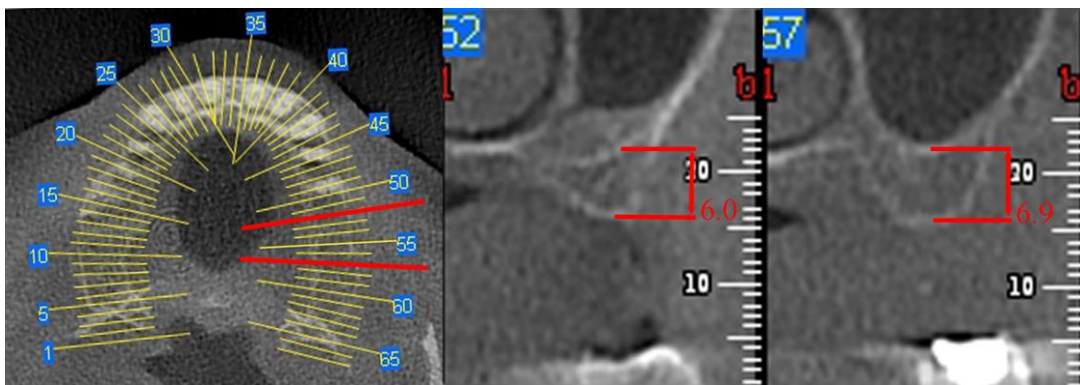


Fig. 9a. TC preoperatoria di un caso sottoposto a rialzo di seno e inserimento contestuale di impianti standard



Fig. 9b. Lastra endorale preoperatoria

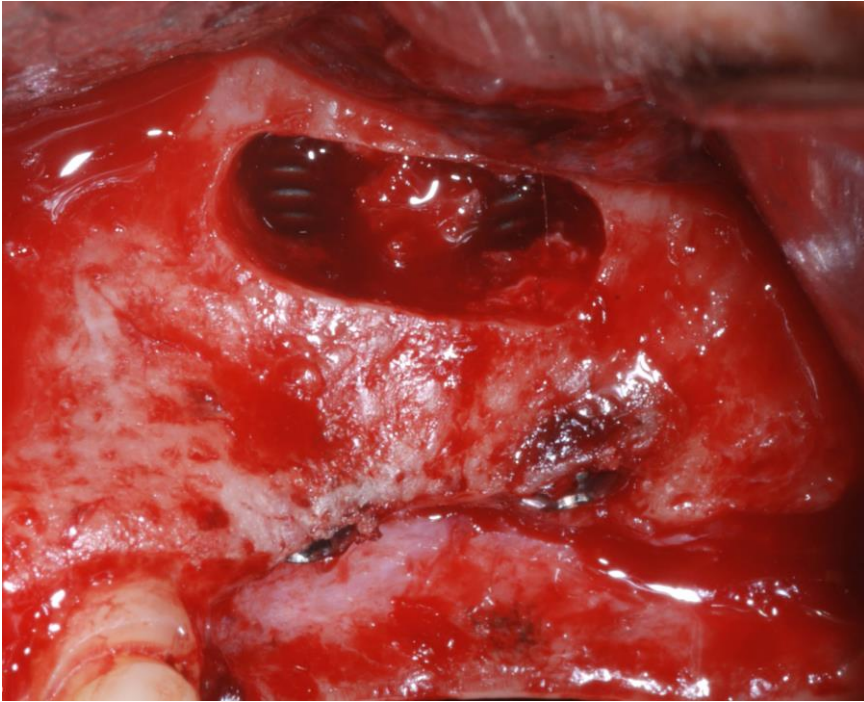


Fig. 9c. Dopo aver eseguito il sollevamento della membrana del seno, 2 impianti 4 x 13 mm sono stati posizionati in posizione 26 e 2



Fig. 9d. La neocavità formatasi all'interno del seno è stata completamente riempita con osso inorganico bovino.



Fig. 9f. Visione clinica laterale immediatamente dopo il montaggio della protesi fissa definitiva.

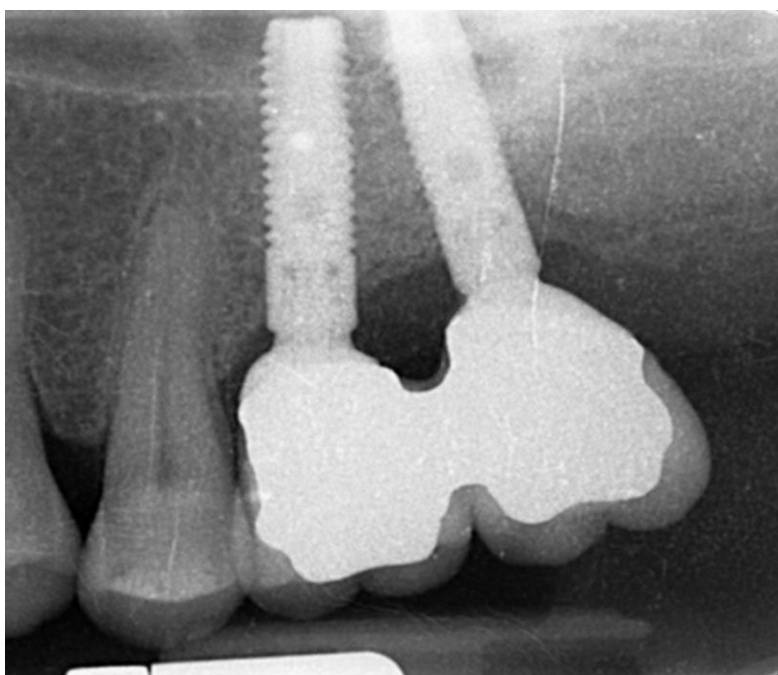


Fig. 9g. Lastra peri-apicale di controllo a 3 anni di follow-up.

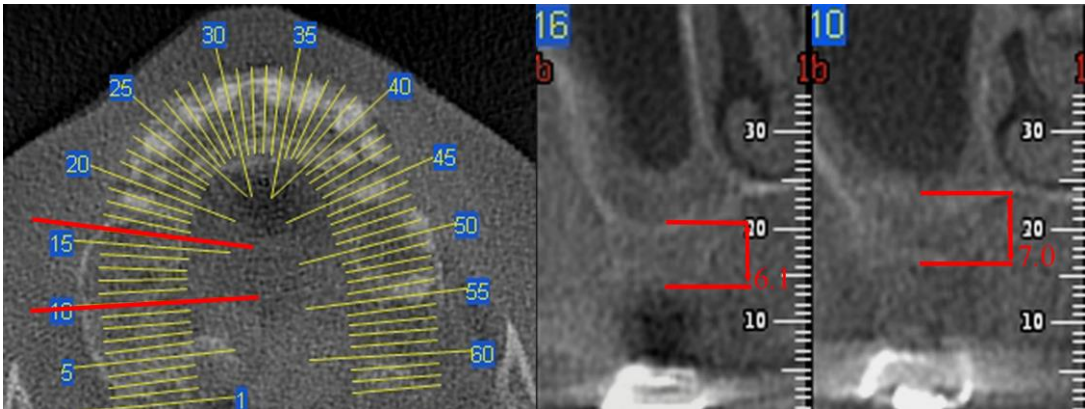


Fig. 10a. TC preoperatoria che evidenzia una altezza ossea residua variabile fra 6 e 7 mm.



Fig. 10b. Lastra peri-apicale pre-operatoria.

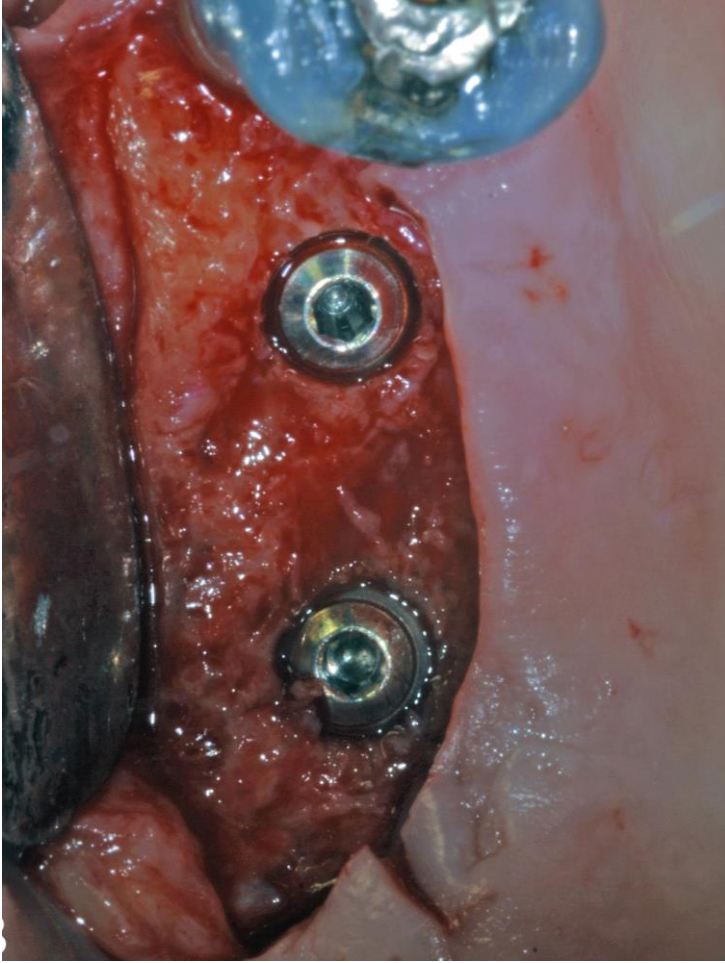


Fig. 10c. Due impianti corti 4 x 6 mm sono stati posizionati a livello del secondo premolare e del primo molare superiore di destra.

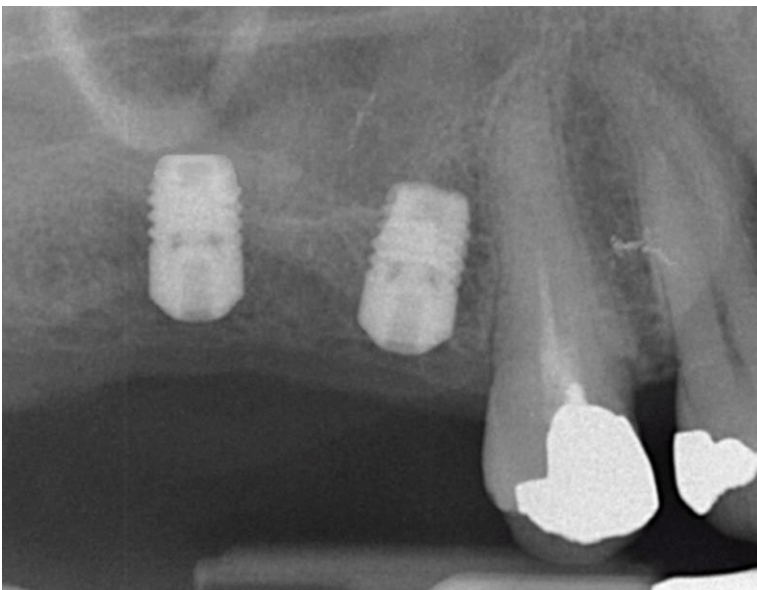


Fig. 10d. Lastra peri-apicale post-inserimento implantare.



Fig. 10e. Visione clinica laterale della protesi fissa definitiva.

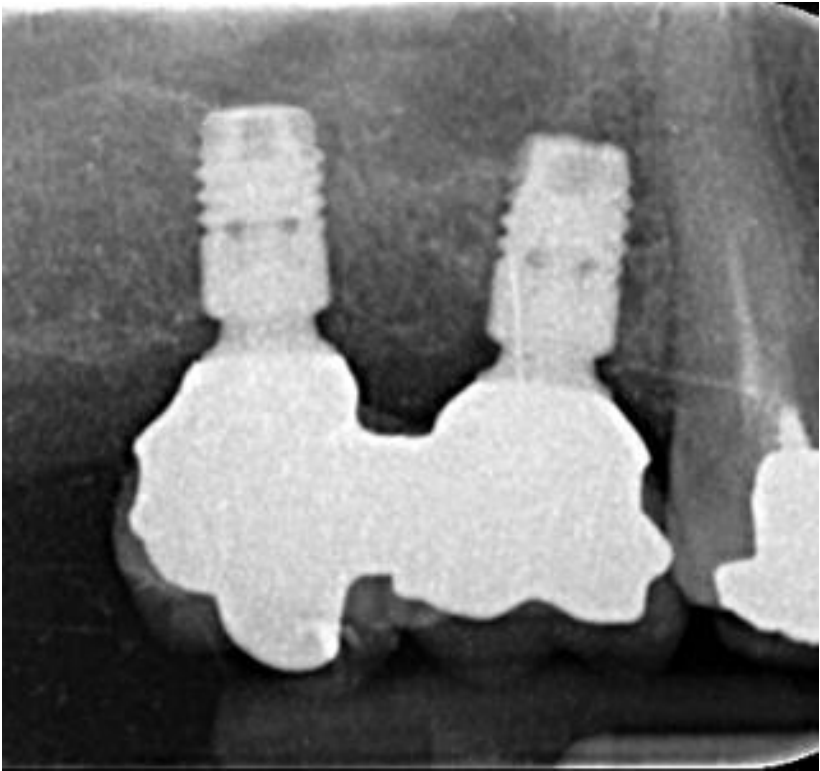


Fig. 10f. Lastra peri-apicale a 3 anni di follow-up.

Parametri clinici e radiografici valutati nello studio

La valutazione clinica e radiografica effettuata durante l'ultima visita di controllo programmata per ciascun paziente, è stata eseguita da due clinici (P.F. and C.E.), e ha previsto: una raccolta completa dei dati clinici dalla cartella e un aggiornamento di tali dati attraverso un questionario da compilare; un completo monitoraggio parodontale; e una lastra peri-apicale di controllo eseguita su tutti gli impianti inclusi nello studio. In aggiunta, tutte le riabilitazioni protesiche fisse sono state fotografate.

I seguenti parametri clinici e radiografici sono stati valutati:

- Sopravvivenza implantare: ogni impianto rimosso per qualsiasi causa è stato considerato un fallimento. La stabilità di ciascun impianto non è, però, stata valutata rimuovendo le protesi fisse.
- Complicanze chirurgiche (intraoperatorie e postoperatorie) includevano: deiscenza della ferita, sanguinamento durante e dopo la chirurgia, perforazione della membrana sinusale, formazione di fistola, infezioni, sinusiti, e perdita di sensibilità.
- L'indice di placca modificato (IP), e l'indice di sanguinamento del solco modificato (IS),¹⁴ sono stati valutati sulle superfici mesiale, distale, buccale e palatale utilizzando una sonda meccanica calibrata (UNC Probe, Hu-Friedy, Chicago, IL, USA). La profondità di tasca (PT) è stata rilevata in millimetri negli stessi siti e nello stesso momento e arrotondata

al millimetro più vicino. In aggiunta, l'altezza della gengiva cheratinizzata (AGC) sul versante vestibolare di ciascun impianto è stata misurata come la distanza fra la giunzione muco-gengivale e il margine libero. I valori di IP, IS, PT, e AGC di ogni paziente sono stati valutati calcolando la media dei valori rilevati su tutti gli impianti inseriti.

- Complicanza biologiche dopo il carico, quali mucosite peri-implantare (infiammazione importante dei tessuti molli senza perdita ossea) o peri-implantite (perdita ossea > 2 mm con suppurazione, infiammazione importante dei tessuti molli, e/o presenza di fistola).¹⁵

- Complicanze protesiche, come decementazione della protesi, svitamento, frattura della vite, della sottostruttura o della ceramica occlusale.

- Livello dell'osso marginale (LOM). Il livello di osso marginale peri-implantare è stato valutato su radiografie periapicali digitali (Digora Optime; Soredex/Orion Corporation, Helsinki, Finland), eseguite con tecnica parallela a cono lungo e porta-lastre individuale (Dentsply Rinn, Elgin, IL, USA) al momento dell'inserimento implantare, alla consegna della protesi e all'ultima visita di controllo. Un esaminatore indipendente (G.C.), per mezzo di un software (Digora for Windows, ver. 2.1; Soredex/Orion Corporation) ha misurato con un cursore su un monitor con ingrandimento 5x, la distanza tra la piattaforma implantare e il livello osseo più coronale ritenuto essere in contatto con la superficie implantare di tutti gli impianti inclusi nello studio.¹⁶ Il cursore è stato calibrato su ogni radiografia utilizzando il diametro della testa dell'impianto. Le misure del

livello osseo mesiale e distale sono state approssimate a 0.01 mm ed è stata calcolata la media rispetto ai livelli del paziente. I cambiamenti nel LOM sono stati calcolati sottraendo il livello osseo misurato durante il follow up dal livello osseo misurato al momento dell'inserimento implantare. La valutazione dell'errore radiografico è stata determinata duplicando la misurazione su 20 lastre a distanza di una settimana. Il coefficiente di correlazione era risultato essere pari a 0.96, considerato eccellente.

Analisi statistica

L'analisi di tutti i dati è stata eseguita utilizzando un software di statistica (GraphPad InStat, GraphPad Software Inc., San Diego, CA). Le statistiche descrittive sono state espresse come medie e deviazioni standard, e come frequenze e percentuali, dove più appropriato. L'unità di analisi statistica era il paziente. Differenze nelle proporzioni di pazienti con impianti falliti e complicazioni sono state paragonate tra i due gruppi utilizzando il test di esatta probabilità di Fisher. L'unpaired t-test con la correzione di Welch è stato utilizzato per individuare le differenze nelle medie tra i due gruppi per quanto riguarda i parametri clinici (IP, IS, e PT) e radiografici (LOM). Il paired t-test è stato utilizzato per individuare le differenze intra-gruppi per quanto riguarda i valori di LOM. Il Mann-Whitney test è stato usato per valutare l'effetto del tipo di protesi (avvitata vs. cementata), del fumo, e dello stato parodontale iniziale sulla perdita di

osso marginale all'interno dei due gruppi. Per tutte le analisi è stato utilizzato un livello di significatività statistica $p < .05$.

3. Risultati

Caratteristiche iniziali dei 2 gruppi di pazienti

Sedici pazienti con 34 impianti sono usciti fuori dallo studio (13.7% dei pazienti) per le seguenti motivazioni: 2 pazienti sono morti per cause non collegate al trattamento implantare, 2 pazienti sono stati trattati con chemioterapia/radioterapia per la cura di tumori maligni durante il periodo di follow-up, 5 pazienti hanno declinato l'invito a presentarsi per la visita di controllo, 3 pazienti sono risultati essere irrintracciabili, e 4 pazienti si sono trasferiti. Un totale di 101 pazienti sono stati disponibili per eseguire la visita di controllo e sono stati, quindi, inclusi nello studio. Questi hanno ricevuto un totale di 209 impianti. Il gruppo seno include 108 impianti in 53 pazienti, e il gruppo impianti corti 101 impianti in 48 pazienti. I pazienti sono stati seguiti per un periodo di follow-up medio di 47.03 ± 7.46 mesi nel gruppo seno e di 43.47 ± 6.1 mesi nel gruppo impianti corti. Le caratteristiche di base dei 2 gruppi di pazienti e i dettagli specifici di ciascun protocollo chirurgico sono presentati nella Tabella 1.

Tabella 1. Caratteristiche generali dei pazienti e delle procedure chirurgiche.

Per paziente	Variabile	Gruppo seno	Gruppo Impianti corti
	Numero di pazienti	53	48
	Età in anni (media ± DS)	55.75 ± 7.53	60 ± 7.15
	< 60 anni	34 (64.1%)	17 (35.4%)
	≥ 60 anni	19 (35.9%)	31 (64.6%)
	Genere		
	maschio	22 (41.5%)	10 (20.9%)
	femmina	31 (58.5%)	38 (79.1%)
	Fumo		
	Mai fumato	29 (54.7%)	19 (39.6%)
	Fumatore in passato	10 (18.9%)	15 (31.2%)
	Fumatore corrente (1-20	14	14 (29.2%)

sigarette al giorno)	(26.4%)	
Numero di pazienti con parafunzioni	5 (9.4%)	3 (6.2%)
Numero di pazienti con parodontite	22 (41.5%)	18 (37.5%)
Numero di impianti per paziente		
≤ 2	47 (88.6%)	37 (77%)
> 2	6 (11.4%)	11 (23%)
Protocollo di inserimento impiantare		
Guarigione sommersa	46 (86.8%)	37 (76.5%)
Guarigione non sommersa	7 (13.2%)	11 (23.5%)
Numero di protesi connesse a impianti anteriori	21 (39.6%)	16 (34%)
Tipo di protesi		
Avvitate	15 (28.4%)	20 (42.5%)
cementate	38 (71.6%)	28 (57.5%)

Tipo di dentizione nell'arcata antagonista			
	Denti naturali	32 (60.3%)	29 (60.3%)
	Protesi rimovibile convenzionale	1 (1.9%)	2 (4.1%)
	Protesi fissa su denti naturali	6 (11.4%)	8 (16.8%)
	Protesi fissa su impianti	14 (26.4%)	9 (18.8%)
	Follow-up in mesi (media ± DS)	47.03 ± 7.46	43.47 ± 6.1
Per	Numero di impianti	108	101
impianto			
o			
	Posizione		
	Primo premolare	5 (4.7%)	4 (4.2%)
	Secondo premolare	41 (37.9%)	25 (24.9%)
	Primo molare	53 (49%)	46 (45.4%)
	Secondo molare	9 (8.4%)	26 (25.5%)
	Lunghezza degli impianti (mm)		
	6		64 (63.2%)

8	37 (36.8%)	
11	25 (23.1%)	
13	69 (63.8%)	
15	14 (13.1%)	
Diametro degli impianti (mm)		
3,5	40 (37%)	26 (25.8%)
4	45 (41.6%)	75 (74.2%)
4,5	23 (21.4%)	
Altezza ossea residua crestale (media ± DS)	4.97 ± 0.82	6.86 ± 0.69

Gruppo seno: impianti di lunghezza standard inseriti contestualmente a un grande rialzo di seno mascellare.

Gruppo impianti corti: impianti di lunghezza 6-8 mm

DS, deviazione standard.

Sopravvivenza implantare e complicazioni

I principali risultati clinici ottenuti durante il follow up sono riassunti nella tabella 2.

Tabella 2. Sommario dei fallimenti implantari e delle complicazioni durante il period di follow up tenendo come riferimento il numero dei pazienti (numero di eventi e loro descrizione in parentesi)

	Gruppo seno (n = 53)	Gruppo impianti corti (n = 48)	p *	OR (95% IC)
Fallimenti implantari	4 (5 impianti)	2 (2 impianti)	.68 (NS)	1.87 (0.32 a 10.74)
Complicazioni chirurgiche	9 (8 perforazioni, 1 sanguinamento intraoperatorio, 1 sinusite acuta)	1 (perforazione)	.01	9.61 (1.16 a 79.05)
Complicazioni biologiche	7 (5 mucositi, 2 peri-implantiti)	4 (3 mucositi, 1 peri-implantite)	.53 (NS)	1.67 (0.45 a 6.12)
Complicazioni protesiche	5 (1 decementazione, 4 fratture ceramica)	2 (1 svitamento, 1 frattura ceramica)	.44 (NS)	2.39 (0.44 a 12.97)

*, Fischer exact test.

NS, non significativo; OR, odds ratio; IC, Intervallo di confidenza.

Sei fallimenti implantari sono avvenuti in 5 pazienti del gruppo seno versus 2 fallimenti in 2 pazienti del gruppo impianti corti, evidenziando un tasso di sopravvivenza cumulativo del 90.6% e del 95.8%, rispettivamente. La differenza nella proporzione di fallimenti fra i 2 gruppi non è significativa, con un $p = 0.44$.

Nel gruppo seno, un paziente fumatore ha avuto una infezione acuta dell'innesto all'interno del seno dopo 3 settimane dalla chirurgia, associata a dolore, gonfiore, pus e formazione di fistola oro-antrale. Il sito è stato inciso e drenato in anestesia locale con la simultanea rimozione di tutto il materiale da innesto e dei 2 impianti in posizione 25 e 26. Terapia antibiotica (Lincocin 500 mg; Pfizer Italia Srl) e ripetute applicazioni di gel contenente 1% di clorexidina sono state somministrate per una settimana dopo il re-intervento. Un a procedura chirurgica aggiuntiva di rialzo di seno utilizzando osso inorganico bovino è stata eseguita allo stesso paziente dopo 1 anno di guarigione senza nessuna complicazione. Gli altri 4 impianti falliti in 4 diversi pazienti non sono risultati essere osteointegrati al momento della loro scoperta, e sono stati sostituiti con impianti più larghi dopo un periodo di guarigione di 4-6 mesi.

Nel gruppo impianti corti, un impianto distale (4 x 6 mm) in opzione 26 è stato rimosso in un paziente fumatore a causa di un eccessivo riassorbimento di osso marginale (4-4.5 mm) in seguito a peri-implantite dopo 28 mesi dal suo inserimento. La protesi è stata accorciata e trasformata da un ponte di 3 in un opnte di 2 elementi. Il paziente è rimasto soddisfatto di questa soluzione e non ha voluto re-inserire

l'impianto perso. L'altro impianto fallito (4 x 6 mm) in posizione 15, ha evidenziato una infezione con suppurazione al momento della sua scoperta, con associata una grave perdita di osso, e è stato rimosso. Questo è stato sostituito con un impianto 4 x 8 mm dopo 5 mesi di guarigione utilizzando una procedura di rialzo di seno per via crestale.

In totale, 21 pazienti del gruppo seno hanno riportato una complicazione versus solo 7 pazienti nel gruppo impianti corti. Dieci complicazioni chirurgiche hanno interessato 9 pazienti nel gruppo seno. Una perforazione della membrana di Schneider è avvenuta in 8 pazienti durante il rialzo di seno. In questi casi, una membrana riassorbibile in collagene (Bio-Gide; Geistlich Biomaterials) è stata adattata e utilizzata per coprire il sito perforato prima dell'inserimento del materiale da innesto.¹⁷ una complicazione grave è avvenuta in uno di questi 8 pazienti, che ha manifestato una infezione acuta a distanza di 3 settimane dalla chirurgia. In un altro paziente, è avvenuto un imoportante sanguinamento dalla parete ossea laterale del seno durante la preparazione della finestra, che è stato risolto mediante applicazioni laser a diodi. Nel gruppo impianti corti, in un solo paziente è avvenuta una complicazione chirurgica: una perforazione della membrana durante l'osteotomia implantare, verificata attraverso la manovra di Valsalva, ma senza nessuna conseguenza clinica. Testando la differenza nella proporzione di complicità chirurgiche fra i 2 gruppi, è emersa una differenza statisticamente significativa, con un $p = 0.01$.

Complicazioni biologiche sono avvenute in 7 pazienti del gruppo seno e in 4 pazienti del gruppo impianti corti. In totale, 11 impianti in 8 pazienti sono stati affetti da mucosite peri-implantare, e tutti i casi sono stati trattati con successo mediante una terapia intercettiva di supporto,¹⁸ consistente in una seduta di pulizia professionale degli impianti seguita da sciacqui con clorexidina allo 0.2% tre volte al giorno per 2 settimane. Due pazienti nel gruppo seno hanno mostrato 2 impianti affetti da peri-implantite dopo 30 mesi e 55 mesi dal loro inserimento. Questi impianti hanno presentato un riassorbimento marginale variabile da 2 a 4 mm con essudato purulento, e sono stati trattati con una chirurgia resettiva.¹⁹ Antibiotici per via sistemica sono stati somministrati al paziente per una settimana. Alla valutazione clinica finale dopo 49 e 60 mesi, condizioni cliniche di salute sono presenti a livello della mucosa peri-implantare di entrambi gli impianti con un moderato sondaggio (5-6 mm) e senza sanguinamento o suppurazione. Un impianto in un paziente del gruppo impianti corti è stato rimosso dopo 28 mesi dal suo posizionamento per una peri-implantite intrattabile. Le complicazioni protesiche nel gruppo seno hanno incluso minime fratture della ceramica in 2 protesi fisse, che sono state lucidate, e una recementazione di una protesi. Inoltre, in una protesi avvitata la ceramizzazione è stata completamente rifatta a seguito di una completa frattura cuspidale dopo 10 mesi. Due complicazioni protesiche (uno svitamento e una minima frattura della ceramica) sono avvenute nel gruppo impianti corti. Non sono emerse differenze statisticamente

significative per quanto riguarda il numero di complicazioni biologiche ($p = 0.53$) e protesiche ($p = 0.68$) fra i 2 gruppi.

Parametri clinici e radiografici

I risultati delle misurazioni cliniche effettuate alla visita finale di follow-up sono illustrati nella tabella 3.

Tabella 3. Comparazione delle medie ottenute dei parametri clinici (\pm DS) fra i due gruppi alla visita di controllo finale

	IP	IS	PT (mm)	AGC (mm)
Gruppo seno (n = 63)	0.6 \pm 0.68	0.53 \pm 0.69	3.57 \pm 0.89	2.85 \pm 0.89
Gruppo impianti corti (n = 47)	0.51 \pm 0.58	0.4 \pm 0.57	3.18 \pm 0.79	2.63 \pm 0.79
Differenza (95% CI)	0.09 (-0.15 a 0.34)	0.13 (-0.11 a 0.39)	0.39 (0.06 a 0.73)	0.22 (-0.16 a 0.60)
<i>p</i>*	.44	.29	.02	.26

IP, indice di placca modificato; IS, indice di sanguinamento modificato; PT, profondità di tasca al sondaggio; AGC, altezza di gengiva cheratinizzata.

*, Unpaired t-test

Valori di IP pari a 1 e 2 sono stati registrati nel 51% e nel 46.8% dei pazienti del gruppo seno e del gruppo impianti corti, rispettivamente, senza riportare una differenza statisticamente significativa fra i 2 gruppi. I valori medi di IS sono risultati essere simili fra i 2 gruppi, con valori ≥ 1

registrati nel 43.4% e nel 36.1% dei pazienti del gruppo seno e del gruppo impianti corti, rispettivamente. I valori medi di PT nel gruppo seno (3.57 ± 0.89) sono risultati essere significativamente maggiori ($p = 0.02$) di quelli riscontrati nel gruppo impianti corti (3.18 ± 0.79). In 27 pazienti (50.9%) del gruppo seno e in 36 pazienti (74.8%) del gruppo impianti corti, i valori di PT non superavano 3 mm. PT è risultata essere fra 3 e 5 mm in 19 pazienti (35.8%) del gruppo seno e in 9 pazienti (18.9%) del gruppo impianti corti. I rimanenti 7 pazienti (13.3%) del gruppo seno e 3 pazienti (6.3%) del gruppo impianti corti hanno riportato valori di PT superiori a 5 mm. In aggiunta, non è stata riscontrata nessuna differenza statisticamente significativa fra i 2 gruppi per quanto riguarda i valori medi della AGC [gruppo seno, 2.85 ± 1.02 (range 1 to 5.5 mm), gruppo impianti corti, 2.63 ± 0.84 (range 1 to 5 mm)].

La valutazione radiografica ha evidenziato che tutti gli impianti di entrambi i gruppi sono rimasti osseointegrati per la durata del follow-up, come dimostrato dalla assenza di radiolucenze peri-implantare sulle radiografie di controllo. Per quanto riguarda i valori medi del LOM per i 2 gruppi, entrambi hanno perso una piccola quantità di osso marginale attorno agli impianti durante il periodo di follow-up, e questa perdita nel tempo si è dimostrata statisticamente significativa ($p < .0001$). La differenza fra le due tecniche nel riassorbimento del LOM al momento del carico ($p = .07$), e alla visita di controllo finale ($p = .11$) non si è dimostrata essere statisticamente significativa (Tabella 4).

Tabella 4. Comparazione delle medie dei livelli ossei marginali (LOM) e dei relativi riassorbimenti (\pm DS) fra i 2 gruppi nei differenti periodi di tempo

LOM	Inseriment o implantare	Carico	Follow up finale	p^*
Gruppo seno ($n = 53$)	0.03 \pm 0.08	0.34 \pm 0.36	0.67 \pm 0.59	< .0001
Gruppo impianti corti ($n = 48$)	0.02 \pm 0.05	0.22 \pm 0.3	0.5 \pm 0.49	< .0001
Cambiamento del LOM	Gruppo seno	Gruppo impianti corti	Differenza (95% CI)	p^\dagger
Dall'inserimento al carico	0.31 \pm 0.35	0.19 \pm 0.29	0.11 (-0.01 a 0.25)	.07
Dall'inserimento al follow up finale	0.64 \pm 0.58	0.47 \pm 0.48	0.16 (-0.04 a 0.38)	.11

* Paired t test.

† Unpaired t test.

La maggior parte dei pazienti sia nel gruppo seno ($n = 43$; 81.1%) che nel gruppo impianti corti ($n = 44$; 91.5%) ha presentato un riassorbimento osseo complessivo che varia da 0 a 1 mm; 8 pazienti (15%) nel gruppo seno e 3 pazienti (6.4%) nel gruppo impianti corti hanno mostrato un

rissorbimento variabile da 1 a 2 mm; e solo 2 pazienti (3.9%) nel gruppo seno e 1 paziente (2.1%) nel gruppo impianti corti ha avuto un riassorbimento osseo superiore a 2 mm al momento del follow up finale. Inoltre, le misurazioni radiografiche hanno mostrato come nessuna delle variabili testate (stato parodontale iniziale, tipo di protesi fissa e fumo) abbia avuto un ruolo significativo nel riassorbimento osseo peri-implantare nei due gruppi di studio (Tabella 5).

Tabella 7. Valutazione dell'effetto del fumo, del tipo di protesi fissa, e dello stato parodontale iniziale sul riassorbimento dei livelli ossei marginali (LOM) nei 2 gruppi di studio

Caratteristiche	Gruppo seno (n = 53)	Gruppo impianti corti (n = 48)
Fumo		
sì	0.85 ± 0.8 (n = 14)	0.68 ± 0.69 (n = 14)
no	0.56 ± 0.48 (n = 39)	0.38 ± 0.34 (n = 34)
p*	.21	.06
Restoration design		
Avvitata	0.59 ± 0.47 (n = 15)	0.45 ± 0.41 (n = 20)
Cementata	0.66 ± 0.63 (n = 38)	0.50 ± 0.53 (n = 28)
p*	.84	.99
Condizione		

parodontale iniziale		
parodontite	0.75 ± 0.52 (n =21)	0.66 ± 0.67 (n =18)
no parodontite	0.57 ± 0.62 (n = 32)	0.35 ± 0.27 (n = 30)
p*	.08	.07

*, Mann-Whitney test

4. Discussione

Il presente studio retrospettivo è stato pianificato per valutare se gli impianti corti (6-8 mm) potessero rappresentare una valida alternativa per la riabilitazione dei settori posteriori atrofici del mascellare superiore in comparazione con l'utilizzo di impianti standard di lunghezza (≥ 11 mm) inseriti simultaneamente ad un grande rialzo di seno mascellare, procedura considerata essere molto predicibile in letteratura scientifica.²⁰⁻
²³ Le variabili analizzate nello studio hanno mostrato come entrambe le tecniche garantiscano gli stessi risultati clinici e radiografici dopo un periodo di osservazione medio di almeno 3 anni; comunque, possono essere annotate alcune tendenze interessanti. E' presente una tendenza ad un maggior numero di fallimenti implantari e complicazioni chirurgiche associate alla tecnica più invasiva: nove pazienti nel gruppo seno versus solo uno nel gruppo impianti corti hanno riportato complicazioni intra- e post-operatorie. In particolare, una complicità post-operatoria maggiore (infezione acuta dell'innesto osseo) è avvenuta nel gruppo seno, che ha

comportato il completo fallimento della procedura rigenerativa e la rimozione di entrambi gli impianti, causando ulteriore discomfort per il paziente. Sebbene non sia stata trovata nessuna differenza significativa, un maggior numero di fallimenti implantari si è verificato nel gruppo seno (6 versus 2). Questi numeri sono semplicemente troppo esigui per trarre conclusioni definitive, ma una simile tendenza è stata osservata anche in due precedenti studi clinici randomizzati,^{11,24} che hanno comparato impianti corti con impianti lunghi inseriti in siti ricostruiti mediante un rialzo di seno mascellare. Un recente studio clinico randomizzato²⁴ ha comparato impianti corti da 8 mm posizionati attraverso una procedura di rialzo di seno per via crestale, con impianti lunghi posizionati attraverso una procedura di grande rialzo di seno mascellare con un innesto composito costituito da osso autologo e osso inorganico bovino con una percentuale di 50:50. Sebbene i risultati a 5 anni non hanno evidenziato nessuna differenza significativa, un maggior numero di fallimenti implantari (5 versus 1) e un maggior numero di complicanze biologiche serie (4 versus 1) sono avvenute nel gruppo impianti lunghi rispetto al gruppo impianti corti. Sebbene alcune importanti differenze esistono fra il presente studio e quelli menzionati precedentemente (i.e. il disegno dello studio, l'utilizzo di diversi tipi di impianti e innesti ossei, il tempo di inserimento e carico implantare, e la lunghezza degli impianti corti), i risultati di tutti e 3 gli studi sono concordi nel suggerire che gli impianti corti possono rappresentare una soluzione preferibile agli impianti lunghi inseriti con una procedura di rialzo di seno mascellare in un periodo di

follow-up a medio-termine. La questione più importante è se questo vantaggio clinico riportato dagli impianti corti in questo studio possa essere mantenuto nel lungo tempo. Infatti, dopo molti anni di carico gli impianti corti potrebbero presentare una più elevata percentuale di fallimento dovuta al progressivo riassorbimento di osso marginale o al sovraccarico occlusale collegato all'elevato rapporto corona-impianto.^{4,5,25} E' stato dimostrato che i fallimenti implantari tardivi solitamente avvengono dopo un periodo di carico superiore a 5 anni, come conseguenza di un processo finale di peri-implantite.^{26,27} Solo una valutazione dei casi dopo un periodo di follow up lungo, potrà dare risposta a tale domanda.

Per quanto riguarda il riassorbimento dell'osso marginale attorno agli impianti e prendendo come riferimento il livello osseo al momento del posizionamento implantare, il gruppo seno ha presentato una media di riassorbimento finale pari a 0.64 ± 0.58 mm e il gruppo impianti corti pari a 0.47 ± 0.48 mm. Solamente pochi pazienti in entrambi i gruppi (18.9% nel gruppo seno e 8.5% nel gruppo impianti corti) hanno dimostrato una perdita di osso marginale superiore a 1 mm durante il periodo di osservazione. Si potrebbe speculare che il fatto di splintare gli impianti insieme e di adottare una occlusione protetta attraverso una guida canina o di gruppo possa avere trasmesso meno stress a livello della superficie implantare,^{28,29} che ha avuto come conseguenza un limitato riassorbimento osseo in entrambi i gruppi. La differenza media nel riassorbimento osseo finale fra i gruppi (0.16 mm) è risultata essere non

significativa. Questo risultato radiografico di una differenza molto limitata fra i 2 gruppi è in accordo con un precedente studio clinico randomizzato,¹¹ sebbene un diverso sistema impiantare è stato utilizzato per trattare siti atrofici sia a livello mandibolare che mascellare, e il follow-up era di 1 anno dall'inizio del carico protesico. Inoltre, l'andamento del riassorbimento osseo nel tempo è risultato essere virtualmente fra i 2 gruppi. La differenza fra i valori medi di LOM al posizionamento impiantare e alla valutazione finale di controllo è stata significativa in entrambi i gruppi ($p < .0001$). Approssimativamente 0.2-0.3 mm di osso marginali sono stati persi nel periodo dal posizionamento al carico impiantare, dopo tale periodo, il riassorbimento osseo si è stabilizzato in quanto solo circa 0.3 mm di osso sono stati persi negli anni successivi. Alla valutazione finale, una media di 0.67 ± 0.59 e 0.5 ± 0.49 mm di osso marginale sono stati persi nel gruppo seno e nel gruppo impianti corti, rispettivamente. Questi risultati sono in accordo con quelli precedentemente riportati in studi precedenti sui risultati longitudinali di impianti inseriti in siti aumentati attraverso procedure di grande rialzo di seno mascellare.^{30,31} Inoltre, questi valori sono anche simili a quelli riportati in studi longitudinali su impianti di lunghezza standard inseriti in osso nativo.^{32,33} Basandosi su questi risultati, possiamo, quindi, affermare che la totale lunghezza dell'impianto ingaggiata all'interno dell'osso alveolare sembra non influenzare l'entità del riassorbimento osseo peri-implantare dopo un follow up di medio termine di almeno 3 anni dal loro inserimento.

Il basso livello di riassorbimento dell'osso marginale riportato nel presente studio può essere direttamente collegato al rigoroso monitoraggio parodontale a cui i pazienti sono stati sottoposti, come si evidenzia dai bassi livelli nei valori medi di IP e IS in entrambi i gruppi. Studi precedenti hanno dimostrato come la presenza di placca e l'infiammazione dei tessuti molli peri-implantari siano associati al riassorbimento dell'osso marginale.^{34,35} Sebbene non sia presente nessuna differenza nei valori medi di IP e IS fra i 2 gruppi, la media dei valori di PT risulta essere maggiore nel gruppo seno (3.57 ± 0.89) rispetto al gruppo impianti corti (3.18 ± 0.79). Le ragioni di questa differenza non sono spiegabili, comunque, questa piccola differenza di meno di 0.5 mm nei sondaggi fra i 2 gruppi non sembra aver avuto nessun effetto clinico.

I risultati del presente studio devono essere interpretati con cautela in quanto sono presenti alcune limitazioni intrinseche nello studio: i dati non sono stati raccolti in maniera prospettiva, ma retrospettiva; i gruppi non sono paragonabili nelle caratteristiche iniziali (i pazienti nel gruppo seno mostrano in media 2 mm in meno di osso alveolare iniziale e sono circa 5 anni più giovani dei pazienti del gruppo impianti corti); gli operatori hanno inserito i pazienti nei 2 gruppi secondo le loro preferenze; e i pazienti sono stati seguiti per periodi di tempo differenti. In particolare, il disegno di studio retrospettivo ha importanti limitazioni nel paragonare clinicamente due o più opzioni terapeutiche, in quanto tende a sottostimare i problemi. Infatti, l'alto numero di fuoriuscite di pazienti dallo studio ($n = 16$; 13.7% del campione totale), e la mancanza della

valutazione della stabilità per ciascun impianto dopo aver rimosso le protesi, potrebbero aver sottostimato il numero reale di fallimenti implantari.

5. Conclusioni

In conclusione, i dati ottenuti da questo studio retrospettivo hanno indicato che entrambi gli approcci chirurgici per la riabilitazione della mascellare superiore atrofico hanno ottenuto risultati simili e di successo dopo un follow up di almeno 3 anni dal posizionamento implantare, sebbene gli impianti corti hanno evidenziato un minor numero di complicazioni chirurgiche e un minor discomfort per i pazienti rispetto al posizionamento di impianti standard contemporaneamente ad una procedura di grande rialzo di seno mascellare. Di conseguenza, gli impianti corti possono rappresentare una opzione preferibile in casi propriamente selezionati. Un maggior numero di studi clinici prospettivi e con un follow up a più lungo termine sono necessari per validare i risultati del presente studio.

11. Bibliografia dello studio clinico retrospettivo

1. Sharan A, Madjar D. Maxillary sinus pneumatization following extractions: a radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008; 23:48–56.
2. Nkenke E, Stelzle F. Clinical outcomes of sinus floor augmentation for implant placement using autogenous bone or bone substitutes: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20(Suppl 4):124–133.
3. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res* 2006; 17(Suppl 2):35–51.
4. Blanes RJ, Bernard JP, Blanes ZM, Belser UC. A 10-year prospective study of ITI dental implants placed in the posterior region. II: Influence of the crown-to-implant ratio and different prosthetic treatment modalities on crestal bone loss. *Clin Oral Implants Res* 2007; 18:707–714.
5. Urdaneta RA, Rodriguez S, McNeil DC, Weed M, Chuang SK. The effect of increased crown-to-implant ratio on single-tooth locking-taper implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010; 25:729–743.
6. Sun HL, Huang C, Wu YR, Shi B. Failure rates of short (≤ 10 mm) dental implants and factors influencing their failure: a

systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011; 26:816–825.

7. das Neves FD, Fones D, Bernardes SR, et al. Short implants-an analysis of longitudinal studies. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006; 21:86–93.

8. Renouard F, Nisand D. Short implants in the severely resorbed maxilla: a 2-year retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005; 7(Suppl 1):104–110.

9. Maló P, de Araújo Nobre M, Rangert B. Short implants placed one-stage in maxillae and mandibles: a retrospective clinical study with 1 to 9 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res* 2007; 9:15–21.

10. Corrente G, Abundo R, des Ambrois AB, Savio L, Perelli M. Short porous implants in the posterior maxilla: a 3-year report of a prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2009; 29:23–29.

11. Esposito M, Pellegrino G, Pistilli R, Felice P. Rehabilitation of posterior atrophic edentulous jaws: prostheses supported by 5 mm short implants or by longer implants in augmented bone? One-year results from a pilot randomised clinical trial. *Eur J Oral Implantol* 2011; 4:21–30.

12. Cannizzaro G, Felice P, Minciarelli AF, Leone M, Viola P, Esposito M. Early implant loading in the atrophic posterior maxilla: 1-stage lateral versus crestal sinus lift and 8 mm hydroxyapatite-coated implants. A 5-year randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* 2013; 6:13-25.
13. Kim Y, Oh TJ, Misch CE, Wang HL. Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16:26–35.
14. Mombelli A, van Oosten MA, Schurch E, Jr, Land NP. The micro-biota associated with successful and failing osseointegrated titanium implants. *Oral Microbiol Immunol* 1987; 2:145–151.
15. Atieh MA, Alsabeeha NH, Faggion CM Jr, Duncan WJ. The frequency of peri-implant diseases: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol.* 2013; 84:1586-1598.
16. Cecchinato D, Olsson C, Lindhe J. Submerged or non-submerged healing of endosseous implants to be used in the rehabilitation of partially dentate patients. *J Clin Periodontol* 2004; 31:299–308.
17. Proussaefs P, Lozada J. The “Loma Linda pouch”: a technique for repairing the perforated sinus membrane. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003; 23:593-597.

18. Lang NP, Wilson TG, Corbet EF. Biological complications with dental implants: their prevention, diagnosis and treatment. *Clin Oral Implants Res*. 2000; 11 (Suppl 1):146-155.
19. Romeo E, Lops D, Chiapasco M, Ghisolfi M, Vogel G. Therapy of peri-implantitis with resective surgery. A 3-year clinical trial on rough screw-shaped oral implants. Part II: radiographic outcome. *Clin Oral Implants Res* 2007; 18:1791-87.
20. Peleg M, Mazor Z, Garg AK. Augmentation grafting of the maxillary sinus and simultaneous implant placement in patients with 3 to 5 mm of residual alveolar bone height. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999; 14:549-556.
21. Browaeys H, Bouvry P, De Bruyn H. A literature review on biomaterials in sinus augmentation procedures. *Clin Implant Dent Relat Res* 2007; 9:166–177.
22. Aghaloo TL, Moy PK. Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007; 22(Suppl):49–70.
23. Ferreira CE, Novaes AB, Haraszthy VI, Bittencourt M, Martinelli CB, Luczyszyn SM. A clinical study of 406 sinus augmentations with 100% anorganic bovine bone. *J Periodontol*. 2009; 80:1920-1927.

24. Cannizzaro G, Felice P, Minciarelli AF, Leone M, Viola P, Esposito M. Early implant loading in the atrophic posterior maxilla: 1-stage lateral versus crestal sinus lift and 8 mm hydroxyapatite-coated implants. A 5-year randomized controlled trial. *Eur J Oral Implantol*. 2013; 6:13-25.
25. Birdi H, Schulte J, Kovacs A, Weed M, Chuang SK. Crown-to-implant ratios of short-length implants. *J Oral Implantol* 2010; 36:425–433.
26. Karoussis IK, Salvi GE, Heitz-Mayfield LJA, Bragger U, Hammerle CHF, Lang NP. Long-term implant prognosis in patients with and without a history of chronic periodontitis: a 10-year prospective cohort study of the ITI Dental Implant System Clin. *Oral Impl. Res* 2003; 14:329–339
27. Rocuzzo M, De Angelis N, Bonino L, Aglietta M. Ten-year results of a three arms prospective cohort study on implants in periodontally compromised patients. Part 1: implant loss and radiographic bone loss. *Clin Oral Impl Res* 2010; 21:490–496.
28. Misch CE, Steigenga J, Barboza E, Misch-Dietsh F, Cianciola LJ, Kazor C. Short dental implants in posterior partial edentulism: A multicenter retrospective 6-year case series study. *J Periodontol* 2006; 77:1340-1347.
29. Bergkvist G, Simonsson K, Rydberg K, Johansson F, Dérand T. A finite element analysis of stress distribution in bone tissue

surrounding uncoupled or splinted dental implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008; 10:40-46.

30. Bornstein MM, Chappuis V, von Arx T, Buser D. Performance of dental implants after staged sinus floor elevation procedures: 5-year results of a prospective study in partially edentulous patients. *Clin Oral Implants Res* 2008; 19:1034–1043.

31. Fermergård R, Astrand P. Osteotome sinus floor elevation without bone grafts—a 3-year retrospective study with Astra Tech implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2011; 14:198-205.

32. Weber HP, Crohin CC, Fiorellini JP. A 5-year prospective clinical and radiographic study of non-submerged dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2000; 11:144–153.

33. Laurell L, Lundgren D. Marginal bone level changes at dental implants after 5 years in function: a meta-analysis. *Clin Implant Dent Relat Res* 2011; 13:19–28.

34. Teixeira ER, Sato Y, Akagawa Y, Kimoto T. Correlation between mucosal inflammation and marginal bone loss around hydroxyapatite-coated implants: a 3-year cross-sectional study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997; 12:74–81.

35. Tang Z, Sha Y, Lin Y, Zhang G, Wang X, Cao C. Peri-implant mucosal inflammation and bone loss: clinical and radiographic

evaluation of 108 dental implants after 1-year loading. Chin J Dent Res 2000; 3:15–20.