



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE ODONTOSTOMATOLOGICHE
33° CICLO

DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOMEDICHE, CHIRURGICHE E ODONTOIATRICHE

TESI DI DOTTORATO DI RICERCA
**STUDIO PILOTA SULL'ACCURATEZZA DELLA METODICA DI
IMPLANTOLOGIA ZIGOMATICA GUIDATA**

Dr Alessandro Bolzoni
Matr. R11835

TUTOR Prof. Aldo Bruno Gianni

COORDINATORE DEL DOTTORATO Prof. Massimo del Fabbro

A.A. 2019/2020

SOMMARIO

1. Introduzione
2. Considerazioni anatomiche
 - 2.1. Osso zigomatico
 - 2.2. Osso mascellare
3. Anatomia chirurgica
4. Zygomatic anatomy guided approach
 - 4.1. Zaga 0
 - 4.2. Zaga 1
 - 4.3. Zaga 2
 - 4.4. Zaga 3
 - 4.5. Zaga 4
5. Indicazioni e controindicazioni
6. Tecnica chirurgica a mano libera
7. Tecnica chirurgica guidata
 - 7.1. Flow chart chirurgia implantare zigomatica guidata
8. Indagini radiologiche
 - 8.1. Analisi pre-chirurgica
 - 8.2. Analisi post-chirurgica
9. Riabilitazione protesica
 - 9.1. Analisi pre-operatoria e indicazioni protesiche
 - 9.2. Protesi provvisoria
 - 9.3. Protesi definitiva
10. Complicanze
 - 10.1. Complicanze intraoperatorie
 - 10.2. Complicanze precoci
 - 10.3. Complicanze tardive
 - 10.4. Complicanze protesiche
11. Scopo dello studio
12. Materiali e metodi
 - 12.1. Valutazione dell'obiettivo primario
 - 12.1.1. Valutazione dell'accuratezza
 - 12.2. Valutazione degli obiettivi secondari
 - 12.2.1. Correlazione tra impianto pianificato e posizionato
 - 12.2.2. Correlazione tra multi unit aboutment pianificato e posizionato
 - 12.2.3. Complicanze intra-operatorie
 - 12.2.4. Complicanze post-operatorie
 - 12.2.5. Tempo trascorso tra intervento e carico protesico
 - 12.2.6. Survival rate e success rate implantare
13. Risultati
 - 13.1. Risultati sull'accuratezza della tecnica chirurgica di implantologia zigomatica guidata
 - 13.2. Risultati sulla corrispondenza tra materiali impianto protesici pianificati e posizionati
 - 13.3. Risultati clinici
14. Discussione
15. Conclusioni
16. Bibliografia

1. INTRODUZIONE

Negli ultimi decenni i clinici hanno focalizzato l'attenzione sulla risoluzione di nuove problematiche emergenti, correlate principalmente all'aumento progressivo dell'aspettativa di vita, tra cui la chirurgia riabilitativa delle ossa mascellari.

La perdita degli elementi dentari è, secondo la letteratura, uno dei parametri direttamente collegati all'età; perciò, parallelamente all'invecchiamento della popolazione, cresce, il numero dei pazienti con edentulismo totale dei mascellari, condizione che provoca problematiche sia estetiche che funzionali, richiedendo un trattamento complesso, soprattutto se accompagnato da atrofia estrema delle basi ossee.

Molte persone, anche di età avanzata, conducono oggi una vita sociale e lavorativa completa in tutti i suoi aspetti ed i deficit fisiologici e funzionali legati all'edentulia risultano essere causa di insoddisfazione e gravi limitazioni psico-sociali.

È necessario poi considerare una percentuale non trascurabile di pazienti giovani che si trovano precocemente in una condizione di edentulismo totale o parziale in conseguenza di traumi, resezioni post-tumorali, malformazioni o grave malattia parodontale. La diversa importanza che oggi viene conferita all'estetica produce in loro richieste terapeutiche spesso più esigenti che in passato.

A seguito delle estrazioni degli elementi dentari, le creste alveolari residue vanno incontro a un rimodellamento osseo che comporta cambiamenti sia dell'osso corticale sia di quello midollare¹.

La caratteristica principale di questo processo è la continua riduzione in volume dell'osso rimanente, ascrivibile all'azione degli osteoclasti in sede periostale che si accompagna a neoformazione di osso endostale. Il riassorbimento della cresta residua si verifica più rapidamente tra i 6 mesi e i 2 anni conseguenti all'estrazione dentaria, ma in molti soggetti prosegue con il passare degli anni fino alla morte, con un'importante perdita di struttura dei due mascellari.

Prima dell'avvento degli impianti osteointegrati, la terapia d'elezione per il trattamento degli edentulismi era unicamente la protesi mobile totale. Questo manufatto rimovibile, ancora oggi largamente utilizzato per ragioni economiche o nei casi in cui non sia indicata l'implantologia, dipende in modo sostanziale dal supporto osseo fornito dalla cresta residua per ritenzione,

stabilità, comfort, funzione ed estetica. Se, però, la base ossea è in costante cambiamento per un periodo di tempo indefinito, anche le protesi migliori diventano insoddisfacenti per il paziente e richiedono continue ribasature per ripristinarne la qualità.

L'introduzione in campo odontoiatrico della tecnica implantare negli anni '80 ha costituito un punto di svolta permettendo la realizzazione di nuovi piani di cura. L'utilizzo di impianti osteointegrati al posto di protesi totali a ritenzione osteomucosa permette, infatti, di mantenere il trofismo osseo perché sottoposto a carico ².

Nonostante le numerose opportunità tecniche oggi a disposizione del clinico, la riabilitazione impianto-protetica risulta essere una sfida molto complessa qualora comporti il trattamento di un mascellare atrofico, in quanto tale procedura è poco predicibile in termini assoluti ^{3,4}.

Sono state introdotte nel corso degli anni molte pratiche, riportate nella letteratura del settore, che prevedono, ove possibile, un approccio minimamente invasivo come ad esempio impianti inclinati, impianti nella regione parasinusale, impianti pterigoidei, impianti corti, oppure un approccio ricostruttivo con l'applicazione di metodiche differenti quali il rialzo di seno mascellare, l'utilizzo di innesti di osso autologo prelevati in differenti sedi corporee, il ricorso a tecniche di rigenerazione ossea guidata, sino alla riabilitazione con lembi liberi ossei ^{3,4,5,6,7,8,9,10,11}.

Non esistono, purtroppo, conclusioni univoche sulle corrette indicazioni agli interventi dal momento che ogni caso si presenta con caratteristiche particolari e poco ripetibili.

Gli studi a lungo termine, che presentano un follow-up di oltre 15 anni, risultano quanto mai disomogenei, perché valutati con criteri non sovrapponibili ^{12,13}.

Quasi nessuno degli Autori, infatti, ha valutato i risultati in base al residuo osseo presente al momento dell'intervento di innesto, che sembra il fattore prognostico più importante, anche più dei materiali utilizzati nelle ricostruzioni ¹⁴.

È dunque difficile formulare valutazioni attendibili, su numeri importanti, con un lungo follow-up per interventi tanto diversi ma un elemento risulta appurato al di fuori di ogni dubbio: almeno il 30% delle ricostruzioni di grandi volumi ossei a 10 anni presenta importanti problematiche, qualunque sia stata la scelta terapeutica ^{15,16}.

Fatte queste premesse, si è sentita la necessità di sviluppare nuovi trattamenti mini-invasivi e/o di recuperarne altri precedentemente accantonati, anche sfruttando le nuove tecnologie.

In quest'ultimo gruppo si collocano gli impianti zigomatici.

L'idea, infatti, è ascrivibile a Linkow che li descrisse in un testo di implantologia nel 1970¹⁷.

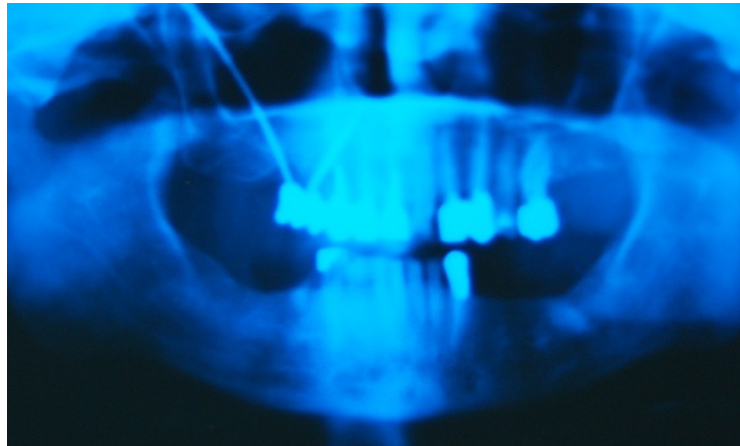


Figura 1 ortopantomografia raffigurante uno dei primi impianti zigomatici "a filo" descritti in letteratura. Linkow 1970¹⁷

La tecnica venne, in seguito, perfezionata da Branemark nel 1988^{12,13,18}. Il posizionamento degli impianti zigomatici era previsto per pazienti con gravi deficit e atrofie del mascellare superiore dovuti a problematiche oncologiche e/o deficit congeniti. Negli anni a seguire, gli impianti zigomatici sono diventati una valida alternativa alle ricostruzioni ossee per la riabilitazione del mascellare atrofico, poiché presenta alte percentuali di successo^{10,11,18,19}.

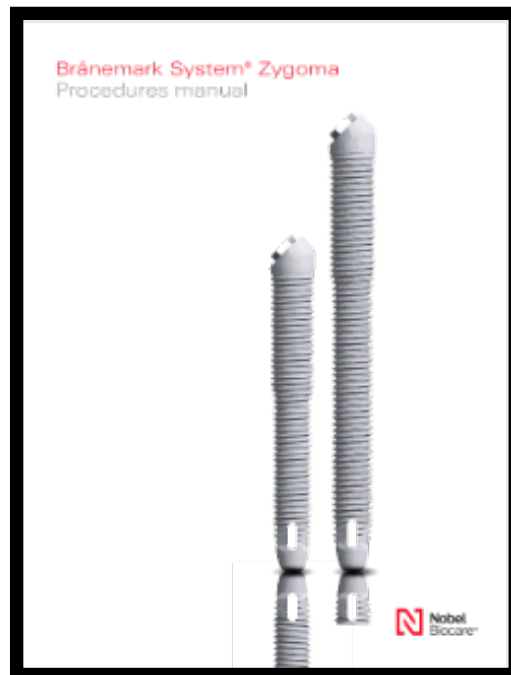


Figura 2 Protocollo di posizionamento impianti zigomatici secondo Branemark 1998.¹²

La semplicità del trattamento diminuisce il costo biologico dell'intervento, la morbilità post-operatoria e il tempo di guarigione, se paragonata agli interventi ricostruttivi pre-protetici maggiori.

A ciò si aggiunge l'importante vantaggio che scaturisce dalla possibilità di effettuare, salvo situazioni particolari, il carico immediato degli impianti.

Il procedimento, se correttamente eseguito, facilita la riabilitazione del mascellare e produce un pronto recupero della funzione oclusale ^{20,21}.

Il percorso riabilitativo che viene affrontato prevede l'utilizzo di protesi ortopediche avvitate, ancorate a soli impianti zigomatici oppure supportate anche da impianti tradizionali nel settore mascellare anteriore.

In casi particolari sono utilizzate protesi miste su barra oppure estetiche in metallo-ceramica.

L'originale protocollo di Branemark prevedeva il passaggio intrasinusale del corpo dell'impianto zigomatico, ma è stato modificato sia per evitare le potenziali sequele flogistiche¹⁸ sia perché il decorso dell'impianto all'interno del seno mascellare conduceva ad un eccessivo ingombro dell'emergenza palatale dello stesso, con conseguenze protesiche di non facile gestione per il paziente¹⁴.

La tecnica attualmente utilizzata si basa su un approccio extra o para-antrale denominato iuxtasinusale con un minimo coinvolgimento dello spazio respiratorio del seno mascellare, che presuppone il rispetto della membrana e quindi la preservazione totale della funzione.

Con la nuova tecnica, inoltre, l'impianto risulta più verticale ed il moncone si trova allineato in posizione migliore sulla cresta ossea alveolare residua per la successiva riabilitazione protesica.

Il miglioramento della procedura, insieme alla constatazione che i risultati a lungo termine degli impianti zigomatici sono estremamente favorevoli, anche valutati su casistiche sempre maggiori ¹⁴, ne ampliano ulteriormente le indicazioni.

Così l'intervento, da soluzione terapeutica estrema, viene rivisitato ad una vera e propria risorsa ricostruttiva, da utilizzare in esclusiva o associata ad altri metodi riabilitativi.

Oggi con l'avvento della chirurgia CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) si stanno aprendo nuovi scenari. La chirurgia computer assistita (CAS Computer Aided Surgery) introdotta in chirurgia implantare tradizionale, ha avuto un notevole sviluppo nell'ambito della chirurgia maxillo-facciale sino a costituire parte integrante dei nuovi sofisticati trapianti di faccia ^{22,23,24,25,26}.

La letteratura non presenta molti lavori scientifici dedicati all'accuratezza della chirurgia CAS applicata al posizionamento di impianti zigomatici. Alcuni Autori hanno pubblicato lavori con buoni risultati su cadavere ^{27,28,29}, altri sull'accuratezza del posizionamento implantare mediante l'utilizzo di navigatori intraoperatori ³⁰. Tutte le pubblicazioni presenti in letteratura presentano, però, la caratteristica di utilizzare guide implantari prese in prestito dalla chirurgia implantare tradizionale e adattate alla chirurgia implantare zigomatica. Alcuni lavori suggeriscono l'utilizzo di guide implantari doppie che, oltre ad essere di eccessivo ingombro all'interno del cavo orale, introducono una maggiore possibilità di errore nel posizionamento implantare. Una classica guida per implantologia tradizionale non è adatta all'utilizzo intraorale per la chirurgia zigomatica a causa della difficoltà di introdurre frese molto lunghe all'interno di boccole. Inoltre, la chirurgia guidata zigomatica dovrebbe poter essere di aiuto nel progettare riabilitazioni che, oltre ad evitare le complicanze dell'implantologia zigomatica, permettessero la realizzazione di manufatti protesici confortevoli e performanti.

La collaborazione con Noris Medical Ltd. (Noris Medical Ltd. Headquarters and R&D center 8 Haatasia st. Nesher 3688808, Israel) ci ha permesso l'utilizzo di un kit di guide e frese creato e dedicato esclusivamente all'implantologia zigomatica guidata. L'intuizione del progetto chiamato "EZgoma Inverted Supports Technique" è stata nello sdoppiare la boccola d'ingresso della fresa, in modo da creare uno slot dove alloggiare comodamente gli strumenti lavoranti anche in spazi ristretti.

Scopo della mia ricerca è stato, pertanto, grazie alla collaborazione con Noris Medical, la valutazione dell'accuratezza della tecnica chirurgica di posizionamento di impianti zigomatici mediante CAS, così come è stato fatto in chirurgia implantare tradizionale^{31,32} e in chirurgia maxillo-facciale ³³.

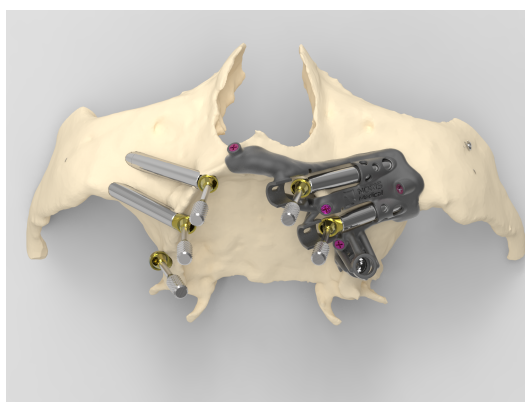


Figura 3 EZgoma inverted supports technique guide: guida in titanio a supporto osseo per la realizzazione di implantologia zigomatica guidata.

2. CONSIDERAZIONI ANATOMICHE

2.1 OSSO ZIGOMATICO

L'osso zigomatico è costituito da un corpo o lamina basale di forma quadrangolare con asse maggiore posto su un piano orizzontale e presenta quattro angoli e quattro margini. L'angolo superiore volge verso l'interno e va a formare il processo frontale o fronto-sfenoidale, triangolare in sezione trasversa, che si articola con l'osso frontale e con lo sfenoidale.

L'angolo posteriore continua nel processo temporale che si unisce al processo zigomatico dell'osso temporale formando l'arcata zigomatica. Il margine antero-inferiore si mette in sutura interamente con l'osso mascellare mentre il posteriore, anche definito masseterino in quanto dà origine al muscolo massetere, è libero e prosegue in direzione laterale e posteriore nella cresta zigomatico-alveolare.

Il margine antero-superiore del corpo zigomatico è liscio, concavo e si inspessisce per costituire la porzione laterale dell'arcata infraorbitaria. Il margine postero-superiore risale dall'arcata zigomatica dietro l'orbita e va a costituire la parete anteriore della fossa temporale.

Un rilievo verticale, la cresta sfenoidale, sporge medialmente dal processo frontale e si unisce alla cresta zigomatica della grande ala dello sfenoide. Il processo frontale si estende come continuazione dell'angolo superiore della lamina basale e la sua superficie esterna volge antero-lateralmente continuando nella superficie esterna o malare del corpo dello zigomatico. Il suo margine anteriore forma il contorno laterale dell'orbita, mentre il margine posteriore risale dall'arcata zigomatica dietro l'apertura orbitaria andando anch'esso a costituire uno dei confini anteriori della fossa temporale. La cresta sfenoidale sporge in direzione mediale e posteriore andando ad unirsi alla cresta zigomatica della grande ala dello sfenoide. Tale cresta consente di individuare nel processo frontale una faccia antero-mediale, liscia e leggermente concava, che costituisce la porzione anteriore della parete orbitaria laterale ed una superficie postero-laterale fortemente concava che forma parzialmente la parete anteriore della fossa temporale.

In corrispondenza della superficie orbitaria dello zigomatico, al confine tra la porzione orizzontale e verticale, è collocata l'apertura che immette nel canale zigomatico. Quest'ultimo nel suo decorso intraosseo è diviso in due parti. Un ramo si apre in corrispondenza della superficie malare della

lamina basale con il foro zigomatico-faciale, posto all'incirca in corrispondenza della base del processo frontale. Il secondo ramo, invece, fuoriesce dal foro zigomatico-temporale, situato all'estremità superiore della superficie temporale del processo frontale. Attraverso questi canali decorre il nervo zigomatico con i suoi due rami che prendono lo stesso nome dei fori di uscita.

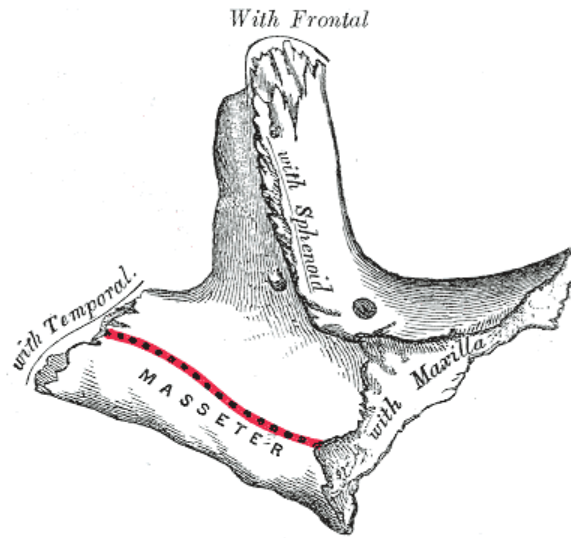


Figura 4 Visione mediale del corpo dell'osso zigomatico

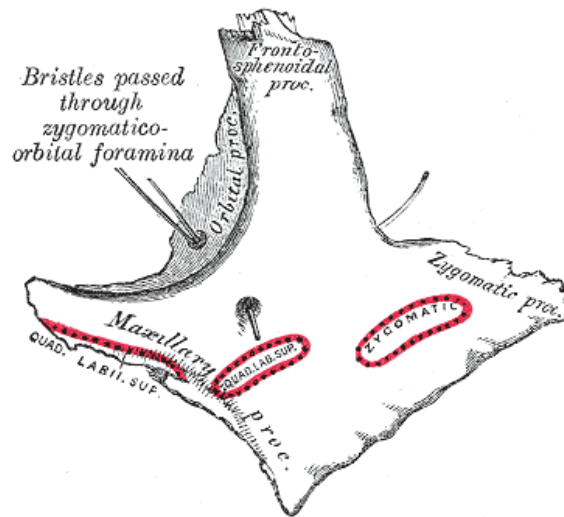


Figura 5 Visione laterale del corpo dell'osso zigomatico

2.2 OSSO MASCELLARE

Considerando il tragitto della fixture zigomatica dall'apice alla testa dell'impianto è opportuno descrivere la porzione anteriore dell'osso mascellare interessata dall'impianto.

Il mascellare è costituito da un corpo centrale, al cui interno è contenuto il seno mascellare, e da quattro processi due dei quali sono importanti ai fini della nostra argomentazione. Il corpo del mascellare ricorda nella forma una piramide triangolare la cui base volge verso la cavità nasale. È collocato su un asse orizzontale con l'apice che prosegue nel processo zigomatico. Le tre facce laterali della piramide si distinguono in superiore od orbitaria che forma la maggior parte del pavimento dell'orbita, antero-laterale o malare che forma parte dello scheletro della faccia e postero-laterale od infratemporale che volge verso la fossa infratemporale.

Il processo zigomatico corrisponde all'apice della piramide mascellare, la sua superficie superiore, di forma triangolare, si presenta inclinata lateralmente, irregolarmente rugosa ed è suturata con l'osso zigomatico. La porzione anteriore del processo costituisce la continuazione della faccia antero-laterale del corpo mascellare, mentre la faccia posteriore risulta concava e continua nella superficie convessa infratemporale del corpo centrale. Nella porzione inferiore della piramide mascellare si colloca il processo alveolare. È formato da due lamine ossee, quasi parallele, unite dietro all'ultimo molare che danno luogo ad una piccola prominenza rugosa, il tubercolo alveolare, al cui interno si trova spesso una cavità contenente midollo osseo. La lamina alveolare interna continua nel processo palatino e nella superficie nasale del corpo mascellare; la lamina laterale od esterna prosegue, invece, verso l'alto nella superficie antero-laterale e postero-laterale della piramide mascellare.

La superficie antero-laterale del corpo mascellare forma lo scheletro della regione anteriore della guancia prendendo, pertanto, il nome di superficie malare e su di essa è collocata la porzione centrale della fixture zigomatica. È delimitata posteriormente dalla cresta zigomatico-alveolare o cresta giogale che inizia a livello dell'apice del processo zigomatico e prosegue in un arco concavo lateralmente ed inferiormente, in direzione dell'alveolo del primo molare scomparendo poi alla base del processo alveolare. Medialmente la superficie malare si estende fino al contorno dell'apertura piriforme. Sul margine inferiore dell'apertura piriforme l'osso si solleva in una spina aguzza che va a formare, insieme alla corrispettiva controlaterale, la spina nasale anteriore. La porzione laterale della faccia anteriore, che prosegue nel processo zigomatico, presenta una concavità, definita fossa canina, con profondità variabile. Questa contiene, vicino agli angoli

superiore ed inferiore, l'apertura del canale infraorbitario che è situato esattamente al di sotto del confine tra le regioni liscia e rugosa del margine anteriore della superficie orbitaria, sulla verticale del punto più mediale della sutura zigomatico-mascellare. Il margine del foro infraorbitario è acuto in corrispondenza delle sue parti superiore e laterali; si presenta invece smusso inferiormente e medialmente in seguito al decorso obliquo del canale infraorbitario.

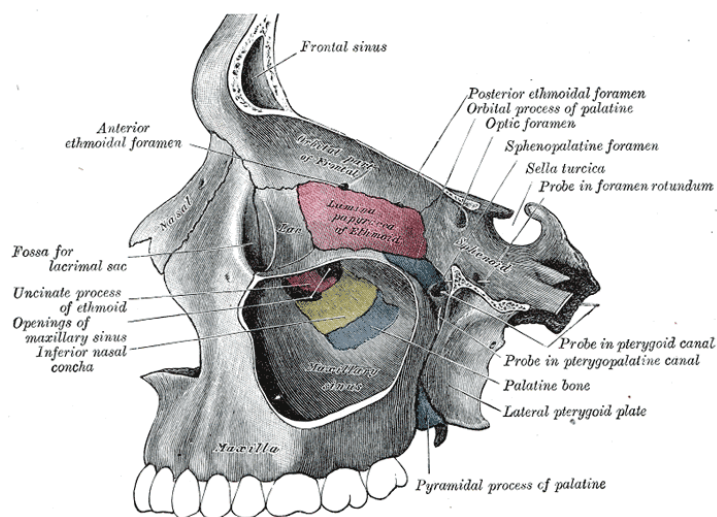


Figura 6 Visione laterale dell'osso mascellare con antro d'accesso laterale a esplorazione del contenuto del seno mascellare.

3. ANATOMIA CHIRURGICA

L'implantologia zigomatica, in misura maggiore rispetto all'implantologia tradizionale, necessita di un'adeguata ed approfondita conoscenza anatomica del distretto di azione chirurgica, ben più esteso dell'usuale territorio di lavoro dell'implantologo o chirurgo orale. Negli ultimi anni ci sono stati importanti progressi nei protocolli operativi e i moderni ausili tecnologici quali TC, CBCT, software per la pianificazione chirurgica, endoscopia e navigazione intraoperatoria, hanno fornito informazioni più dettagliate per affrontare la fase chirurgica. Il compatto e robusto corpo dell'osso mascellare, a cui bisogna avere accesso e che viene utilizzato per la stabilizzazione degli impianti zigomatici, raccorda diversi elementi della faccia e della base cranica. Ha la funzione di proteggere quattro strutture facciali cave (seno mascellare, orbita, fossa pterigo-palatina, fossa infratemporale) e si continua mediante i suoi margini e i suoi processi all'osso mascellare, all'osso frontale, alle grandi ali dello sfenoide e all'osso temporale. Nelle donne presenta uno spessore in senso medio-laterale di 7,6 +/- 1,45 mm, negli uomini di 8 +/- 2,26 mm e queste dimensioni permettono di posizionare agevolmente, nella quasi totalità dei casi, 2 impianti mantenendo almeno 1 mm di osso attorno alla parte apicale della vite.^{34,35}

Possono insorgere difficoltà in zigomi atrofici o sede di pregresse fratture non trattate, in cui il corpo si presenta affossato. Nonostante l'utilizzo di viti di diametro apicale ridotto (3.2 mm) è opportuno, in questi casi limite, prevedere trattamenti alternativi come impianti pterigoidei oppure trans-sinusali distali.

Pur essendo composto al centro da spongiosa, che non possiede quindi un'eccelsa densità, la presenza di corticali di ottimo spessore, soprattutto la distale nell'angolo tra il processo frontale e quello temporale, rendono l'osso zigomatico una sede implantologica ideale.^{34,35,36}

L'osso zigomatico costituisce mediante il margine antero-superiore o orbitario, di forma concava, il confine antero-laterale della cavità orbitaria, che può essere penetrata accidentalmente durante l'intervento implantologico causando anche importanti lesioni al bulbo ed alla muscolatura estrinseca oculare.¹³ I margini inferiori sono articolati anteriormente con l'osso mascellare e posteriormente con l'osso temporale, ma all'implantologo competono, soprattutto, i due superiori come importanti punti di repere chirurgico.

È importante ricordare che il pavimento orbitario si approfonda e si espande inferiormente procedendo verso il fondo nella cavità orbitaria, per poi dirigersi verso l'alto all'apice dell'orbita. È

necessario considerare questa conformazione anatomica nella preparazione del tunnel implantare che non potrà essere rapportato solamente al bordo anteriore, ma dovrà evitare il pavimento sito più in basso.

Il margine postero-superiore o temporale delimita la fossa temporale ed è la sede di inserzione dell'aponeurosi temporale. Raggiungere con la preparazione chirurgica tale sede circoscrive, con certezza, il nostro campo operativo e ci aiuta nel dirigere gli impianti all'interno dell'osso malare evitando la fossa temporale.

All'interno del corpo dello zigomo decorre il canale malare che ospita il nervo zigomatico, ramo del nervo orbitale di pertinenza della seconda branca trigeminale, la mascellare. Il canale si biforca definendo una y rovesciata le cui due braccia sono rappresentate dal canale zigomatico temporale, contenente il relativo nervo, che sbocca sulla faccia temporale dell'osso, e dal canale zigomatico orbitario, che termina nel forame zigomatico facciale (posto sulla faccia anteriore dell'osso), attraverso il quale fuoriesce il nervo omonimo.

In alcuni casi la sede di emergenza del nervo risulta molto bassa ed interferisce con la preparazione del sito chirurgico. Il danno iatrogeno inflitto a tale nervo, in fase di scollamento del periostio o da strumenti rotanti, è ben descritto in letteratura e può esitare in anestesia permanente o temporanea della cute in regione zigomatica.¹³

L'osso mascellare, punto di emergenza orale dell'impianto, è costituito, come precedentemente descritto, da un corpo di forma grossolanamente piramidale con base mediale ed apice che si continua nel processo zigomatico, contenente il seno mascellare e da 4 processi (frontale, zigomatico, palatino e alveolare).

La parete anterolaterale del mascellare contiene, nella sua porzione superiore, il foro infraorbitario, punto di uscita dell'omonimo nervo che costituisce la seconda diramazione della branca mascellare del trigemino e porta la sensibilità a naso, labbro superiore e palpebra inferiore. È un nervo di dimensioni notevoli (alcuni mm) e può essere traumatizzato facilmente anche dalle manovre effettuate per la retrazione del lembo.

Se non è avvenuta una lesione diretta, la parestesia post-operatoria prodotta è temporanea ed esita in una completa restitutio ad integrum in qualche settimana. La perdita totale dei denti a carico del mascellare determina una profonda trasformazione del processo alveolare, fino alla sua totale scomparsa, con esiti atrofici e dismorfici estesi anche al volto descritti in maniera dettagliata in diverse classificazioni basate sul riassorbimento osseo.³⁷

Tali variabili anatomiche, abbinate alle concavità più o meno marcate sulla parete mascellare antero-laterale, modificano sensibilmente, non soltanto la forma del mascellare stesso, ma anche quella dell'intero terzo medio facciale, obbligando il chirurgo implantologo ad adattarvi le tecniche chirurgiche, così come descritto nella classificazione stilata da Aparicio (ZAGA – zygomatic anatomy guided approach) nel 2011. ³⁸

Chi affronta l'implantologia zigomatica deve essere in grado di valutare con precisione anche l'anatomia naso-sinusale poiché la funzione respiratoria deve essere totalmente preservata durante un intervento che coinvolge intimamente il seno mascellare.

La presenza di situazioni non fisiologiche a carico delle fosse nasali può complicare, di riflesso, anche l'esito di un intervento correttamente eseguito.

4. ZYGOMATIC ANATOMY- GUIDED APPROACH

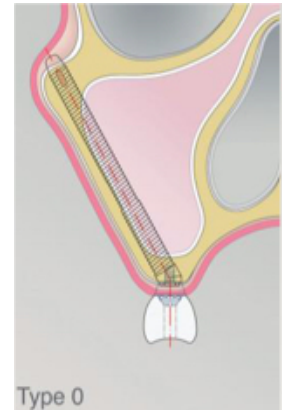
La tecnica inizialmente utilizzata per l'inserimento degli impianti zigomatici prevedeva un decorso intrasinusale della fixture con la preparazione di una finestra sulla parete anteriore del seno. Problemi frequenti di questa tecnica sono l'emergenza palatale della testa dell'impianto, che comporta la realizzazione di un manufatto protesico molto ingombrante e il verificarsi di sinusiti post chirurgiche dovute al passaggio intrasinusale dell'impianto. La metodica chirurgica attuale non necessita né di un tragitto intrasinusale né della preparazione di una finestra nella parete del seno mascellare. La sede dove verrà posizionato l'impianto è guidata dall'anatomia della regione zigomatica e del mascellare. Il punto di ingresso a livello del processo alveolare del mascellare è determinato da parametri protesici, biomeccanici ed anatomici. La posizione dell'apice dell'impianto è, invece, definita in base al numero di impianti che verranno inseriti, alla loro lunghezza e, anche in questo caso, all'anatomia. La traiettoria dell'impianto risulta essere la retta congiungente i due punti precedentemente descritti che delinea la preparazione e il percorso del corpo implantare.

In relazione alla conformazione del pilastro zigomatico e al punto di partenza intraorale, il tragitto implantare può variare da completamente intrasinusale a totalmente extrasinusale. In un articolo del 2011, Carlos Aparicio ha proposto una classificazione dell'osso zigomatico osservando le CBCT postoperatorie e le fotografie intraoperatorie di 200 siti implantari, focalizzando l'attenzione sulla morfologia della parete laterale del seno mascellare, sul residuo della cresta alveolare e sul contrafforte zigomatico. Lo studio effettuato ha avuto come risultato l'identificazione di cinque diverse morfologie del complesso pilastro zigomatico-cresta alveolare residua a ognuna delle quali corrisponde un peculiare tragitto implantare. I cinque gruppi sono stati nominati con l'acronimo ZAGA (Zygoma Anatomy-Guided Approach) da 0 a 4.

4.1 ZAGA 0

Questo gruppo rappresentava il 15 % degli impianti esaminati nello studio di riferimento e venivano osservate le seguenti caratteristiche:

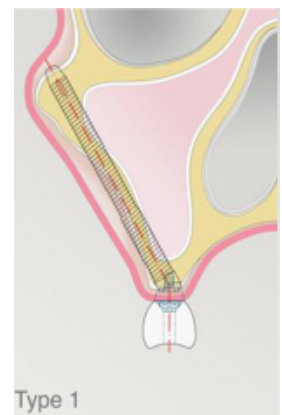
- Parete anteriore del corpo del mascellare piatta;
- Testa dell'impianto collocata sulla cresta alveolare;
- Decorso intrasinusale del corpo dell'impianto;
- Impianto a contatto con l'osso a livello della cresta alveolare, dell'osso zigomatico e, a volte, con la parete laterale del seno.



4.2 ZAGA 1

Il secondo gruppo è risultato essere il più consistente con una percentuale del 49 % ed è caratterizzato dalle seguenti proprietà:

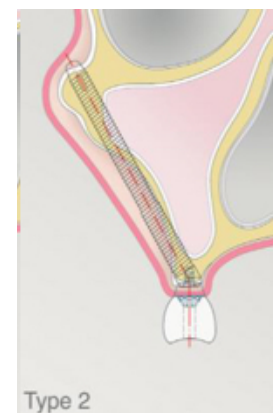
- Parete anteriore del corpo del mascellare leggermente concava;
- Testa dell'impianto collocata sulla cresta alveolare;
- Preparazione chirurgica con leggera osteotomia nella parete del seno mascellare;
- Gran parte del corpo implantare ha un percorso intrasinusale;
- Impianto a contatto con l'osso a livello della cresta alveolare, dell'osso zigomatico e con la parete laterale del seno.



4.3 ZAGA 2

Secondo i risultati dello studio il 20,5 % dei casi esaminati presentava questa conformazione anatomica e relativo tragitto implantare:

- Parete anteriore del corpo del mascellare concava;
- Testa dell'impianto collocata sulla cresta alveolare;
- Preparazione chirurgica con osteotomia della parete del seno mascellare;
- L'impianto può essere osservato attraverso la parete e gran parte del



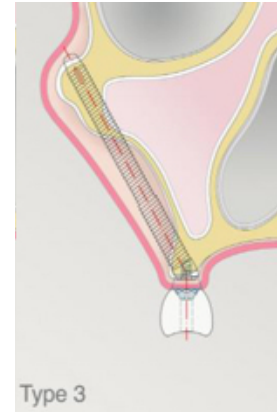
corpo implantare ha un tragitto extrasinusale;

- Impianto a contatto con l'osso a livello della cresta alveolare, dell'osso zigomatico e con la parete laterale del seno.

4.4 ZAGA 3

In base ai dati raccolti, a questo gruppo apparteneva il 9 % degli impianti visionati, identificati dai seguenti aspetti:

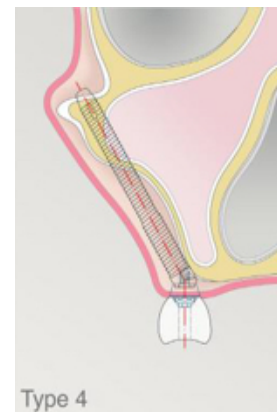
- Parete anteriore del corpo del mascellare molto concava;
- Testa dell'impianto collocata sulla cresta alveolare;
- Preparazione chirurgica effettuata partendo da una sede palatale in direzione della porzione vestibolare superiore della cresta alveolare, con il corpo dell'impianto che lascia la parte concava della parete anteriore del seno mascellare e si inserisce nell'osso zigomatico;
- Gran parte del corpo implantare ha un tragitto extrasinusale anteriormente al seno mascellare;
- La parte centrale del corpo dell'impianto non è a contatto con la parte più concava della parete anteriore del corpo del mascellare;
- Impianto a contatto con l'osso a livello della cresta alveolare e dell'osso zigomatico.



4.5 ZAGA 4

Si è riscontrato che la condizione anatomica classificata nel gruppo ZAGA 4 era la meno frequente con una percentuale di solo 6,5 %. Le connotazioni che la distinguono sono:

- L'osso mascellare e l'osso alveolare mostrano un'estrema atrofia sia verticale sia orizzontale;
- La testa dell'impianto risulta posizionata vestibolarmente alla cresta alveolare e l'osteotomia, se viene praticata, a questo livello è minima;
- La preparazione chirurgica raggiunge l'osso zigomatico con un tragitto extrasinusale;
- Gran parte del corpo dell'impianto ha un percorso sia extrasinusale sia extramascellare e



solo la parte apicale dell'impianto è supportata da osso;

- Impianto a contatto con l'osso a livello dell'osso zigomatico e parte della parete laterale del seno mascellare.

È importante, inoltre, sottolineare l'elevata variabilità intraindividuale, ovvero il 58 % dei pazienti mostrava differenze tra il complesso osso zigomatico-cresta alveolare di destra e di sinistra che, pertanto, venivano classificati in gruppi ZAGA differenti.

5. INDICAZIONI E CONTROINDICAZIONI

Le indicazioni consolidate e definite da Branemark nel protocollo Nobel del 1998 includono i pazienti con estesi deficit ossei mascellari esiti di resezioni post-oncologiche, di traumi e di difetti congeniti non adeguatamente trattati.¹⁸

Aparicio, in una pubblicazione edita nel 2014 su *Periodontology 2000*, grazie alla sua vasta esperienza clinica e a numerose e valide fonti della letteratura, ha tratto la conclusione che l'implantologia zigomatica è una efficace possibilità terapeutica anche nel trattamento delle estreme atrofie mascellari da cause degenerative.¹⁴ Costituisce una valida alternativa alle ricostruzioni ossee, considerando i costi-benefici degli interventi analizzati e gli elevati fallimenti a distanza degli innesti ossei riportati in letteratura.^{14,18,39,40,41}

I risultati insoddisfacenti delle nostre terapie, infatti, non dipendono in questo caso da inadeguate capacità chirurgiche, ma dalle eccessive ed errate richieste che noi riponiamo nella tecnica stessa. Alla luce di queste considerazioni si capisce come l'impianto zigomatico, per la sua versatilità, sia non solo l'alternativa finale ed estrema alle tecniche ricostruttive tradizionali, ma anche una risorsa a cui ricorrere nella pratica clinica quotidiana. L'obiettivo principale è diminuire i tempi terapeutici ed i costi complessivi dell'intervento utilizzando il carico immediato anche in associazione, e non in sostituzione, alle possibilità ricostruttive che normalmente non consentono tale soluzione.^{42,43,44,45,46}

Dunque, ogni paziente con mascellare totalmente edentulo atrofico, al di sopra dei 60-65 anni, che desideri una riabilitazione implanto-protetica a carico immediato, senza attendere i tempi tecnici del consolidamento di eventuali innesti ossei, è un candidato al trattamento. In particolare, risulta essere un'ottima opportunità per i casi di fallimenti di pregresse e ripetute ricostruzioni ossee, anche qualora non abbiano raggiunto l'età sopra indicata.³⁹

La concomitante presenza di una patologia sinusale cronica asintomatica non è una controindicazione assoluta, a condizione che venga effettuato un suo contemporaneo trattamento funzionale.¹³

Non si ritiene un rischio nemmeno l'aumento di volume della membrana schneideriana se allo stesso tempo non è presente una disfunzione ventilatoria clinicamente e radiologicamente dimostrata.

Sono stati inseriti impianti zigomatici a carico immediato anche in presenza di ampie

comunicazioni oro-naso-antrali, curate contestualmente alla chirurgia, ripristinando endoscopicamente la funzione ostio-meatale. In questo caso, l'applicazione di una protesi fissa a protezione della plastica eseguita, aumenta le possibilità di guarigione e permette al paziente un buon comfort occlusale ed una vita sociale accettabile, altrimenti impossibile.

Un'indicazione che può considerarsi assoluta è, senz'altro, la riabilitazione post-oncologica soprattutto immediata, oppure differita, dopo emimaxillectomia o ampie resezioni mascellari, anche, e soprattutto, in caso di ricostruzioni contemporanee dei tessuti molli.

Sui pazienti oncologici, la tendenza attuale, infatti, è di ricostruire immediatamente il difetto mascellare residuo e non attendere un secondo tempo chirurgico dilazionato. Il contemporaneo inserimento di impianti zigomatici permette di finalizzare gli interventi in tempi brevissimi^{47,48,49} Sono molto rari oggi i casi in cui gli impianti zigomatici fanno da sostegno ad una protesi otturatoria, come nella iniziale casistica di Branemark.

Il più delle volte si preferisce optare per una protesi riabilitativa fissa, sostenuta da impianti, che in fase iniziale è posta a protezione del lembo ricostruttivo. Il risultato ottenuto è quello di facilitare la guarigione dei tessuti molli senza compressioni da parte di protesi rimovibili.

Un altro campo in cui trovano applicazione gli impianti zigomatici è la cura dei pazienti sindromici e malformati; in particolare vi è diffusa esperienza clinica in merito al trattamento della displasia ectodermica. In tali situazioni di grave edentulismo congenito, viste le estreme difficoltà ricostruttive e l'alta percentuale di fallimento degli innesti ossei, sia immediato che tardivo, l'implantologia zigomatica viene proposta anche in pazienti molto giovani, associando interventi ricostruttivi che ne migliorino la gestione protesica (es. innesto onlay bilaterale del palato).

^{50,51,52,53}

Nei pazienti che non accettano la protesi ortopedica e desiderano un rimodellamento morfologico-estetico del volto oppure presentano una grave asimmetria scheletrica del mascellare con antagonismo efficace, gli impianti zigomatici non sono contemplati come trattamento esclusivo e vengono collegati ad altri impianti tradizionali nella premaxilla, in associazione ad una osteotomia mascellare per consentire il carico immediato.

Risultano così di supporto ad interventi osteotomici e ricostruttivi non finalizzati al sostegno implantare ma rivolti al ripristino anatomico-estetico del terzo medio facciale, fornendo un appoggio occlusale posteriore immediatamente valido. In tal modo si abbrevia il trattamento di almeno 1 anno rispetto alle ricostruzioni ossee tradizionali.

Condizione determinante per l'intervento è, però, una premaxilla in grado di stabilizzare gli impianti anteriori e le osteosintesi.^{54,55} Il limite temporale dei 60/65 anni è da considerare attualmente il crinale divisorio tra le tecniche chirurgiche ricostruttive e l'implantologia zigomatica in prima istanza, facendo eccezione per le richieste specifiche dei pazienti per un trattamento con carico immediato, altrimenti non possibile.

Anche ripetuti insuccessi ricostruttivi costituiscono una deroga a tale presupposto. Ancora non definita è l'indicazione alle riabilitazioni parziali monolaterali in caso di presenza di emidentatura valida, o bilaterali, se si eccettuano l'uso oncologico o situazioni particolari. È una soluzione da riservare a casi selezionati che deve essere vagliata nel lungo termine. Il consiglio che si evince dalla letteratura è di utilizzare comunque altri impianti tradizionali in associazione allo zigomatico. Le ricostruzioni ossee rimangono gli interventi di prima scelta nelle atrofie settoriali.

Le controindicazioni generali all'uso degli impianti zigomatici sono le stesse dell'implantologia tradizionale: malattie sistemiche e neoplastiche non compensate, abuso di fumo, alcool o droghe, malattie psichiatriche gravi, cattive abitudini igieniche, bruxismo.

La sinusite acuta, similmente alle altre infezioni acute batteriche del cavo orale, deve essere risolta preventivamente prima di ogni trattamento implantoprotesico ma, ancor di più, se vengono effettuati impianti zigomatici. Altro discorso deve essere fatto per la sinusopatia cronica asintomatica che, come per gli innesti intrasinusali, può essere curata con una chirurgia funzionale dei seni paranasali prima o anche in contemporanea all'implantologia zigomatica ^{13,56,57,58} .

Non esistono certezze in merito ai bifosfonati, anche se l'uso di questi prodotti consiglia molta cautela in ogni approccio chirurgico che coinvolga il cavo orale. Tra le controindicazioni specifiche degli impianti zigomatici, che non riguardano invece quelli tradizionali, bisogna considerare i pregressi trattamenti estetici a carico delle regioni malari.

La scheletrizzazione ossea, indispensabile alla corretta visione del campo operatorio, rende necessaria, per la guarigione, la presenza di tessuti sani e non ischemizzati dalla presenza di biomateriali o filler riempitivi.

6. TECNICA CHIRURGICA A MANO LIBERA

La tecnica chirurgica con cui approcciamo oggi l'implantologia zigomatica è un'evoluzione di quella iniziale utilizzata da Branemark e coll.¹⁸ Lo sviluppo è avvenuto grazie a constatazioni cliniche e al progresso tecnologico dei materiali e dei prodotti utilizzati.

Aparicio, cui si deve la più seguita classificazione dei mascellari atrofici suscettibili di implantologia zigomatica, ha descritto l'impossibilità di affrontare tutti i casi utilizzando la tecnica trans-sinusale.¹⁴ In alcune situazioni di estrema ristrettezza del palato, la protesi risulterebbe praticamente irrealizzabile ed estremamente ingombrante. Lo stesso si può affermare in caso di parete mascellare molto concava.

Al decorso trans-sinusale è, pertanto, preferibile, in queste condizioni, un percorso a ponte trans-alveolare che sfiora la parete del seno aggredendola in minima parte, per impegnarsi distalmente nell'osso zigomatico, escludendo con ciò, totalmente, il seno dalla preparazione chirurgica.¹⁴

Anche Stella⁵⁹ aveva abbandonato l'idea di un decorso totalmente intra sinusale dell'impianto con tutte le conseguenze flogistiche che ne conseguivano, proponendo con varie procedure il rispetto della membrana di Schneider. Il passaggio successivo è stato la tecnica slot, ancora più conservativa, che prelude alla standardizzazione della chirurgia attuale, totalmente e sempre extra-para sinusale, eseguita senza tenere conto dell'osso alveolo-vestibolare, che viene interrotto dalla preparazione del neo alveolo implantare. Casistiche sempre più numerose hanno dimostrato, infatti, che la sopravvivenza a lungo termine degli impianti non è assolutamente influenzata dalla presenza o meno del residuo osseo vestibolare all'emergenza dell'impianto. Molto di frequente, peraltro, si tratta di una struttura ossea così sottile da creare, nella sua preparazione conservativa, difficoltà chirurgiche elevate a fronte di vantaggi non dimostrati. Alla ipotetica esigenza parodontale di conservare il frammento alveolare esterno nella preparazione del sito chirurgico implantare, risponde la produzione di impianti lisci al colletto.

È così in gran parte superato il problema delle fastidiose mucositi che gli impianti possono sviluppare, soprattutto nei settori posteriori. Alla luce di queste considerazioni si evince come la tecnica chirurgica di elezione oggi sia quella che posiziona gli impianti il più possibile al centro della cresta alveolare, coinvolgendo marginalmente il seno mascellare nel completo rispetto della sua funzione. Lo spessore dell'osso residuo determina la profondità dell'interessamento del seno, che, in pochi casi, rimane addirittura estraneo all'osteotomia.

L'incisione mucosa che si esegue è in cresta alveolare da 16 a 26, ponendo attenzione a non ledere le emergenze dell'arteria palatina discendente che, nei siti atrofici, si presenta per evoluzione

anatomica affiorante nel campo chirurgico. Vengono eseguiti due scarichi postero- laterali valutando l'emergenza del dotto di Stenone bilateralmente, per non produrne lesioni accidentali. Si possono utilizzare anche due incisioni separate emimascellari, consigliabili quando si esegue l'intervento senza narcosi profonda anche se è preferibile un'incisione completa che permetta di valutare visivamente anche la regione della spina nasale, sfruttabile, se possibile, come sede di un impianto tradizionale con la funzione di rompiforze protesico nei casi in cui sia indicata tale soluzione.

Anche la scheletrizzazione ossea può essere compiuta in contemporanea bilateralmente oppure in due fasi separate. Lo scollamento osseo sottoperiostale è diverso a seconda che si affronti un intervento che prevede solamente l'inserimento dei due zigomatici posteriori, oppure se ci troviamo di fronte alla necessità di eseguire la preparazione di 4 siti implantari.

Nel primo caso si evidenzia la parete anterolaterale del mascellare fino all'origine dell'arco zigomatico dove si incontrano le inserzioni del tendine del muscolo massetere ma viene evitato lo scollamento dei tessuti paranasali medialmente al forame infraorbitario. Il punto di inizio dell'arco rappresenta il limite posteriore della preparazione e viene superato solo in caso di necessità particolari per raggiungere l'incisura zigomatica ed esporre totalmente la faccia esterna dell'osso malare, punto di emergenza delle preparazioni implantari. Normalmente, infatti, la percezione della fuoriuscita della fresa dall'osso viene acquisita dalla punta delle dita, attraverso lo spessore della cute soprastante l'osso malare.

In caso di doppio zigomatico la scheletrizzazione è più ampia, raggiunge il bordo orbitale inferiore, isolando sia medialmente sia distalmente il forame infraorbitario ed il rispettivo nervo, la cui emergenza andrà tenuta sotto controllo durante tutta la fase chirurgica. L'impianto anteriore dovrà situarsi a distanza di sicurezza di 3/4 mm dal nervo stesso.

Per una maggiore precisione, il sito implantare può essere definito da una mascherina chirurgica. La fuoriuscita orale dell'impianto anteriore si collocherà a livello del canino bilateralmente, sul punto più basso della cresta alveolare, circa 5 mm lateralmente ad una linea tangente il margine laterale dell'incisura nasale.⁶⁰

I mascellari particolarmente ridotti trasversalmente nel settore frontale possono presentare zigomi di piccole dimensioni. In questo caso, per alloggiarvi comunque due impianti, è possibile che si renda necessaria una maggiore inclinazione della vite anteriore, che si troverà ad emergere in zona 2. L'impianto posteriore deve occupare la zona 5-6.

Se si ipotizza una linea immaginaria passante per i due forami infraorbitari, nel posizionamento ideale, l'impianto distale in zona 6 avrà un angolo che varia da 39 a 62 gradi mentre l'impianto anteriore tra 25 e 47. (Figura 7)

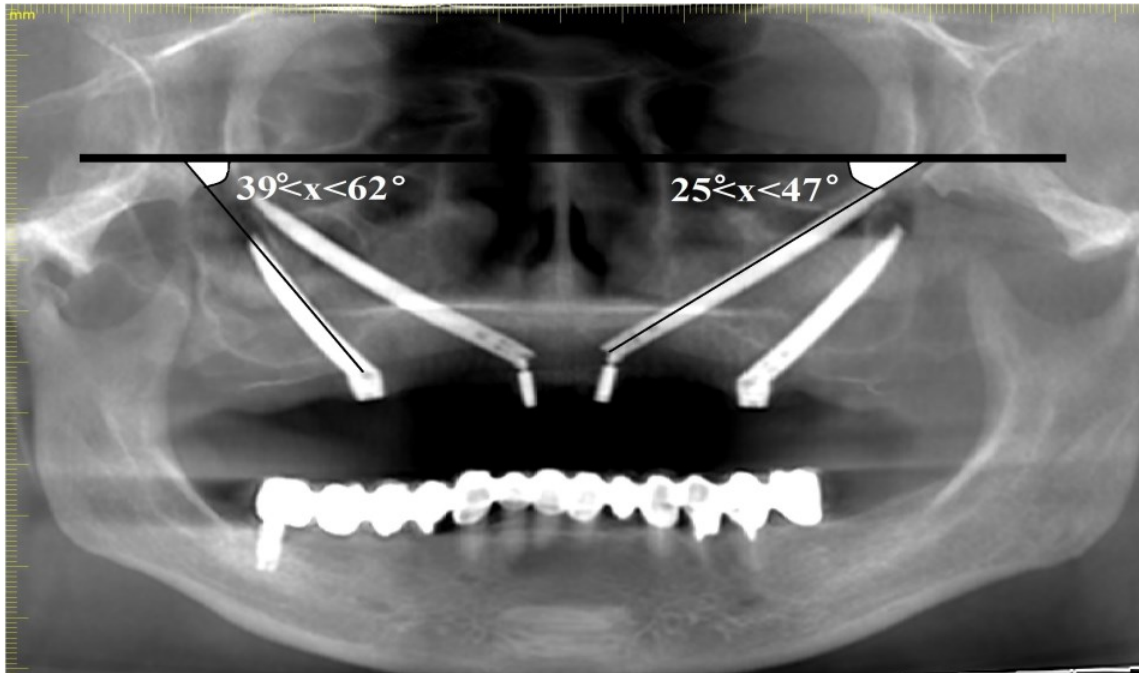


Figura 7 decorso degli impianti zgomatici nel rispetto delle strutture adiacenti

Impianti divergenti verso il cavo orale risulteranno biomeccanicamente più funzionali rispetto a due fixtures parallele anche se, purtroppo, negli zigomi di dimensioni ridotte, questa soluzione non è sempre ottenibile. Una volta preparato il campo osseo, la tecnica prevede una o due corticotomie di minima della parete antero-laterale del seno mascellare, eseguite con fresa diamantata a palla del diametro di circa 4 mm (punti di marcatura) rispettando la membrana sottostante. (figura 8) La più posteriore si colloca al di sotto del processo zigomatico sulla cresta ossea di passaggio verso la faccia posteriore tuberostitaria. La seconda viene effettuata più anteriormente, sfruttando al massimo le dimensioni dello zigomo in zona di rispetto del nervo infraorbitario. La consistenza dell'osso, in questo primo doppio passaggio, è molto diversa, in quanto, la prima foratura incontra la consistente corticale di uno dei pilastri di resistenza mascellare, mentre il secondo foro attraversa la sottilissima parete anteriore. I fori saranno raccordati con le sedi delle emergenze intraorali degli impianti, precedentemente individuate.

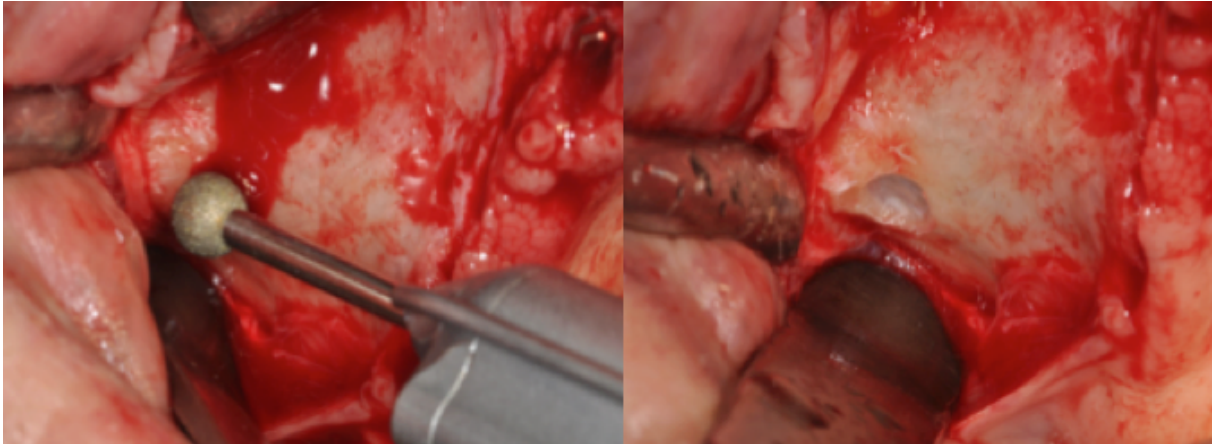


Figura 8 primo passaggio con fresa diamantata sferica

Per il completamento della scanalatura di raccordo con i fori eseguiti, vengono utilizzate frese diamantate cilindriche con grana differenziata (grossa, media, fine) a punta atraumatica non lavorante, dello stesso diametro degli impianti (4.2 mm). La punta conica della fresa si inserisce nel foro di marcatura e, fungendo da fulcro, fornisce un valido punto di appoggio per la preparazione ossea successiva in sede premolare distale e canina, passando dalla grana più grossa a quella più fine. (Fig. 9)



Figura 9 fresa diamantata cilindrica che completa lo slot di inserimento dell'impianto zigomatico

Sarà così completata la preparazione ossea mantenendo la punta come riferimento direzionale, la fresa verrà approfondita con movimento tangenziale di va e vieni nelle sedi di emergenza degli impianti, fino a prevederne l'affondamento per circa due terzi del loro diametro.

Tale manovra eseguita correttamente produrrà il rispetto e il delicato scollamento mediale della

membrana sinusale; solo in pochissimi casi dotati di parete mascellare ossea primitivamente ipertrofica o esito di pregressi fallimenti ricostruttivi, la scanalatura rimarrà totalmente extrasinusale.

Per non lacerare la mucosa con i passaggi successivi, a questo punto, è consigliabile praticare preventivamente un delicato spostamento verso l'interno della membrana di Schneider, con uno scollatore da seno mascellare dal foro di marcatura e lungo la scanalatura di orientamento. (Fig. 10)

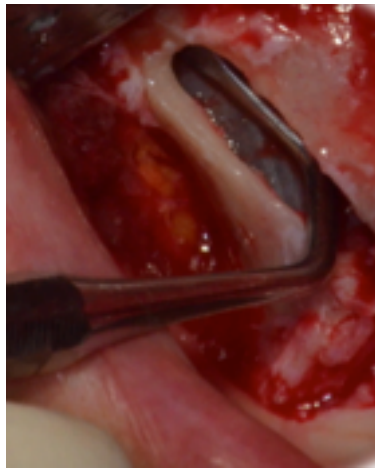


Figura 10 Scollamento della membrana sinusale preventivo.

Piccole lesioni accidentali della mucosa al recesso zigomatico sono facilmente rimediabili e non significative in termini di sequele sinusitiche, contrariamente a quelle prodotte nel recesso alveolare in vicinanza all'emergenza intraorale degli impianti, dove la membrana deve essere ricondizionata anche aiutandosi con patches riassorbibili.

La profondità del solco, in direzione alveolo palatina, renderà l'impianto più o meno inclinato. In caso di mascellari con palato particolarmente stretto e cavità sinusali poco presenti, la preparazione delle sedi implantari risulterà più superficiale per motivazioni protesiche, eludendo completamente il seno mascellare per evitare l'eccessiva inclinazione dell'impianto stesso.

La foratura dello zigomo dove alloggerà l'apice implantare viene effettuata con una fresa costituita da una parte lavorante finale conica di lunghezza 16 mm ed apice di 2 mm. Il corpo liscio della fresa ha lo stesso diametro della scanalatura già realizzata e si alloggia con precisione nella sede predisposta ad accogliere l'impianto. (Fig. 11)

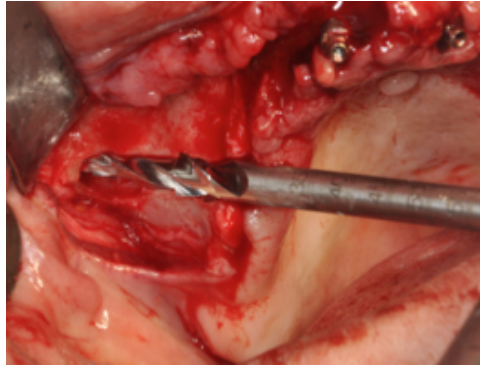


Figura 11 Completamento della foratura dello zigomo con fresa finale.

Ciò impedisce le fastidiose e pericolose imprecisioni nella stabilità della fresa dovute alla sua notevole lunghezza, rendendo la preparazione chirurgica facilitata. Prima di completare il tragitto implantare, in questa fase, si avrà modo di verificare la direzione degli impianti, così da evitare il pavimento orbitario e l'emergenza del nervo infraorbitario.

La prima foratura deve attraversare completamente lo zigomo per sfruttare totalmente lo spessore dell'osso e fuoriuscire dalla corticale esterna distalmente. La verifica di questo passaggio può essere visiva se si è completamente scheletrizzato il corpo dell'osso malare, (manovra più facile in narcosi), oppure tattile a cielo coperto, percependo la punta della fresa sotto il dito posto sulla guancia infero lateralmente all'orbita. Normalmente, si preferisce eseguire per prima la preparazione della sede anteriore, più complicata e pericolosa e, successivamente, si completa la sede distale inclinando l'impianto in relazione all'osso disponibile residuo. Il secondo alloggiamento deve essere il più possibile posteriore e verticale, in modo che gli apici siano convergenti ma non interferiscano tra loro. Contrariamente a questa indicazione, alcuni Autori, descrivono la tecnica iniziando dall'impianto posteriore.

Negli zigomi in cui la grandezza risulta sufficiente è possibile posizionare fuori asse l'apice degli impianti anche in senso antero-posteriore, sebbene ciò, ad una radiografia convenzionale, possa far apparire gli apici a contatto o addirittura sovrapposti. La punta della fresa è costruita in modo da non provocare lesioni ai tessuti molli che ricoprono lo zigomo.

La sede implantare viene perfezionata con passaggi successivi in relazione alla consistenza dell'osso. La profondità viene verificata con il profondimetro dedicato che si aggancia alla corticale esterna dell'osso malare. Il diametro del foro di uscita, prodotto dalla prima fresa, è di circa 2 mm, inferiore rispetto ai 3,2 mm dell'apice implantare. Così facendo non si corre il rischio di emergere

dall'osso malare durante l'avvitamento dell'impianto, alla ricerca della stabilità primaria. Tale situazione, se si verifica, produce al paziente, dopo la guarigione, una sgradevole sensazione di corpo estraneo dolente sul profilo zigomatico esterno.

La preparazione finale dell'osteotomia deve fermarsi a 2 mm dalla corticale distale rilevata. In caso di osso D1, viene utilizzata anche la fresa finale ma, normalmente, è consigliabile sottopreparare il sito, proprio in relazione alla scarsa consistenza della spongiosa malare. La fixture viene avvitata con un cacciavite extraorale, se le condizioni anatomiche lo permettono, oppure con le usuali manovre di inserimento che si utilizzano in tutti i tipi di implantologia endossea. (Fig. 12)

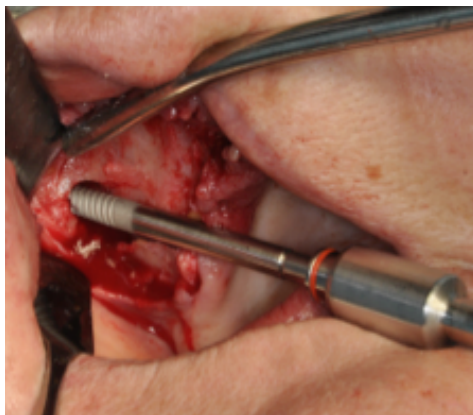


Figura 12 Inserimento mediante cacciavite retto dell'impianto zigomatico

Il torque di inserzione, avendo a disposizione un impianto conico, è molto elevato e può raggiungere, senza difficoltà, alti valori producendo la stabilità richiesta per il carico immediato senza provocare, come appena descritto, la fuoriuscita dell'apice dell'impianto dalla corticale distale.

Il collo dell'impianto deve coincidere il più possibile con la linea della cresta o sporgere leggermente da essa. A questo punto viene verificata la posizione del moncone angolato, in modo che l'emergenza sia compatibile con il miglior utilizzo protesico ed il moncone stesso viene immediatamente avvitato ed utilizzato.

La copertura della regione cruentata con la bolla di Bichat o membrane biologiche, viene riservata in prima istanza a casi che presentino particolari condizioni di concavità vestibolare mascellare e quindi non è usualmente praticata. (Fig. 13) La sutura riassorbibile completa la fase chirurgica.

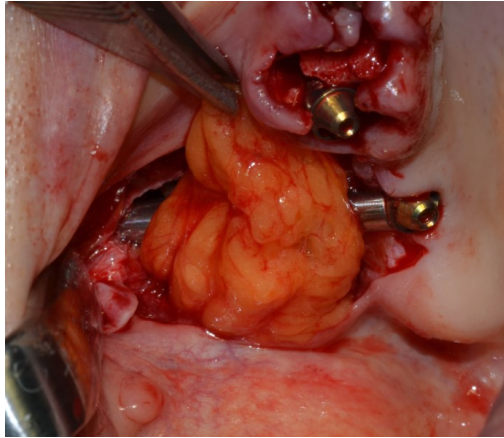


Figura 13 copertura dell'impianto zigomatico con utilizzo di bolla di Bichat.

7. TECNICA CHIRURGICA GUIDATA

Oggi, con l'avvento della chirurgia CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing), si stanno aprendo nuovi scenari. La chirurgia computer assistita (CAS Computer Aided Surgery), introdotta in chirurgia implantare riabilitativa, ha avuto un notevole sviluppo nell'ambito della chirurgia maxillo-facciale, sino a costituire parte integrante dei nuovi sofisticati trapianti di faccia ^{22,23,24,25,26} La letteratura non presenta molti lavori scientifici dedicati all'accuratezza della chirurgia CAS applicata al posizionamento di impianti zigomatici. Alcune pubblicazioni mostrano buoni risultati su cadavere ^{27,28,29}, altre hanno descritto l'accuratezza del posizionamento implantare, mediante l'utilizzo di navigatori intraoperatori ³⁰. La carenza in letteratura di documentazione scientifica è determinata dalla difficoltà dell'introduzione, all'interno del cavo orale, di guide chirurgiche idonee ad ospitare le frese dedicate a questo tipo di chirurgia. Una classica guida per implantologia tradizionale non è adatta all'utilizzo intraorale per la chirurgia zigomatica per questioni dimensionali. Nella chirurgia guidata implantare convenzionale, si utilizzano, insieme ad un kit di frese dedicate, delle mascherine a differente supporto (mucoso, osseo, dento-mucoso), fornite di boccole dove inserire in sequenza, come suggerito dalla casa produttrice, gli strumenti lavoranti. Questi ultimi, risultano essere anche quattro volte più lunghi degli strumenti di implantologia convenzionale. Per questo motivo, l'inserimento all'interno di boccole delle guide chirurgiche nel cavo orale risulterebbe spesso indaginoso o infattibile, soprattutto in pazienti con denti nell'arcata inferiore. La nostra collaborazione con Noris Medical Ltd. ci ha permesso l'utilizzo di un set di frese e guide dedicate all'implantologia zigomatica guidata, che ne consentono l'utilizzo anche in spazi ristretti, come quello del cavo orale. La proposta di Noris Medical è chiamata "tecnica a supporti invertiti". (Fig. 14)

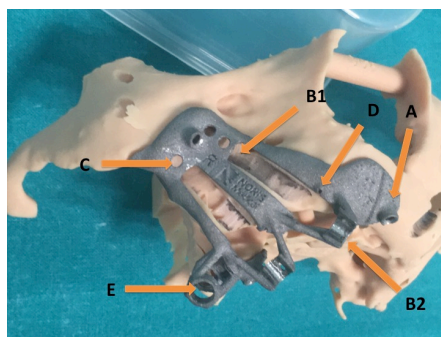


Figura 14 Guida in titanio per chirurgia implantare zigomatica guidata con tecnica a supporti invertiti. A. slot vite di fissazione; B1 e B2 emi-boccole, C fori per l'irrigazione, D. linea di stop della piattaforma implantare, E. slot per impianto pterigoideo.

Si tratta di una guida in titanio a fissazione ossea (A Fig. 14) che presenta la peculiarità di non possedere una boccola di accesso per l'inserimento delle frese, ma di uno slot dove la boccola viene separata in due emi-boccole, con una porzione concava che si presenta a livello della cresta alveolare e una convessa a livello della parete anteriore del seno mascellare (B1 e B2 Fig.14). Adottando questa soluzione, le frese non vengono più inserite nella boccola, ma "fatte scivolare" all'interno della doccia che si crea con la successione di frese, andando a erodere l'osso necessario per terminare il posizionamento dell'impianto, sempre con la guida montata e fissata.

Inoltre, la possibilità di utilizzare una sola guida implantare per lato durante l'intervento, presenta una novità rispetto ad altre tecniche proposte in letteratura.

7.1 FLOW CHART CHIRURGIA IMPLANTARE ZIGOMATICA GUIDATA

A differenza della chirurgia implantare zigomatica tradizionale, quando ci si appropria ad eseguire un intervento con chirurgia zigomatica guidata, è indispensabile il rispetto di tutti i passaggi di progettazione

STEP 1 Rilevazione TC pre-operatoria.

La TC pre-operatoria è di fondamentale importanza nella chirurgia tradizionale zigomatica ma riveste ancora più importanza nella chirurgia zigomatica guidata. Mentre nella prima viene utilizzata solo come diagnosi pre-operatoria, nel secondo caso diventa parte integrante del progetto riabilitativo. L'esecuzione della Tc ad alta definizione, come suggerito dal protocollo digital EZgoma a tagli inferiori a 0,4mm di spessore, può essere eseguita facendo indossare al paziente il manufatto protesico con denti baritanti. Con questa soluzione, durante la progettazione al computer, sarà possibile individuare la più corretta posizione dell'emergenza implantare ai fini protesici, nel pieno rispetto della componente ossea. Altre soluzioni di matching possono essere studiate con scanner per impronte intra-orali e poi successivamente sovrapposte.

STEP 2 Invio dei file

Una volta eseguita la TC ed eventuali impronte, si invia il pacchetto dati via rete all'ingegnere che ne valuta la qualità e l'utilizzo per la progettazione. TC con risoluzione troppo bassa o errori non consentiranno un corretto fitting della guida di posizionamento implantare, essendo una mascherina a completo supporto osseo. L'ingegnere caricherà sulla piattaforma EZgoma Noris

Medical i dati da noi inviati, una volta controllata l'adeguata risoluzione, elaborandoli in file digitale STL.

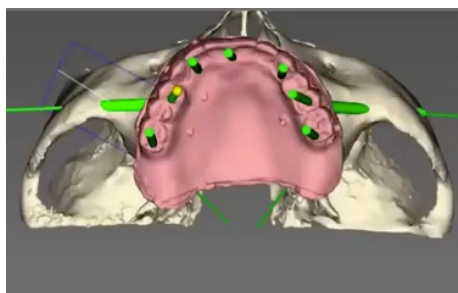


Figura 15 Importazione dei file TC e dell progetto protesico.

STEP 3 Programmazione dell'intervento

Durante una sessione in web conference con condivisione dello schermo si procede, insieme all'ingegnere, alla progettazione del caso, con la scelta della posizione degli impianti, alla lunghezza ed alle componenti protesiche. Contemporaneamente, si potrà controllare il corretto alloggiamento degli impianti all'interno dell'osso ed il loro rapporto con il progetto protesico inviato.

STEP 4 Validazione del progetto chirurgico

Al termine della programmazione, l'ingegnere elabora il progetto e ne invia una copia al chirurgo, in attesa della validazione. Una volta controllato e firmato, l'azienda provvederà alla fabbricazione delle guide che generalmente richiede 15 giorni lavorativi, compresa la spedizione al chirurgo.

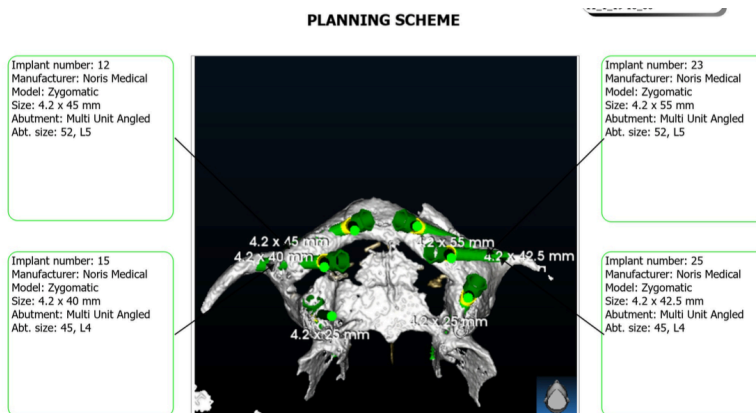


Figura 16 Riassunto del progetto chirurgico in attesa di validazione del chirurgo

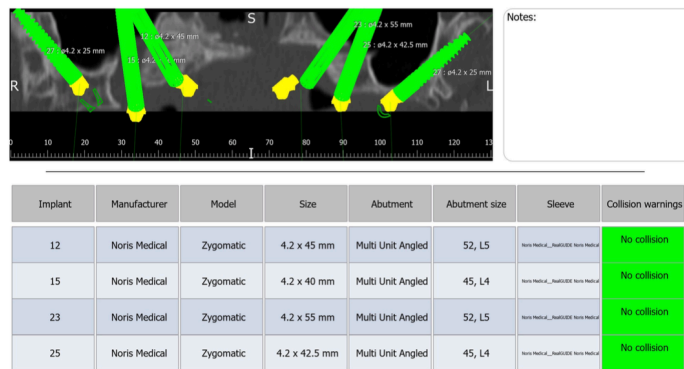


Figura 17 Riassunto delle componenti implantari e protesi necessarie per l'intervento chirurgico validato.

STEP 5 Intervento chirurgico

L'esecuzione della tecnica chirurgica di implantologia guidata a supporti invertiti, prevede l'utilizzo di un set di frese dedicato, fornito dalla azienda Noris Medical. (Fig. 15 A) All'interno del set chirurgico sono disponibili tutti gli strumenti necessari alla realizzazione dello slot per il posizionamento degli impianti zgomatici. La fresa finale viene prelevata nel set tradizionale a seconda della lunghezza dell'impianto scelto nelle varie posizioni. (Fig. 15B)



Figura 18 A e B Set Noris Medical EZgoma e Set Premium Noris Medical

Il campo operatorio per alloggiare la guida in titanio non differisce rispetto alla metodica tradizionale. Le guide implantari sono progettate in modo da rispettare i punti di repere che si evidenziano anche in tecnica tradizionale: apertura piriforme, nervo infraorbitario, inserzione muscolo massetere e tuber mascellare. Una volta praticata l'incisione crestale, lo scollamento

procede, come nella tecnica tradizionale, prestando attenzione a rimuovere tutti i tessuti molli per consentire un adeguato fitting della guida implantare. Inoltre, a differenza della tecnica tradizionale, l'utilizzo della guida rende meno necessario il controllo dell'emergenza dell'impianto zigomatico a livello sottocutaneo e l'evitamento del recesso orbitario, rendendo la procedura chirurgica più veloce e meno indaginosa. (Fig. 16)



Figura 19 Controllo del fitting osseo della guida implantare dopo scollamento del campo chirurgico.

Una volta sicuri del fitting osseo della guida implantare, si procede alla sua fissazione mediante viti di osteosintesi, fornite nel kit EZgoma. Ogni guida implantare, generalmente, contiene almeno 3 slot per le viti di fissaggio. A seconda della preferenza del chirurgo questa fase può essere eseguita con motore dritto o contrangolo (Fig. 17)



Figura 20 Fissazione ossea della guida implantare zigoamtica.

Una volta sicuri di aver fissato adeguatamente la guida implantare, si potrà cominciare a utilizzare le frese presenti nell'area "Zygoma" del nostro kit implantare EZgoma. Tutti i passaggi vengono eseguiti senza rimuovere la guida. Le frese da utilizzate su motore con contrangolo sono

evidenziate nella figura 18, partendo da sinistra a destra.

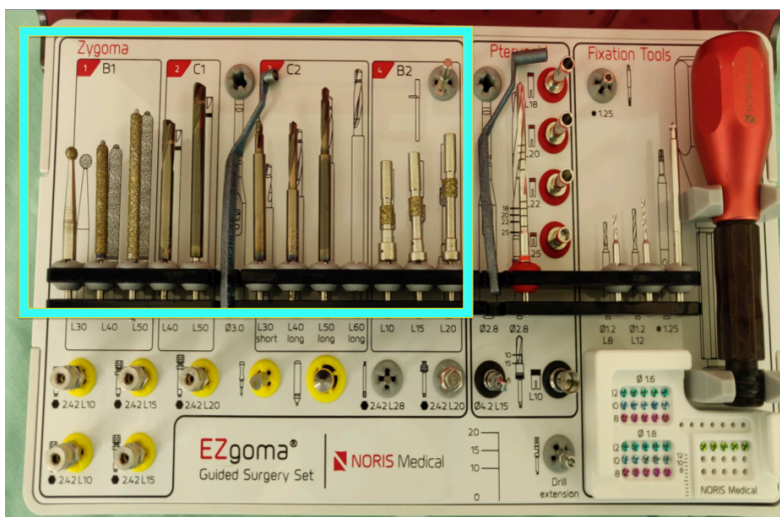


Figura 21 Kit EZgoma, in azzurro le frese dedicate alla preparazione del sito implantare zigomatico.

La prima fresa diamantata a sfera si inserisce all'interno dell'emi-boccola convessa, a livello della parete anteriore del seno mascellare, creando lo spazio per l'inserimento della seconda fresa diamantata cilindrica. Si inizierà ad evidenziare la membrana del seno mascellare. In questa fase, come nella tecnica tradizionale, a discrezione del chirurgo, si può scollare la membrana di Schneider. Il successivo passaggio prevede l'utilizzo di una fresa cilindrica diamantata che, alloggiata primariamente nell'emi-boccola convessa, lavora consumando l'osso presente, fino ad alloggiare tutta la lunghezza della fresa su entrambe le emi-boccole. Risulta importante, in questa fase, controllare il corretto appoggio della fresa nel suo slot. L'erosione dell'osso avviene nel pieno rispetto della membrana del seno mascellare, senza effettiva necessità di doverla scollare.



Figura 22 Successione dell'utilizzo delle frese diamantate sferica e cilindrica nella preparazione dello slot implantare.

Nella fase successiva, una seconda fresa cilindrica con riferimento disegnato a circa 1 cm dalla punta, viene utilizzata per liberare l'osso all'interno dell'emi-boccola craniale e consentire l'inserimento dei successivi dispositivi lavoranti. La fresa cilindrica deve essere inserita fino a far combaciare la tacca presente su di essa con l'ingresso dell'emi-boccola.

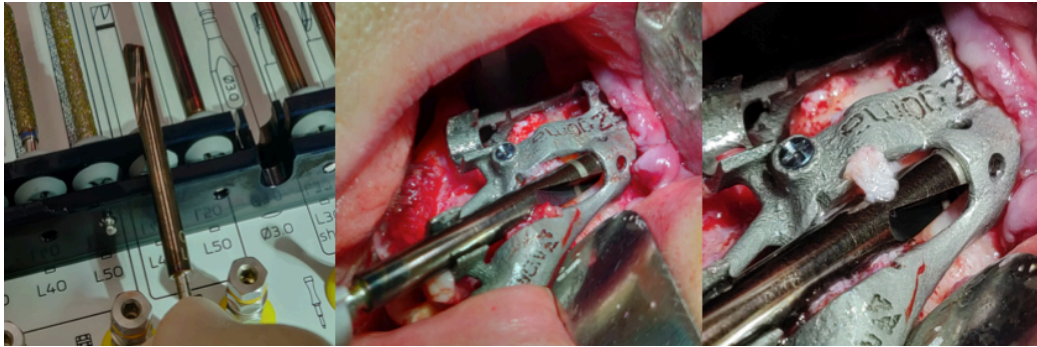


Figura 23 Preparazione SLOT craniale implantare

Una volta rimossa la fresa cilindrica, si preleva dal Kit EZgoma una guida di riduzione di calibro color blu, che viene inserita all'interno dell'emi-boccola craniale. Posizionando la seconda fresa lavorante nel riduttore di calibro, tenendola ben appoggiata sull'emi-boccola caudale, si inizia a preparare la sede dell'impianto. Durante questa manovra non bisogna esercitare eccessiva forza sulla guida, poiché potrebbe spostare la guida o addirittura far uscire le viti di fissazione, creando grossi problemi nel riposizionamento della guida e delle viti stesse.



Figura 24 Introduzione della fresa lavorante all'interno della guida per la riduzione di calibro.

Come evidenziato in precedenza, la guida chirurgica proposta da Noris Medical, consente di

eseguire tutte le fasi della preparazione senza la rimozione della stessa. L'ultima fase prima della preparazione con la fresa finale prevede l'utilizzo di un preparatore di spalla per il successivo alloggiamento della componente protesica (MUA), evitando interferenze ossee che ne pregiudicherebbero l'avvitamento corretto. Nel kit di frese sono presenti tre preparatori di 10, 15 e 20 mm. Le informazioni su quale misura utilizzare sono contenuto nel progetto chirurgico.

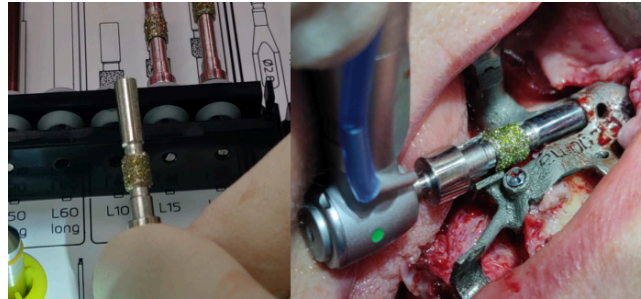


Figura 25 Utilizzo del preparatore di spalla per alloggiamento del Multi-unit Aboutment.

Dopo aver controllato il progetto chirurgico, dal kit tradizionale si seleziona una fresa finale della lunghezza corretta per la preparazione del sito implantare e si completa il foro sino alla lunghezza desiderata. Una incisione ai lati dello slot indica la profondità a cui deve essere condotta la fresa finale. La consistenza dell'osso farà propendere il chirurgo verso l'utilizzo della sola fresa finale "1" di diametro più piccolo o verso le maggiori "2" e "3". Preparato il sito implantare, si posizionerà l'impianto con l'utilizzo di una "slitta" che avrà la stessa lunghezza del preparatore di spalla, usato in precedenza.

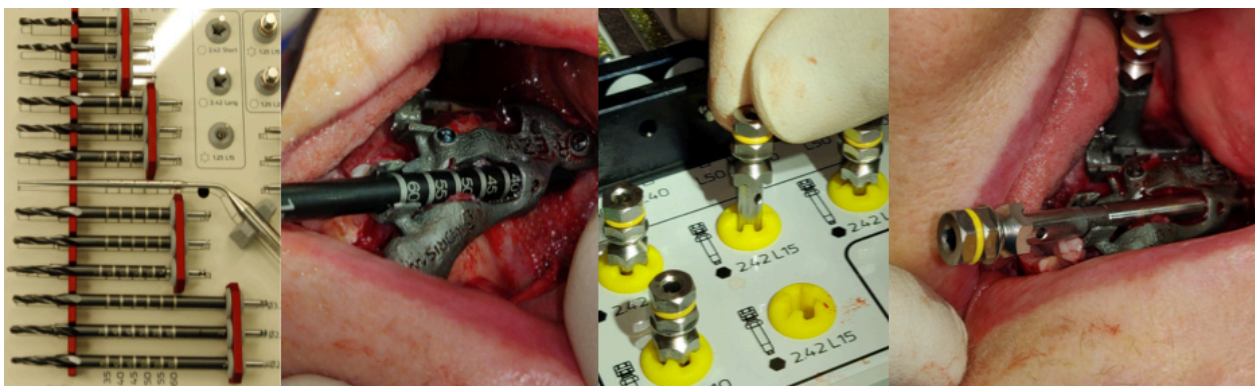


Figura 26 Preparazione con fresa finale e alloggiamento dell'impianto con slitta di posizionamento.

Ultima fase prevede l'indicizzazione dell'impianto. Avendo una connessione esagonale, ogni sesto

di giro dell'impianto può indurre una rotazione errata della componente protesica. Per consentire il parallelismo tra le componentistiche protesiche dei differenti impianti, la slitta di posizionamento implantare presenta al suo interno un foro. Durante l'avvitamento dell'impianto con il cacciavite retto, bisogna prestare attenzione a far combaciare il foro passante sulla slitta con il foro presente sull'emi-boccola concava, a livello della cresta alveolare. Utilizzando il pin di controllo (Fig. 24) e posizionandolo a transitare attraverso i fori della slitta e il foro sulla boccola, si potrà valutare il corretto posizionamento e rotazione dell'impianto zigomatico.

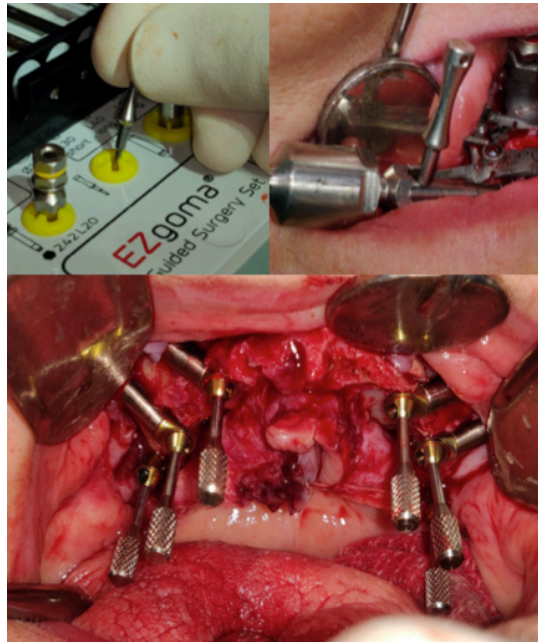


Figura 27 Controllo dell'indicizzazione implantare e lavoro completato con guide implantari rimosse e MUA avvitati.

8. INDAGINI RADIOLOGICHE

Nel campo dell'implantologia zigomatica è fondamentale ottenere dati tridimensionali sia per la pianificazione preoperatoria sia per il controllo a distanza della salute implantare. I metodi radiografici più adatti al conseguimento di questi scopi sono la Tomografia Computerizzata e la TC Cone Beam.

8.1 ANALISI PRECHIRURGICA

Prima dell'intervento è necessario ottenere dalle indagini radiografiche le informazioni che seguono:

- Dimensioni dell'osso zigomatico: i parametri che bisogna conoscere sono la lunghezza e lo spessore dell'osso nella direzione di inserimento dell'impianto. Questi dati permettono un corretto inserimento dell'impianto, massimizzando le possibilità di garantirne la stabilità durante il periodo di guarigione e riducendo il rischio di perforazione con possibili danni alle strutture adiacenti;
- Composizione ossea dell'osso zigomatico: conoscendo la relazione tra osso corticale e trabecolare è possibile raggiungere la miglior stabilità per l'impianto;
- Confini del seno e dell'osso mascellare e loro relazione spaziale con l'osso zigomatico: la conoscenza di questi parametri anatomici permette di pianificare un posizionamento ottimale delle fixture, evitando un tragitto con emergenza palatale dell'impianto che comporterebbe problemi protesici e difficoltà nell'eloquio per il paziente;
- Dimensioni della cresta alveolare residua, del palato duro adiacente e del sito candidato alla riabilitazione: non bisogna trascurare valutazioni in merito a precedenti tentativi di riabilitazione implantare falliti e le loro conseguenze sull'osso;
- Condizioni del seno mascellare;
- Altezza e spessore del processo alveolare anteriore per il posizionamento degli impianti tradizionali.

8.2 ANALISI POSTOPERATORIA

Le indagini radiologiche nel periodo postoperatorio hanno la funzione di valutare la posizione dell'impianto zigomatico e le condizioni dell'osso zigomatico e mascellare attorno alla fixture.

Inoltre, permettono di diagnosticare eventuali condizioni infiammatorie comparse a carico del seno mascellare.

9. RIABILITAZIONE PROTESICA

Non sono evidenti molte differenze tra una protesi fissa su impianti tradizionali e su impianti zigomatici. Una riabilitazione di tipo fisso, che unisce rigidamente tutti gli impianti, evita il movimento degli stessi. Il micromovimento degli impianti zigomatici può causare un riassorbimento dell'osso perimplantare a livello coronale e, di conseguenza, a importanti complicanze.

L'originale protocollo di Branemark prevedeva, per gli impianti zigomatici, come per quelli tradizionali, una procedura a due fasi, oggi sostituita quasi completamente dalla tendenza a ricorrere al carico immediato. In un articolo del 2006 Chow e i suoi collaboratori, hanno riportato risultati positivi in merito al carico immediato di impianti zigomatici con protesi provvisorie.⁶¹

Nello stesso anno, Bedrossian, ha pubblicato uno studio con obiettivi simili al precedente, in cui si dimostrava che, a distanza di un anno, nessuno degli impianti inseriti, sia tradizionali sia zigomatici, sottoposti a carico immediato con riabilitazioni provvisorie, mostravano alcun segno di fallimento né clinicamente né radiograficamente. La bontà del risultato veniva ascritta dagli Autori sia all'elevata stabilità primaria degli impianti zigomatici, sia al supporto fornito dagli impianti tradizionali inseriti nella premaxilla.⁶² Anche in una pubblicazione di Davò del 2008, si giunge alle medesime conclusioni osservando come, a distanza di un anno dal carico immediato su 81 impianti zigomatici e 140 tradizionali, i rispettivi survival rate fossero di 100 e 97 % e le protesi da essi sostenute fossero tutte stabili.⁵⁷

La letteratura sembra, pertanto, suggerire che, come per gli impianti tradizionali, il carico immediato può essere preso in considerazione come prima opzione anche nel trattamento con impianti zigomatici.⁶³

9.1 ANALISI PREOPERATORIA E INDICAZIONI PROTESICHE

Il design protesico è fortemente influenzato da alcuni aspetti clinici che devono essere presi in considerazione nella fase preoperatoria:

- Il tipo di difetto osseo presente
- La linea del sorriso e il suo impatto sulla zona di transizione
- La biomeccanica masticatoria in relazione ai rapporti scheletrici orizzontali e verticali
- Il profilo del viso
- Eventuali parafunzioni
- L'orientamento del piano oclusale
- Lo stato della dentatura antagonista (denti naturali, impianti, protesi rimovibili)

La scelta terapeutica ricade sugli impianti zigomatici nei casi di estremo riassorbimento del mascellare. Il difetto da trattare sarà, quindi, complesso e necessiterà della sostituzione, non solo degli elementi dentari, ma anche della cresta alveolare o della cresta e dell'osso basale, per cui bisogna prestare attenzione anche alla "estetica rosa" per ripristinare il tessuto gengivale. Possono sorgere dubbi in merito alle riabilitazioni fisse quando la linea del sorriso del paziente risulta tale da mostrare la transizione tra la gengiva naturale e il margine protesico. Sarebbe opportuno acquisire, prima della chirurgia, una serie di fotografie andando a registrare i diversi gradi di esposizione al sorriso senza la dentatura. In tal modo, si può decidere se optare per un'osteotomia orizzontale oppure per una soluzione protesica di tipo overdenture. Un altro aspetto molto importante da prendere in esame è la relazione intermascellare, soprattutto in proiezione sagittale. Il dato certo in protesi con pazienti in classe V/VI di Cawood e Howell è che, avendo un mascellare atrofico arretrato, si ha necessariamente una discrepanza tra l'osso e la posizione corretta dei denti.

È quindi compito del clinico valutare l'entità di questa differenza in relazione all'arcata antagonista, per scegliere tra le molte possibilità riabilitative la più idonea funzionalmente a lungo termine per la salute degli impianti. Possiamo suddividere i pazienti in due classi differenti in base al rapporto oclusale:

atrofia grado V/VI con antagonista fisso;

atrofia grado V/VI con antagonista mobile o semi mobile.

Nel primo caso l'eventuale angolo alveolo dentale protesico superiore ai 45 gradi, che già di per sé produce una difficile gestione della protesi,⁶⁴ comporta anche un problema di carico

sbilanciato. L'importante estensione anteriore della struttura sotto carico effettivo, può condurre alla flessione/frattura delle componenti protesiche ed al successivo fallimento implantare.

Nel secondo caso, in presenza di antagonista mobile o semi mobile, la protesi a sbalzo è tollerata per il ridotto contrasto masticatorio. La spina nasale, anche nelle gravi atrofie, spesso è in grado di alloggiare una fixture di 10 mm o più. Un impianto mediano inserito in tale sede, che è utilizzata abitualmente anche in caso di 4 zigomatici, determina una migliore distribuzione delle forze, diminuendo il cantilever protesico. Nel caso in cui tale accorgimento non sia praticabile è consigliabile che la riabilitazione sia accompagnata da un tutore di protezione morbido a rialzo occlusale anteriore notturno.

In presenza di estremo appiattimento-arretramento del mascellare, in alternativa al lembo libero di fibula, è ben accettata anche la soluzione mista su impianti zigomatici con protesi mobile su barra senza palato. Anche se non si raggiunge l'obiettivo di una riabilitazione fissa, la qualità della vita dei pazienti migliora drasticamente rispetto ad un apparecchio mobile ingestibile.

9.2 PROTESI PROVVISORIA

La protesi provvisoria è molto importante nei casi trattati con impianti zigomatici e i suoi obiettivi sono molteplici. In primo luogo deve assicurare un'estetica accettabile e corrette funzioni masticatorie e fonetiche durante il periodo di guarigione. Viene utilizzata come prova per verificare l'occlusione e la posizione estetica dei denti e dei sostituti dei tessuti molli. Inoltre, permette di monitorare l'adattamento del paziente a una dentatura ridotta e di caricare progressivamente l'osso perimplantare.

9.3 PROTESI DEFINITIVA

La protesi definitiva sugli impianti zigomatici è di tipo avvitato e, secondo Aparicio, dovrebbe rispettare una serie di regole. La riabilitazione finale deve unire rigidamente gli impianti tra loro stabilizzandoli con una forma ad arco e la struttura rigida necessita di una costruzione precisa per una migliore distribuzione del carico. Qualora la protesi non fosse sufficientemente rigida, la deformazione e la flessione degli impianti zigomatici potrebbe portare alla perdita di osso perimplantare oppure ad allentamento delle viti di connessione.

È opportuno ottimizzare la distribuzione delle forze sia con la stabilizzazione rigida ad arco sia con

la diminuzione dei bracci di leva sfavorevoli a livello buccale e distale. Forze che provocano una flessione sono le più sfavorevoli e possono pregiudicare la stabilità a lungo termine di una riabilitazione su impianti. La costruzione della protesi deve seguire i principi di Henry Beyron⁶⁵ per un'occlusione ottimale, adattandoli però ad una riabilitazione impianto-supportata. Secondo questo Autore, il sistema masticatorio dovrebbe essere stabile dal punto di vista neuromuscolare senza sforzi eccessivi o danni alle sue strutture. Inoltre, dovrebbe automantenersi nel corso del tempo, ovvero, gli inevitabili cambiamenti dovuti alla funzione e all'età dovrebbero risultare come uno sviluppo favorevole del sistema oclusale. Un tale tipo di occlusione è caratterizzato da:

- Contatti bilaterali sulla maggior parte degli elementi dentari in massima intercuspide e sugli elementi posteriori in retrusione. Queste due posizioni considerate e osservate su un piano sagittale, dovrebbero avere una distanza di 1 mm o meno;
- Relazione oclusale stabile con carico assiale sugli elementi posteriori in retrusione;
- Masticazione identica su entrambi i lati;
- Corretta distanza interocclusale. È fortemente raccomandato, per la realizzazione della protesi, l'utilizzo di metodiche CAD/CAM che rendano la costruzione del manufatto più semplice e più predicibile. Infine, le differenze tra la protesi provvisoria e quella definitiva riguardano diversi aspetti come la presenza di una struttura metallica, una dentatura estesa, un adattamento gengivale più stabile e maggiormente preciso, l'utilizzo di diversi materiali oclusali e un'estetica migliore.

10. COMPLICANZE

Nonostante i vantaggi offerti dagli impianti zigomatici, anche questa metodica non è immune dalle complicanze che, però, possono essere minimizzate grazie ad una corretta e completa pianificazione del trattamento in tutti i suoi aspetti e ad un approccio chirurgico mini-invasivo. Molti Autori hanno riportato, in diversi studi, le varie complicanze a cui è soggetto questo tipo di impianti che rimane, comunque, molto affidabile con un survival rate elevato, compreso tra il 94,2 e il 100 %.

A seconda del momento in cui occorrono le complicanze possono essere definite: intraoperatorie, precoci o tardive.

10.1 COMPLICANZE INTRAOPERATORIE

La procedura chirurgica richiede un'ottima conoscenza dell'anatomia del distretto interessato dalla preparazione e dal tragitto implantare. In alcune particolari situazioni può essere necessario orientare l'impianto verso l'orbita oppure, in casi di estrema atrofia del mascellare, inserirlo nella regione pterigoidea. Deviazioni anche minime dal percorso previsto per le frese, possono provocare danni a carico di regioni delicate. Sono riportati in letteratura alcuni episodi di lesione del pavimento orbitario e, Reycher e Olszewski, hanno descritto un solo caso di penetrazione intracerebrale con un impianto zigomatico.⁶⁶ Il tragitto della fixture nella regione pterigoidea è risultato essere troppo craniale e apicale, con l'ingresso dell'impianto in fossa temporale.

Perforazioni delle anastomosi intraossee della branca dentale dell'arteria alveolare posteriore superiore con l'arteria infraorbitaria, possono provocare un sanguinamento eccessivo durante la preparazione implantare. È, però, difficile fare una valutazione preoperatoria in tutti i pazienti, in quanto le anastomosi arteriose vengono identificate attraverso le scansioni della TC solo nel 53 % dei casi.⁶⁷

Inoltre, bisogna evitare incisioni e lacerazioni all'inserzione del massetere sullo zigomatico perché anche in questo caso potrebbero verificarsi importanti sanguinamenti.

10.2 COMPLICANZE PRECOCI

Con periodo precoce si intende i primi 6 mesi in seguito all'evento chirurgico. Le complicanze

interessano la fase di guarigione dell'impianto e la connessione dell'abutment. Possono occorrere nell'immediato postoperatorio ed è bene conoscerle per saperle fronteggiare al meglio e per informare il paziente della loro eventualità.

Un'evenienza molto frequente è l'ematoma a livello facciale che ha, però, una risoluzione spontanea in circa dieci giorni. Il paziente, inoltre, può provare fastidiosi disturbi sensitivi nelle regioni malare e paranasale come risultato dell'identificazione, durante la chirurgia, del forame infraorbitario. Queste sensazioni normalmente cessano in un periodo compreso tra le 3 e le 8 settimane dopo l'intervento.

In uno studio di Aparicio e collaboratori, viene riportata in 5 casi su 69 trattati, la possibilità di lacerazione del labbro, soprattutto inferiore, dovuta alla frizione degli strumenti rotanti su cui sono montate frese con lunghezza maggiore di quelle da implantologia tradizionale. Nei tre giorni successivi all'intervento, in molti soggetti, può verificarsi una moderata epistassi. Per evitare il sanguinamento è opportuno avvisare il paziente di controllare gli starnuti e di non aumentare troppo la pressione intrasinusale evitando forti espulsioni di aria attraverso la cavità nasale.

È frequentemente riportata in letteratura la comparsa di dolore postoperatorio da lieve a moderato che viene trattato con analgesici. Le altre complicanze registrate precocemente sono ascrivibili all'impianto più che all'atto chirurgico. Secondo Becktor, la camera interna dell'impianto per la vite dell'abutment può creare una comunicazione tra il cavo orale e il seno mascellare con possibile insorgenza di sinusite.⁶⁸

Quando è necessario il ricorso a una tecnica chirurgica che prevede un tragitto implantare intrasinusale, si verificano spesso infiammazione ed iperplasia della mucosa intorno all'abutment protesico. Queste sono dovute all'emergenza implantare situata nella mucosa palatina, contenente tessuto adiposo. Tale complicanza può essere rimossa rimuovendo tale tessuto.

Infine, sempre precocemente, possono verificarsi anche perdita degli impianti.¹³

10.3 COMPLICANZE TARDIVE

Tra le complicanze definite tardive si riscontrano comunicazioni oroantrali o oronasali, che possono esitare o meno in una sinusite acuta. Merita una considerazione particolare l'infiammazione perimplantare, o perimplantite, che risulta essere già problematica sugli impianti tradizionali e, ancora di più, su quelli zigomatici a causa della limitata quantità d'osso che circonda la testa della fixture.⁶⁹

10.4 COMPLICANZE PROTESICHE

Le problematiche relative alla riabilitazione protesica si possono suddividere in due principali categorie. La prima comprende i problemi legati al design protesico che comportano difetti di pronuncia, difficoltà nel mantenimento dell'igiene orale e discomfort per il paziente.

Le seconda, invece, riguarda complicanze di natura meccanica a carico dei componenti protesici come, ad esempio, la frattura degli abutment o delle viti di connessione, spesso dovuti a situazioni di sovraccarico protesico oppure l'allentamento delle viti a causa di un'errata distribuzione del carico.

Un'approfondita analisi in merito alle complicanze degli impianti zigomatici e alla loro sopravvivenza a lungo termine è stata effettuata nel 2016 da Chrcanovic con una revisione sistematica che ha incluso 68 studi. I lavori analizzati presentavano dati su un totale di 4556 impianti zigomatici inseriti in 2161 pazienti, con un survival rate complessivo di 12 anni.

I fallimenti registrati a carico degli zigomatici sono stati 103 con probabilità dell'evento avverso di 1,3%. Non tutti gli studi analizzati mostravano dati riguardanti la perdita degli impianti tradizionali addizionali, spesso inseriti nella zona premascellare, per cui la possibilità di fallimento di 3,29% è da considerarsi sottostimata.

Contrariamente a quanto sostenuto da Aparicio nel suo libro dedicato agli impianti zigomatici, secondo cui la perdita degli impianti è da considerarsi come complicanza tardiva, la revisione mostra che su 65 impianti dei quali è stato indicato il periodo esatto del fallimento, in 40 casi questo è avvenuto nei primi sei mesi.

È risultata essere statisticamente significativa anche la tipologia di carico. Gli impianti sottoposti a carico immediato sembrano essere, infatti, meno soggetti a fallimenti. Considerando le altre possibili complicanze, sono stati segnalati 127 casi di sinusite su 3707 impianti, quantità ricavata dagli studi in cui sono stati registrati dati riguardanti la comparsa o meno di sinusite che risulta avere una probabilità di 2,4% (95% CI, 1.8-3.0; standard error, 0.3; $P < .001$; heterogeneity, $t_2 = 0.000$, $c_2 = 72.533$, $df = 52$, $I_2 = 28.309\%$, $P = .031$). Lo stesso discorso è da ritenersi valido anche per gli altri eventi avversi. La revisione riporta, poi, 67 infezioni gengivali rispetto a un totale di 2190 impianti con una possibilità stimata intorno al 2% (95% CI, 1.2-2.8; standard error, 0.4; $P < .001$; heterogeneity, $t_2 = 0.000$, $c_2 = 83.511$, $df = 41$, $I_2 = 50.905\%$, $P < .001$); 28 casi di parestesia postoperatoria a carico dei nervi infraorbitario o zigomatico-facciale con probabilità dell'1% (95% CI, 0.5-1.4; standard error, 0.2; $P < .001$; heterogeneity, $t_2 = 0.000$, $c_2 = 20.354$, $df = 23$, $I_2 = 0\%$, P

= .620) e 25 episodi di fistola oroantrale con una percentuale sul totale dei casi dello 0,4% (95% CI, 0.1-0.6; standard error, 0.1; P = .002; heterogeneity, $t^2 = 0.000$, $c^2 = 29.081$, $df = 36$, $I^2 = 0\%$, $P = .787$).

È importante, nell'anamnesi del paziente, indagare se in precedenza si sia sottoposto ad interventi di natura estetica, in particolar modo filler riempitivi nella regione malare o altre chirurgie a carico nelle ossa coinvolte nel posizionamento di impianti zigomatici.

11.SCOPO DELLO STUDIO

Scopo principale dello studio affrontato in questa tesi è l'analisi della metodica di implantologia zigomatica guidata, mediante l'utilizzo di dime chirurgiche in titanio a supporto osseo.

La ricerca vuole valutare in maniera oggettiva, tramite uno studio pilota, l'accuratezza della tecnica chirurgica denominata "EZgoma inverted supports technique" dell'azienda Noris Medical che, attraverso l'elaborazione digitale delle immagini CTCB del paziente, consente di creare delle dime chirurgiche per trasferire il progetto virtuale in sala operatoria. Allo stesso tempo è nostro intento validare il metodo di valutazione saggiandone la riproducibilità.

Gli obiettivi secondari comprendono l'identificazione di eventuali fattori che possono aumentare la probabilità del verificarsi di errori in questo tipo di tecnica chirurgica.

Obiettivo primario:

- Valutazione dell'accuratezza del posizionamento implantare rispetto alla pianificazione digitale.

Obiettivi secondari:

- corrispondenza tra la componentistica implanto-protetica pianificata e quella posizionata durante l'intervento chirurgico;
- complicanze intra operatorie;
- complicanze post- operatorie;
- tempo trascorso tra l'intervento chirurgico e il carico protesico;
- survival rate (SRI) e success rate (SSI) implantare.

Il campione di pazienti di questa ricerca è stato reclutato tra i pazienti afferenti all'U.O.C di Chirurgia Maxillo Facciale e Odontostomatologia diretta dal Prof. Aldo Bruno Gianni della Fondazione IRCCS Cà Granda Ospedale Maggiore Policlinico di Milano.

12. MATERIALI E METODI

Pilot case series, monocentrico, su pazienti con mascellare superiore edentulo e atrofico che necessitano di riabilitazione con impianti zigomatici.

Il razionale per la scelta di tale disegno consiste nel fatto che esso consente di raccogliere dati preliminari rapidamente e senza alcuna modificazione delle procedure cliniche, per decidere se approfondire la valutazione dell'accuratezza con un ulteriore studio più ampio. 20 impianti in 5 pazienti consecutivi appaiono un numero congruo per effettuare tali valutazioni preliminari, in quanto l'unità di analisi è il singolo impianto non il singolo paziente

Lo studio in oggetto ha arruolato i primi 5 pazienti sottoposti a intervento chirurgico di posizionamento di impianti zigomatici con tecnica guidata afferenti dal Gennaio 2019 presso l'unità operativa di Chirurgia Maxillo Facciale ed Odontostomatologia diretta dal Prof. Aldo Bruno Gianni della Fondazione IRCCS Cà Granda Ospedale maggiore Policlinico di Milano – Università degli Studi di Milano.

Sono stati inclusi nello studio i pazienti che rispettassero i seguenti criteri d'inclusione:

- età >18 anni;
- indicazione a riabilitazione implantare zigomatica con tecnica QUAD (quattro impianti zigomatici);
- capaci di intendere e di volere;
- consenso firmato scritto a partecipare allo studio ed essere sottoposti all'intervento chirurgico.

12.1 VALUTAZIONE DELL'OBIETTIVO PRIMARIO

L'obiettivo primario è la valutazione dell'accuratezza del posizionamento implantare in termini di posizione dell'impianto zigomatico rispetto al risultato atteso, contenuto nel file della pianificazione eseguita al computer. La valutazione è effettuata con la piattaforma di elaborazione immagini 3D dell'azienda GeoMagic © attraverso la sovrapposizione delle immagini (file stl) della progettazione e le immagini (DICOM) del controllo TC post-operatorio.

Mantenendo come repere lo scheletro facciale, i punti che verranno analizzati per la comparazione saranno:

1. Apice dell'impianto;
2. Piattaforma implantare;
3. Asse dell'impianto.

Ognuno dei punti 1 e 2 darà origine ad una misura lineare in mm che verrà scomposta nelle tre coordinate dello spazio x,y,z per poter definire l'errore in direzione antero-posteriore, latero-laterale o cranio-caudale. La misura in gradi ottenuta dal punto 3 verrà scomposta sui tre piani dello spazio, anche in questo caso per valutare con un metodo più specifico dove l'errore è maggiore.

La letteratura sull'argomento presenta una discrepanza media di 2,5 mm per le misure lineari e di 3° per quelle angolari ²⁹.

Riguardo l'identificazione di fattori che aumentano la probabilità di errore, dai risultati sarà estratto un valore medio per ogni punto descritto. In seguito il valore medio ottenuto verrà confrontato con i risultati ottenuti scomponendo la casistica in sottogruppi in base a:

- sede dell'impianto: anteriore / posteriore;
- lato dell'impianto: destro / sinistro;
- correlazione tra lunghezza dell'impianto e errore medio.

12.1.1 VALUTAZIONE DELL'ACCURATEZZA

Tutti i pazienti dello studio hanno seguito la FLOW CHART descritta nel capitolo 7.1.

La valutazione dell'accuratezza del posizionamento implantare si è resa possibile dopo l'esecuzione della TC post-operatoria, eseguita nelle 48 ore successive all'intervento chirurgico.

Il metodo applicato si basa su una doppia misurazione. La prima è una misurazione lineare che restituisce un valore assoluto riferito alla distanza tra due punti della stessa parte di immagine

tridimensionale. La seconda misurazione è il risultato della scomposizione sui piani XY-YZ-XZ della distanza dei due punti. Per ottenere tali misurazioni è stato necessario ricavare due file STL: l'uno dalla pianificazione e l'altro dalla TC post operatoria. Sul file della pianificazione abbiamo identificato una serie di punti sulla componente dell'impianto. Da ogni impianto è stato individuato l'asse, il punto di apice e il punto di centro della testa dell'impianto stesso.

Sul file della TC abbiamo localizzato gli stessi punti rilevandoli dalle immagini radiologiche bidimensionali, utilizzando il software Mimics. Sempre dallo stesso software abbiamo ricavato l'immagine 3D degli impianti inseriti, utilizzando una soglia di HU Thresholds 2239-3071.

La maschera e i punti individuati sono stati esportati rispettivamente in formato STL (binario) e IGES. I file in formato STL sono stati importati in Geomagic per l'allineamento e l'analisi di deviazione. Il file di pianificazione è stato bloccato in modo da impedire ogni possibile movimento mentre, con la feature di allineamento manuale, è stato allineato il file di risultato dell'intervento. Il risultato di questo allineamento è stato analizzato con la feature di analisi.

I file STL sono stati esportati per l'analisi lineare e assoluta, eseguita con CATIA V5. In seguito all'importazione dei file così allineati, sono state rilevate le superfici di base ricavandole dalle singole mesh del file STL e ottenendo, in questo modo, le informazioni dagli impianti ricavati dalla pianificazione. Per quanto riguarda le misurazioni dal risultato dell'intervento, i punti di riferimento utilizzati sono stati identificati dal file IGES ottenuto da Mimics. L'asse dell'impianto è stato rilevato dalla feature di ricognizione delle superfici. I riferimenti geometrici così ottenuti sono stati confrontati per le misurazioni.

Di seguito sono riportate le immagini di riferimento delle varie fasi di elaborazione dei dati.

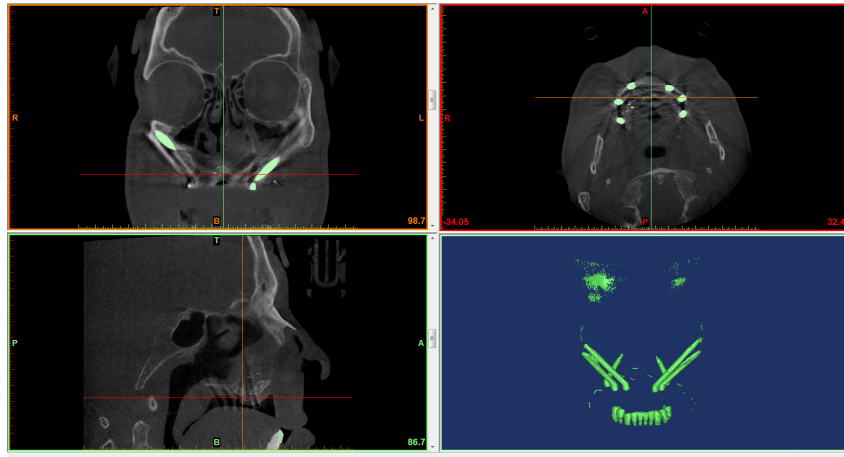


Figura 28 Estrazione dei file STL degli impianti dalla TC Cone-Beam post-intervento; software Mimics 10.01, valore di tresholds: Min 2239 Max 3071

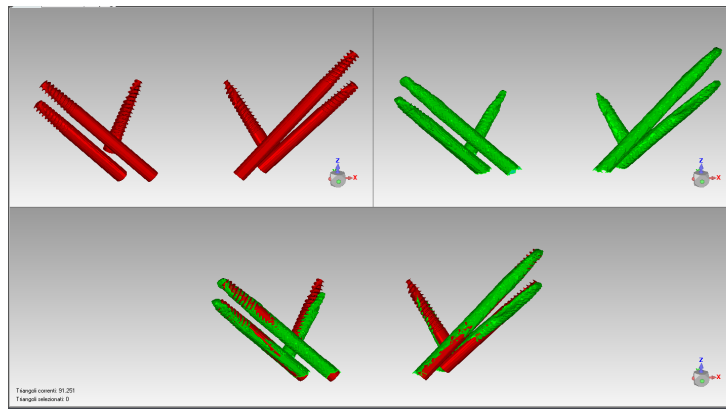


Figura 29 allineamento manuale con best fit tra file STL degli impianti esportati da planning chirurgico (rosso) e file STL impianti estratti da TC cone-beam post-intervento (verde).

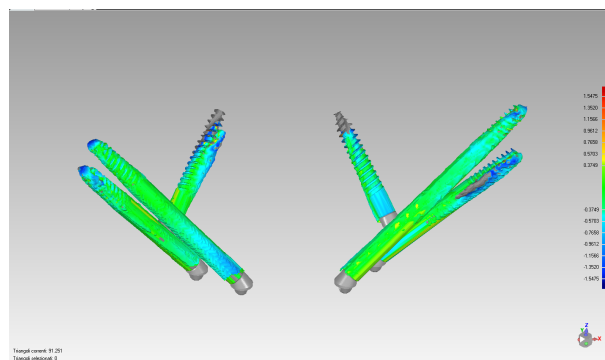


Figura 30 Ottimizzazione dell'allineamento con feature di registrazione globale e analisi del risultato con feature statica. Software Geomagic.

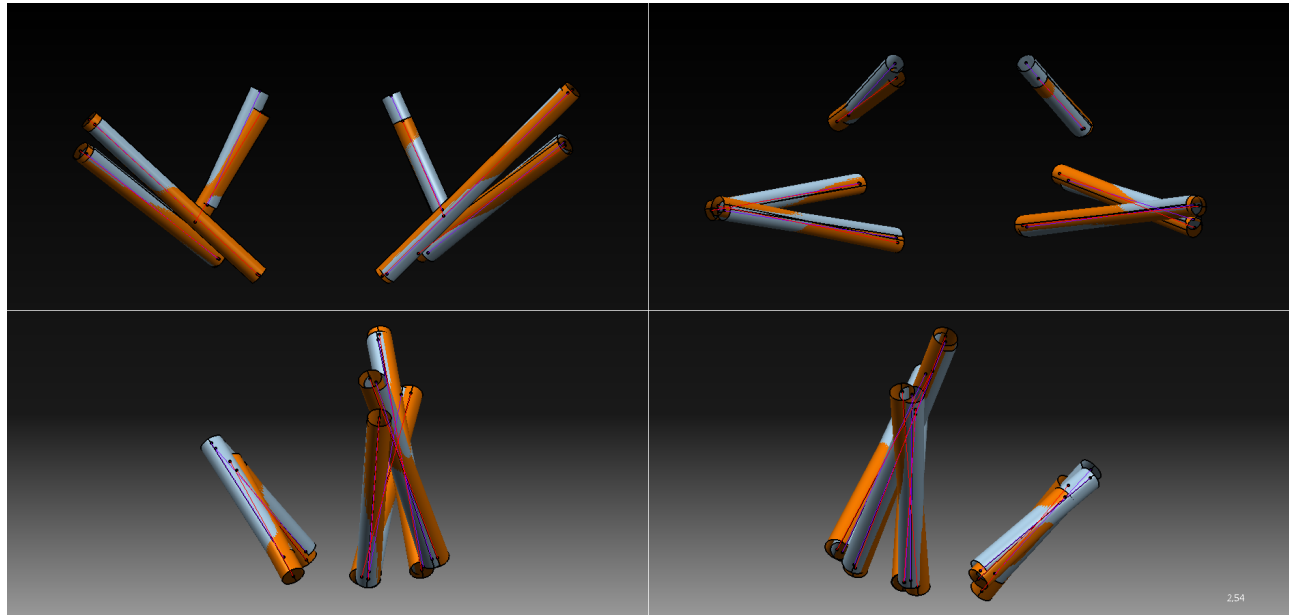


Figura 31 Importazione dei file STL e identificazione dei cilindri relativi alle forme da analizzare

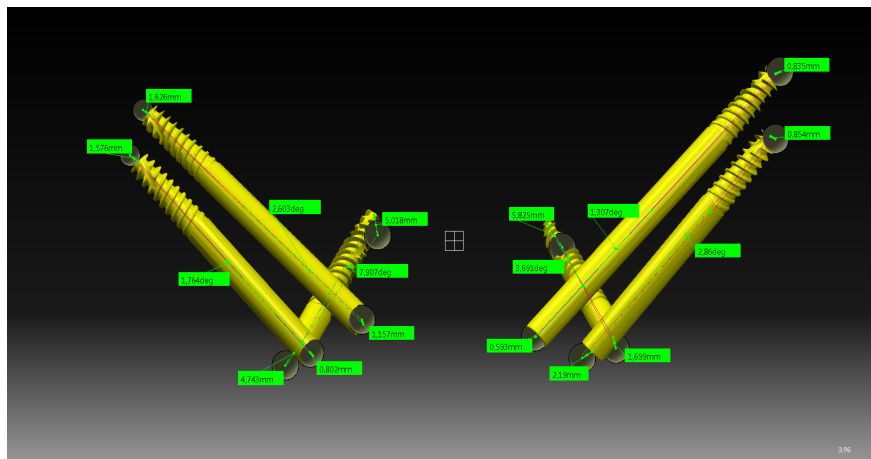


Figura 32 Misurazioni lineari e angolari degli impianti

Distanze tra punti omologhi proiettati sui piani						
Testa Impianto	I17 P-R	I15 P-R	I12 P-R	I22 P-R	I25 P-R	I27 P-R
XY	X 0.243 Y 0.177	X 1.233 Y 0.058	X 0.928 Y 0.397	X 5.911 Y 2.304	X 0.081 Y 0.874	X 0.091 Y 0.14
XZ	X 0.243 Z 0.079	X 1.233 Z 1.454	X 0.928 Z 1.442	X 5.911 Z 6.099	X 0.081 Z 0.702	X 0.091 Z 0.962
YZ	Y 0.177 Z 0.079	Y 0.058 Z 1.454	Y 0.397 Z 1.442	Y 2.304 Z 6.099	Y 0.874 Z 0.702	Y 0.14 Z 0.962
Apice Impianto	I17 P-R	I15 P-R	I12 P-R	I22 P-R	I25 P-R	I27 P-R
XY	X 0.153 Y 3.52	X 1.197 Y 0.003	X 1.162 Y 1.05	X 0.967 Y 0.015	X 0.591 Y 1.076	X 2.184 Y 3.937
XZ	X 0.153 Z 2.697	X 1.197 Z 0.777	X 1.162 Z 0.466	X 0.967 Z 0.907	X 0.591 Z 0.05	X 2.184 Z 3.288
YZ	Y 3.52 Z 2.697	Y 0.003 Z 0.777	Y 1.05 Z 0.466	Y 0.015 Z 0.907	Y 1.076 Z 0.05	Y 3.937 Z 3.288
Testa MUA	I17 P-R	I15 P-R	I12 P-R	I22 P-R	I25 P-R	I27 P-R
XY	X 1.532 Y 3.62	X 0.01 Y 2.145	X 0.768 Y 3.211	X 0.009 Y 2.342	X 1.463 Y 0.423	X 1.106 Y 0.152
XZ	X 1.532 Z 4.339	X 0.01 Z 0.942	X 0.768 Z 0.408	X 0.009 Z 1.138	X 1.463 Z 1.984	X 1.106 Z 3.069
YZ	Y 3.62 Z 4.339	Y 2.145 Z 0.942	Y 3.211 Z 0.408	Y 2.342 Z 1.138	Y 0.423 Z 1.984	Y 0.152 Z 3.069
Distanze lineari tra punti omologhi						
Testa Impianto	I17 P-R	I15 P-R	I12 P-R	I22 P-R	I25 P-R	I27 P-R
Lineare	3.768	1.907	1.76	8.8	1.124	0.977
Apice Impianto	I17 P-R	I15 P-R	I12 P-R	I22 P-R	I25 P-R	I27 P-R
Lineare	4.438	1.427	1.634	1.326	1.229	5.575
Testa MUA	I17 P-R	I15 P-R	I12 P-R	I22 P-R	I25 P-R	I27 P-R
Lineare	5.855	2.342	3.327	2.604	2.501	3.266
Angolo asse impianto P-R	6.858	0.706	2.242	0.771	3.035	2.995

Figura 33 Report valori di un caso (Paziente tesi "A") in cui sono stati posizionali 4 impianti zigomatici e 2 impianti pterigoidei.

12.2 VALUTAZIONE DEGLI OBIETTIVI SECONDARI

Gli obiettivi secondari della ricerca sono stati individuati al fine di confrontare la tecnica di implantologia guidata zigomatica con la tecnica di implantologia tradizionale zigomatica e di implantologia convenzionale sulla base dei risultati clinici, per valutare se, adottando una tecnica chirurgica così evoluta in una regione anatomica così delicata, potesse evidenziare un peggioramento dei risultati clinici.

12.2.1 CORRELAZIONE TRA IMPIANTO PIANIFICATO E POSIZIONATO

La tecnica chirurgica di implantologia guidata zigomatica dovrebbe consentire la possibilità di poter decidere anticipatamente all'intervento chirurgico la lunghezza e la posizione degli impianti necessari alla riabilitazione. Gli impianti zigomatici forniti dalla casa produttrice Noris Medical vanno dai 30 mm ai 60 mm, con misure intermedie ogni 2,5 mm. Presentano tutti una uguale struttura dell'apice lavorante dell'impianto e una superficie liscia. La necessità di cambiare impianto durante l'intervento chirurgico renderebbe meno affidabile il protocollo chirurgico. La valutazione di questo risultato è stata espressa in termini di percentuale di numero di impianti sostituiti rispetto alla pianificazione digitale.

12.2.2 CORRELAZIONE TRA MULTI UNIT ABOUTMENT (MUA) PIANIFICATO E POSIZIONATO

La casa implantare fornitrice del sistema prevede monconi angolati (multi unit-aboutment) di varie gradazioni (15°, 30°, 45°, 52°, 60°). La necessità di cambiare l'angolazione del moncone rispetto al progetto indicherebbe un fallimento dal punto di vista del progetto virtuale. Questo dato rende molto bene l'idea di precisione della tecnica chirurgica. Durante la fase di posizionamento dell'impianto, l'indicizzazione del MUA (fig. 24 cap 7) determina l'angolazione che il cilindro protesico avrà per l'inserimento della protesi. Nell'implantologia zigomatica dove si utilizzano prevalentemente MUA angolati, un'alta percentuale di successo di questo dato potrà permettere un confortevole svolgimento delle fasi post-chirurgiche di rilevamento delle impronte degli impianti e della realizzazione protesica. Il dato relativo alla precisione dei MUA posizionati verrà espresso in termini di percentuale.

12.2.3 COMPLICANZE INTRA-OPERATORIE

In un articolo di Bedrossian et al. del 2018 ⁷⁰, sono state elencate le complicanze intraoperatorie possibili durante l'intervento chirurgico di posizionamento di impianti zigomatici. Sono state prese in considerazione le seguenti complicanze:

- coinvolgimento intraorbitario;
- coinvolgimento intra-cranico;
- emergenza sotto cutanea dell'apice dell'impianto a livello della regione del pomello zigomatico;

- frattura dell'osso zigomatico;
- mancata stabilità primaria dell'impianto zigomatico.

Le complicanze intraoperatorie elencate sono di tipo descrittivo e non possono rappresentare una percentuale di comparsa in quanto, anche in letteratura, appaiono come case report; sono state valutate nei pazienti operati del nostro studio e valutata la percentuale di comparsa.

12.2.4 COMPLICANZE POST- OPERATORIE

Sono state valutate le complicanze più frequenti che riguardano l'implantologia zigomatica presenti in una review del 2016 di Chrcanovic et al.¹³ :

- sinusite,
- alterazioni della sensibilità,
- mucosite,
- fistola oro-antrale.

Delle complicanze elencate ne è stata verificata la comparsa e calcolata la percentuale nella nostra casistica e successivamente confrontata con i dati della letteratura correlandoli con il follow-up disponibile dei pazienti.

12.2.5 TEMPO TRASCORSO TRA INTERVENTO E CARICO PROTESICO

La distanza in termini di giorni tra l'intervento chirurgico di implantologia zigomatica e altre tecniche chirurgiche è uno dei punti di forza di questa soluzione riabilitativa. In un recente studio randomizzato è stato evidenziato come il carico protesico nell'implantologia zigomatica avviene circa 1,3 giorni dopo l'intervento chirurgico considerando come giorno "1" quello dopo l'intervento chirurgico e "0" il giorno stesso.⁷¹ Abbiamo calcolato i giorni di attesa per il carico protesico nei nostri pazienti e lo abbiamo confrontato con i dati disponibili in letteratura.

12.2.6 SURVIVAL RATE e SUCCESS RATE IMPLANTARE

Per Survival Rate implantare si intende il numero di impianti posizionati e osteointegrati al momento del follow up. Si tratta di un valore che viene espresso in termini di percentuale. Differente concetto è il Success Rate implantare che rappresenta il numero di impianti posizionati, osteointegrati e protesizzati con successo al momento del follow up.

Entrambi questi valori sono stati calcolati e confrontati con i dati presenti in letteratura.¹³

13. RISULTATI

Da Gennaio 2019 sono stati operati presso l'U.O.C. di chirurgia Maxillo Facciale ed Odontostomatologia diretta dal Prof. Aldo Bruno Gianni, 5 pazienti con indicazione a implantologia zigomatica con tecnica QUAD con tecnica chirurgica "EZgoma inverted supports technique".

Sono stati sottoposti ad intervento quattro donne e un uomo, con età media di 62,2 aa. TAB XX

Nei pazienti A ,B ed E la tecnica di impianti zigomatici QUAD è stata associata al posizionamento di 2 impianti pterigoidei. Tutti i casi sono stati preparati secondo la flow chart descritta nel capitolo 7. La protesi scelta per la riabilitazione protesica è stata di tipo Toronto bridge in 4 casi su 5. Nel caso B è stata realizzata una protesi fissa a chiavistelli con una flangia in resina per chiudere la fistola oro nasale in esiti di labiopalatoschisi non trattata.

Tabella 1 Pazienti sottoposti a riabilitazione con implantologia zigomatica guidata.

Paziente	Età	Sesso	Comorbidità	Nature of edentulous	Rehabilitation solution	Prosthesis
A	64	M	Ipertensione	Fallimento lembo libero osseo	QUAD + 2 pterigoidei	Toronto Bridge
B	63	F	--	Esiti labio palatoschisi	QUAD + 2 pterigoidei	Protesi a chiavistelli con otturatore rimovibile
C	68	F	--	Atrofia	QUAD	Toronto Bridge
D	62	F	Iperensione	Atrofia	QUAD	Toronto Bridge
E	54	F	HIV/HCV	Atrofia	QUAD + 2 pterigoidei	Toronto Bridge

13.1 RISULTATI SULL'ACCURATEZZA DELLA TECNICA CHIRURGICA DI IMPLANTOGIA ZIGOMATICA GUIDATA

I valori dell'accuratezza sono riportati nella TABELLA 2. In 4 casi l'intervento chirurgico si è svolto regolarmente. Nel paziente A a livello dell'impianto in posizione 15 non era presente stabilità primaria.

Per tale motivo si è reso necessario riposizionare l'impianto leggermente distalmente, ottenendo alla fine dell'intervento una stabilità primaria adeguata ma inficiando il progetto chirurgico. Di conseguenza, l'impianto è stato eliminato dal calcolo statistico in quanto non presentava più la possibilità di essere confrontato con il planning chirurgico. Sono stati quindi analizzati 19 impianti su 20 posizionati con tecnica di implantologia zigomatica guidata mediante utilizzo di tecnica a supporti invertiti della Noris Medical.

Nessuno dei 5 pazienti presenta una media di valori superiori a quelli definiti accettabili in letteratura nell'implantologia zigomatica guidata, ovvero di 2,5 mm per le distanze lineari e di 3° per le deviazioni angolari.

I valori medi riscontrati nelle tre misurazioni di tutti e 19 gli impianti posizionati sono risultati inferiori rispetto ai dati espressi in letteratura come accettabili:

- distanza lineare media della piattaforma implantare: 1,59 mm
- distanza lineare media dell'apice dell'impianto: 1,62mm
- deviazione angolare media dell'asse dell'impianto 1,74°

Per quanto riguarda la valutazione della distanza lineare della piattaforma implantare, in solo 3 impianti zigomatici su 19 posizionati (16%) la distanza lineare media è stata superiore ai 2,5mm, in 11 impianti su 19 (58%) la distanza è stata compresa tra 1 mm e 2,5mm e in 5 casi su 19 la distanza è stata inferiore a 1mm (26%).

Per quanto riguarda la distanza lineare dell'apice dell'impianto in solo 2 casi su 19 (11%) la distanza lineare è stata superiore ai 2,5mm; in 13 su 19 (68%) è stata compresa tra 1 e 2,5 mm, in 4 impianti su 19 (21%) la distanza è stata inferiore a 1mm.

La deviazione angolare dell'asse dell'impianto è stata maggiore di 3° in soli 2 impianti su 19 (11%).

Tabella 2 Riassunto valori medi delle discrepanze nei cinque pazienti sottoposti a intervento chirurgico.

Paziente	Posizione impianto zigomatico	Distanza lineare della piattaforma implantare (mm)	Distanza lineare dell'apice dell'impianto (mm)	Deviazione angolare dell'asse dell'impianto (°)
A	12	2,94	2,31	1,87
	15	X	X	X
	22	0,88	0,93	0,95
	25	1,26	1,20	1,62
A MEDIA		1,69	1,48	1,47
B	12	1,76	1,63	2,24
	15	1,91	1,43	0,71
	22	2,60	1,33	0,77
	25	1,12	1,23	3,04
B MEDIA		1,85	1,40	1,69
C	12	1,23	1,84	2,01
	15	0,65	1,23	2,31
	22	1,15	2,36	0,69
	25	3,23	2,06	1,56
C MEDIA		1,57	1,87	1,64
D	12	2,01	1,47	1,87
	15	0,99	0,99	4,25
	22	0,86	1,85	1,68
	25	2,9	2,63	1,28
D MEDIA		1,69	1,73	2,27
E	12	1,49	0,65	1,96
	15	1,23	0,98	0,86
	22	1,41	2,96	1,52
	25	0,54	1,78	1,86
E MEDIA		1,17	1,59	1,55
TOTAL MEDIA		1,59	1,62	1,74
SD		±0,81	±0,62	±0,87

L'analisi dei risultati dei differenti gruppi di impianti, suddivisi in anteriori/posteriori, impianti di destra e impianti di sinistra, impianti di lunghezza maggiore uguale a 45mm/maggiori di 45 mm, non ha mostrato differenze statisticamente significative tra i diversi gruppi di impianti come mostrato nella tabella 3.

Tabella 3 Risultati delle discrepanze medie negli impianti suddivisi in gruppi: destra/sinistra; anteriori/posteriori, <45mm/>45mm.

	N° di impianti zigomatici	Distanza lineare della piattaforma implantare (mm)	Distanza lineare dell'apice dell'impianto (mm)	Deviazione angolare dell'asse dell'impianto (°)
Anteriori ZI	10	1,63	1,73	1,56
Posteriori ZI	9	1,54	1,50	1,94
p < 0,05		no	no	no
Destra ZI	9	1,58	1,39	2,01
Sinistra ZI	10	1,60	1,83	1,50
p < 0,05		no	no	no
Lunghezza ZI ≤ 45mm	11	1,58	1,55	1,91
Lunghezza ZI > 45mm	8	1,59	1,73	1,50
p < 0,05		no	no	no

Come ultima valutazione riguardante l'accuratezza della metodica, sono stati confrontati i nostri risultati con i dati presenti in letteratura in implantologia tradizionale guidata. Il confronto è stato fatto con un articolo sulla valutazione dell'implantologia tradizionale guidata del 2014 di Testori et al., nel quale venivano riassunti i risultati di differenti tecniche di chirurgia guidata. Il confronto con la metodica di implantologia guidata zigomatica ha evidenziato valori di distanza lineare del tutto sovrapponibili con le metodiche standard. Il dato più suggestivo è stato che, nonostante la lunghezza media quasi quadrupla rispetto agli impianti tradizionali posizionati nello studio del 2014, la deviazione angolare è inferiore rispetto a questi 1,74° vs. 3,26.

Tabella 4 Confronto tra risultati in implantologia zigomatica guidata e implantologia tradizionale guidata.

	impianti (n°)	Tipo di guida implantare	Distanza lineare della piattaforma implantare (mm)	Distanza lineare dell'apice dell'impianto (mm)	Deviazione angolare dell'asse dell'impianto (°)
Implantologia zigomatica guidata	19	Guida in titanio a supporto osseo	1,59	1,62	1,74
Chirurgia Implantare guidata tradizionale ⁷²	117	Mucosa/ ossea / dento-mucosa	1,52	1,32	3,26

13.2 RISULTATI SULLA CORRISPONDENZA TRA MATERIALI IMPLANTO PROTESICI PIANIFICATI E POSIZIONATI

La valutazione dei risultati riguardanti la corrispondenza tra la componentistica impianto + MUA programmata digitalmente e il piano riabilitativo realizzato in sala operatoria, è riassunto nella tabella XXX.

In un solo caso (Paziente A) e in un solo impianto (A15) è stata modificata sede e posizione dell'impianto. La mancanza di stabilità primaria ha reso necessario la modifica della lunghezza della fixture implantare. Sempre nello stesso paziente, a causa di questo cambio di posizione, sono stati sostituiti, rispetto al planning pre-operatorio, i due multi-unit aboutment per favorire al meglio le successive fasi protesiche.

Per ogni singolo impianto abbiamo avuto un tasso di corrispondenza tra planning e chirurgia di 19 impianti su 20 (95%) e di 18 MUA su 20 (90%).

Tabella 5 Confronto tra componentistica pianificata digitalmente e componentistica posizionata in sala operatoria durante intervento chirurgico.

Patient	Implant position	Implant planned	Implant placed	Multi- Unit aboutment planned	Multi Unit Abutment Placed
A	12	55	55	45	45
	15	40	42,5*	45	52*
	22	55	55	52	52
	25	42,5	42,5	45	52*
B	12	55	55	45	45
	15	52,5	52,5	45	45
	22	45	45	45	45
	25	40	40	45	45
C	12	52,5	52,5	45	45
	15	40	40	52	52
	22	50	50	45	45
	25	42,5	42,5	30	30
D	12	52,5	52,5	52	52
	15	42,5	42,5	45	45
	22	47,5	47,5	45	45
	25	32,5	32,5	45	45
E	12	45	45	45	45
	15	35	35	45	45
	22	42,5	42,5	45	45
	25	30	30	30	30

13.3 RISULTATI CLINICI

Gli impianti zigomatici posizionati con tecnica Ezgoma inverted Supports Technique, al momento della valutazione dei risultati per la stesura della presente tesi presentano, un follow up medio di 15,9 mesi, comprendendo anche l'impianto posizionato a mano libera nel paziente A (impianto A15). Durante l'intervento chirurgico l'unica complicanza registrata è stata la mancanza di stabilità primaria nell'impianto A15, come descritto in precedenza e la frattura della parete anteriore del seno mascellare durante il posizionamento dell'impianto D12, che non ha comunque precluso la buona riuscita dell'intervento chirurgico e il successivo carico protesico avvenuto in giornata. In 3 pazienti su 5, la protesi provvisoria avvitata è stata consegnata il giorno stesso dell'intervento. Nei pazienti B e C la protesi è stata consegnata rispettivamente il giorno successivo e quattro giorni dopo l'intervento chirurgico, rispettando la media presente in letteratura di un carico immediato su impianti zigomatici circa 1,3 gg dopo l'intervento chirurgico.

Attualmente sono stati evidenziati solo due episodi di mucosite a carico degli impianti D12 ed E22. Si è trattato di episodi saltuari e dovuti all'ingombro iniziale della flangia della protesi provvisoria, in seguito modificata durante la trasformazione in protesi definitiva, consentendo una maggiore facilità nella pulizia e detersione.

Tabella 6 Risultati clinici dei pazienti sottoposti a intervento chirurgico di riabilitazione impianto protesica guidata zigomatica.

Paziente	Impianto	Follow - up	Complicanze intra-operatorie	Carico protesico	Complicanze post-operatorie
A	12	18	No	0	No
	15	18	Torque <40N	0	No
	22	18	No	0	No
	25	18	No	0	No
B	12	17	No	1	No
	15	17	No	1	No
	22	17	No	1	No
	25	17	No	1	No
C	12	15	No	4	No
	15	15	No	4	No
	22	15	No	4	No
	25	15	No	4	No
D	12	13	Frattura parete anteriore seno mascellare	0	Mucosite
	15	13	No	0	No
	22	13	No	0	No
	25	13	No	0	No
E	12	12	No	0	No
	15	12	No	0	No
	22	12	No	0	Mucosite
	25	12	No	0	No

Ad oggi tutti i pazienti mantengono la loro protesi definitiva consegnata circa 6 mesi dopo l'intervento chirurgico, a completa guarigione dei tessuti molli intraorali e osteointegrazione implantare.

Non sono state osservate complicanze post-operatorie che hanno precluso il carico implantare, la sopravvivenza e/o osteointegrazione dell'impianto stesso.

A 15,9 mesi di follow up medio, possiamo evidenziare un Survival Rate Implantare del 100% e un Success Rate Implantare del 100% per il posizionamento di impianti zigomatici con Ezgoma Inverted Support Technique.

14. DISCUSSIONE

La discussione dei risultati di questa tesi affronterà inizialmente i risultati di affidabilità della tecnica chirurgica in termini di accuratezza e, successivamente, in termini di risultati clinici.

Riguardo ai risultati di accuratezza introduciamo l'argomento definendo come, l'utilizzo di tecniche di chirurgia guidata dovrebbe favorire un miglioramento degli iter terapeutici. Numerose pubblicazioni definiscono criteri secondo i quali la chirurgia guidata dovrebbe essere predefinita, mininvasiva, rapida, accurata e ripetibile^{26,72,73,74}. Partendo da questi cinque presupposti, i lavori presenti oggi in letteratura, definiscono, attraverso varie tecniche un tipo di chirurgia guidata potenzialmente predefinita che però, dai risultati descritti, non risulta essere altrettanto accurata e quindi ripetibile. Chrcanovic, che per primo ha riportato dati di sperimentazione su cadavere per il posizionamento guidato di impianti zigomatici, ha evidenziato valori di discrepanza tra progetto e realizzazione chirurgica tra gli 8 e gli 11 gradi di deviazione angolare.⁷⁵ Questi valori molto elevati, risultano amplificati dalla maggiore lunghezza dell'impianto zigomatico rispetto all'impianto tradizionale, la cui misura risulta essere mediamente circa quattro volte inferiore. Una metodica che presenta una deviazione angolare così elevata non può essere presa in considerazione per l'utilizzo su pazienti; l'apice dell'impianto potrebbe avere una discrepanza lineare, rispetto al progetto, anche superiore a un centimetro soprattutto in considerazione della lunghezza media degli impianti zigomatici utilizzati, di circa 45mm. La difficoltà dell'utilizzo di queste guide proposte anche in altri studi è rappresentata dall'impiego di mascherine chirurgiche con boccole d'ingresso degli strumenti lavoranti di forma cilindrica, che consentono il controllo della fresa solo nella fase iniziale di lavoro sull'osso alveolare, perdendone successivamente il controllo lungo il percorso che conduce sino all'osso zigomatico.^{75,76} La proposta di Chow et al. prevede l'utilizzo di una guida doppia: una parte di mascherina a supporto mucoso "classica" con boccole cilindriche e una seconda guida da agganciare sulla prima, una volta fissata, che consente il controllo, dopo antrostomia, dell'apice della fresa.⁷⁷ L'utilizzo di due guide introduce un'ulteriore difficoltà nell'utilizzo dei vari devices data l'esiguità degli spazi all'interno del cavo orale, con una conseguente maggiore possibilità di verificarsi di errori a causa dell'errore intrinseco che statisticamente ogni guida chirurgica contiene. Inoltre, la letteratura in merito non riporta dati su questo tipo di guida chirurgica per l'implantologia zigomatica. Un lavoro interessante sulla metodica di chirurgia guidata zigomatica è quello proposto da Rinaldi et al., nel quale vengono

riportati risultati su 10 impianti zigomatici posizionati con chirurgia guidata. Gli Autori evidenziano una deviazione angolare tra i $1,88^\circ$ e $4,55^\circ$ e una differenza lineare tra i 2 e 3 mm.⁷⁸ La guida proposta è di tipo home-made in materiale plastico ed è il primo articolo, a nostra conoscenza, che mostra dei risultati incoraggianti. Altri Autori hanno provato ad associare il planning chirurgico virtuale all'utilizzo di strumenti di navigazione chirurgica o robot chirurgici.^{79,80,81} Al momento tuttavia questi devono essere considerati ancora protocolli in fase di sperimentazione dal momento che, a fronte di dati promettenti, presentano ancora molte lacune in termini di comodità d'impiego, rapidità d'esecuzione, riproducibilità e invasività. Fino ad oggi, quindi, non è stata descritta una tecnica chirurgica guidata per l'implantologia zigomatica che proponesse vantaggi in termini di predicibilità, invasività, velocità, accuratezza e ripetibilità, con parametri per garantirne l'affidabilità inferiori ai 2,5 mm di discrepanza lineare e 3° di deviazione angolare.²⁹ La guida chirurgica proposta da Noris Medical, studiata nella tesi, consente di raggiungere tali risultati come dimostrato dal nostro studio pilota su 20 impianti. Ad esclusione dell'impianto senza stabilità primaria, tutti gli altri 19 impianti sono stati posizionati senza difficoltà e non hanno comportato il verificarsi di complicanze intra-operatorie che avrebbero inficiato l'accuratezza della tecnica chirurgica. Inoltre il valore di discrepanza angolare medio $<2^\circ$, che non risente né della posizione dell'impianto né della sua lunghezza, valida ulteriormente la tecnica a "supporti invertiti", garantendo, durante tutta la preparazione del tunnel implantare, una coassialità degli strumenti lavoranti. Tutto questo è possibile, inoltre, grazie alla fornitura di un kit dedicato di frese che si adatta perfettamente agli spazi ristretti del cavo orale, senza la necessità di dover adattarsi con strumenti prelevati da kit differenti. La discrepanza lineare all'apice dell'impianto, in media di 1,62 mm, va tenuta conto in fase di progettazione che, seppur minima, potrebbe indurre a errori soprattutto nel posizionamento dell'impianto anteriore che, nella maggior parte dei casi, lambisce il recesso orbitario anteriore in particolare nei pazienti di sesso femminile e di piccola statura, soprattutto nel caso di due impianti per lato. Nella nostra casistica non si sono osservati danni a carico delle strutture dell'orbita e nonostante in tutti i casi siano stati posizionati almeno quattro impianti zigomatici, nessuno ha mostrato complicanze intra-operatorie. La differenza lineare di 1,59 mm a livello della piattaforma implantare rappresenta un enorme successo. Lo step successivo alla validazione della metodica chirurgica è quello di validare la metodica per la realizzazione delle protesi da "avvitare" direttamente al termine dell'intervento chirurgico. Ad oggi, anche seppur minima, tale differenza non consente, come nella maggior parte

dei casi di implantologia tradizionale guidata, la possibilità di avvitarla già a fine intervento la protesi, ma solo di stabilizzarla e successivamente avvitarla.

Inoltre, la corrispondenza tra il planning chirurgico e il risultato dell'intervento in termini di materiali, impianti e MUA, conferma ulteriormente l'affidabilità della progettazione CAS. In un solo paziente sono stati modificati i MUA e, come spiegato nel testo nel capitolo dei risultati, questo è stato reso necessario dalla necessità di dover posizionare un impianto zigomatico di lunghezza differente in un'altra posizione. Tale modifica ha riguardato solo i due MUA presenti sugli impianti posteriori A15 e A25, per favorire il parallelismo protesico.

Durante le fasi chirurgiche, una volta stabilizzata la guida chirurgica, il campo operatorio necessario alle varie manovre si riduce enormemente poiché non è più necessario controllare continuamente il corretto posizionamento dei ferri dell'assistente, che hanno la finalità di consentire un campo visivo sufficientemente ampio a osservare la fuoriuscita implantare a livello del pomello zigomatico. Le frese del kit rispettano completamente i tessuti molli peri-orali e la procedura si svolge in tutta sicurezza con criteri di mini-invasività.

Per quanto riguarda i risultati clinici non si sono verificate complicanze intra o post-operatorie gravi. Come evidenziato in letteratura da numerosi lavori scientifici¹³, il fallimento implantare generalmente avviene nei primi sei mesi post-operatori, mentre le complicanze come sinusite, mucositi e fistole oro-antrali, avvengono in periodi più tardivi e per questo motivo è importante seguire attentamente questi pazienti nel follow-up. La protesi, che generalmente viene consegnata come provvisoria, nella maggior parte dei casi deriva da una protesi totale che il paziente portava prima dell'intervento e, talvolta, presenta minime alterazioni di struttura che vengono corrette durante i successivi controlli del follow-up fino ad un completo rifacimento passando alla protesi definitiva. Può succedere che le superfici e le flange protesiche non siano perfette e possano favorire il ristagno di cibo in prossimità delle superfici di connessione degli impianti zigomatici. Inoltre, il trauma dei tessuti molli e la successiva guarigione, induce un rimodellamento del cavo orale che perdura per 6 mesi. In due dei nostri impianti, questo ha favorito l'insorgenza di mucositi che si sono risolte dopo accurata detersione e rimodellamento della protesi per facilitarne la pulizia. In nessun caso è stato necessario il reintervento chirurgico. L'emergenza endorale della componentistica implanto-protesica, progettata digitalmente sull'immagine TC (sulla quale veniva proiettato il design della futura protesi), ha consentito una precisa fuoriuscita delle torrette di avvitarla per la realizzazione di un corretto arco protesico. Il Survival Rate e il Success Rate

Implantare di questa tecnica del 100%, trae beneficio anche da questi dettagli di progettazione virtuale e, unito al dato di sopravvivenza medio intorno ai 16 mesi, mostra come la riabilitazione delle atrofie del mascellare superiore mediante gli impianti zigomatici, sia una soluzione sicura anche con l'utilizzo di tecniche CAD/CAM.

Questa metodica non solo garantisce in breve tempo, grazie al carico immediato, un risultato funzionale ed estetico, non sempre ottenibile con la tradizionale implantologia combinata a tecniche ricostruttive, ma si dimostra anche una metodica ancor più affidabile e performante rispetto alla implantologia tradizionale zigomatica, come provato dai nostri seppur limitati dati.

I dati del lavoro da noi svolto concordano perfettamente con i dati disponibili in letteratura. Nella nostra casistica, così come si evince dai dati della letteratura, la riabilitazione su impianti zigomatici si dimostra una soluzione terapeutica efficace, veloce e a basso costo biologico.

15. CONCLUSIONI

I risultati di accuratezza da noi ottenuti sono comunque in linea con quelli che si rilevano in implantologia tradizionale guidata e confermano quindi la possibilità di proseguire il lavoro con questo tipo di guida chirurgica per il posizionamento di impianti zigomatici.

Osservando i dati della nostra tesi e confrontandoli con quelli presenti in letteratura che riguardano l'implantologia zigomatica guidata, possiamo evidenziare un netto aumento dell'affidabilità della tecnica chirurgica proposta, rispetto a quelle presentate fino ad oggi.

Pur se inquadrare in classificazioni anatomiche molto precise, le atrofie mascellari si evolvono secondo uno schema biologico multifattoriale praticamente imprevedibile e lo stesso accade alle corrispettive ricostruzioni ossee. Sono troppi i fattori funzionali che guidano la complessa crescita evolutiva morfogenetica del distretto oro-facciale che, in modo altrettanto rilevante, con l'aggiunta dell'importantissima azione/disfunzione oclusale, condizionano anche il rimaneggiamento dell'osso alveolare dopo la perdita dei denti. Allo stato attuale tutta la letteratura e l'evidenza clinica si rivolgono a trattamenti limitati basati su protesi ortopediche, piuttosto che su ricostruzioni ossee alveolari che presentano anche gravi problematiche sui tessuti molli rigenerati. Gli impianti zigomatici in tutte le loro evoluzioni sono una procedura terapeutica che ha prodotto, negli ultimi anni, un tangibile miglioramento nella terapia delle atrofie mascellari,

permettendoci di superare molti aspetti biologici limitanti della malattia.

I pochi dati che riguardano la casistica esposta nella presente disamina fino ad ora in nostro possesso e il limitato campione analizzato, non ci permettono di ricorrere alla statistica inferenziale per effettuare un confronto diretto tra gruppi. Infatti, il numero di pazienti trattati con chirurgia implantare zigomatica guidata risulta troppo inferiore rispetto ai casi trattati con impianti zigomatici tradizionali, per essere adeguatamente confrontato e valutato. La nostra analisi rimane, pertanto, una descrizione preliminare in attesa di recuperare maggiori informazioni su un campione di pazienti più ampio. Analizzando i dati pubblicati in altri lavori della letteratura, è possibile affermare che la tecnica chirurgica da noi proposta sia attualmente una valida alternativa che merita un particolare interesse di sviluppo e applicazione.

In generale, lo studio da noi effettuato in merito a sopravvivenza, percentuale di successo e complicanze, conferma quanto già sostenuto in letteratura ,ovvero che la riabilitazione protesica per le atrofie del mascellare superiore effettuata mediante impianti zigomatici è sicura e affidabile nel medio e lungo termine e garantisce un risultato efficace ed immediato, sia estetico che funzionale, anche con l'utilizzo di tecniche CAD/CAM specifiche, applicate a questo tipo di implantologia.

È possibile dunque concludere, in accordo con la letteratura scientifica, che l'implantologia zigomatica rappresenta una reale e valida alternativa alle tecniche di ricostruzione ossea nella cura delle atrofie dei mascellari. Risulta fondamentale l'applicazione delle corrette indicazioni e della rigorosa tecnica chirurgica implantare zigomatica guidata. Tale tecnica può introdurre, se ben studiata, un enorme progresso nella realizzazione di progetti protesici sempre più performanti dal punto di vista estetico e funzionale, ottimizzando i tempi ed evitando numerosi interventi di rifinitura a carico delle componenti protesiche.

16. BIBLIOGRAFIA

1. Atwood DA. Bone loss of edentulous alveolar ridges. *J Periodontol* 1979; 50:11-21.
2. Romanos GE. Wound healing in immediately loaded implants. *Periodontol* 2000. 2015 Jun;68(1):153-67.
3. Clayman L. Implant reconstruction of the bone-grafted maxilla: review of the literature and presentation of 8 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 2006; 64:674-682.
4. Becktor JP, Isaksson S, Sennerby L. Survival Analysis of Endosseous Implants in Grafted and Nongrafted Edentulous Maxillae. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004 Jan-Feb;19(1):107-15.
5. Calandriello R, Tomates M. Simplified treatment of the atrophic posterior maxilla via immediate/early function and tilted implants: a prospective 1-year clinical study. *J Clin Implant Dent Relat Res* 2005; 7 (Suppl 1):51-62.
6. Balshi TJ, Wolfinger G, Balshi SF II. Analysis of 356 pterygomaxillary implants in edentulous arches for fixed prosthesis anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999; 14:398-406.
7. Kahnberg KE, Ekkestubbe A, Grondahl K, Nilsson P, Hirsch JM. Sinus lifting procedure. I. One-stage surgery with bone transplant and implants. *Clin Oral Implant Res* 2001; 12:479-487.
8. Maló P, de Araújo NM, 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.
9. Langer B, Langer L, Hermann I, Jorneus L. The wide fixture: a solution for special bone situations and a rescue for the compromised implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993; 8:400-408.
10. Reichert TE, Kunkel M, Wahlmann U, Wagner W. Das Zygoma-Implantat—Indikationen und erste klinische Erfahrungen. *Z Zahnärztl Implantol* 1999; 15:65-70.
11. Boyes-Varley JG, Howes DG, Lownie JF. The zygomaticus implant protocol in the treatment of the severely resorbed maxilla. *SADJ* 2003; 58(106-109):113-114.
12. Brånemark PI, Grondahl K, Ohrenell LO, Nilsson P, Petruson B, Svensson B, Engstrand P, Nannmark U. Zygoma fixture in the management of advanced atrophy of the maxilla: technique and long-term results. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2004; 38:70- 85.
13. Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A. Survival and Complications of Zygomatic

- Implants: An Updated Systematic Review. J Oral Maxillofac Surg 2016; 74:1949-1964.*
14. Aparicio C, Manresa C, Francisco K, Claros P, Alánde J, González-Martín O, Albrektsson T. *Zygomatic implants: indications, techniques and outcomes, and the zygomatic success code. Periodontol 2000. 2014 Oct;66(1):41-58.*
 15. Kaing L, Grubor D, Chandu A. *Assessment of bone grafts placed within an oral and maxillofacial training programme for implant rehabilitation. Aust Dent J. 2011 Dec;56(4):406-11.*
 16. Klijn RJ, Meijer GJ, Bronkhorst EM, Jansen JA. *Sinus floor augmentation surgery using autologous bone grafts from various donor sites: a meta-analysis of the total bone volume. Tissue Eng Part B Rev. 2010 Jun;16(3):295-303.*
 17. Leonard I. Linkow, Raphaël Cherchève. *Theories and techniques of oral implantology, Volume 2. C. V. Mosby Co., 1970.*
 18. Branemark PI. *Surgery and fixture installation: zygomaticus fixture clinical procedures. 1st ed. Goteborg: Nobel Biocare AB; 1998.*
 19. Peñarrocha M, García B, Martí E, Boronat A. *Rehabilitation of severely atrophic maxillae with fixed implant-supported prostheses using zygomatic implants placed using the sinus slot technique: clinical report on a series of 21 patients. Int J Oral Maxillofac Implants 2007; 22:645-650.*
 20. Danza M, Grecchi F, Zollino I, Casadio C, Carinci F. *Spiral implants bearing full-arch rehabilitation: analysis of clinical outcome. J Oral Implantol. 2011 Aug;37(4):447-55.*
 21. Linkow LI, Winkler S, Shulman M, Dal Carlo L, Pasqualini ME, Rossi F, et al. *A New Look at the Blade Implant. J Oral Implantol. 2016;42(4):373-80.*
 22. D'haese J, Ackhurst J, Wismeijer D, De Bruyn H, Tahmaseb A. *Current state of the art of computer-guided implant surgery. Periodontol 2000. 2017 Feb;73(1):121-133.*
 23. Azari A1, Nikzad S. *Computer-assisted implantology: historical background and potential outcomes-a review. Int J Med Robot. 2008 Jun;4(2):95-104. D*
 24. Bover-Ramos F, Viña-Almunia J, Cervera-Ballester J, Peñarrocha-Diago M, García-Mira B. *Accuracy of Implant Placement with Computer-Guided Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis Comparing Cadaver, Clinical, and In Vitro Studies. Int J Oral Maxillofac Implants. 2018 January/February;33(1):101-115.*
 25. Marlière DAA, Demétrio MS, Picinini LS, De Oliveira RG, Chaves Netto HDM. *Accuracy of*

- computer-guided surgery for dental implant placement in fully edentulous patients: A systematic review.. Eur J Dent. 2018 Jan-Mar;12(1):153-160.*
26. Deek NF, Wei FC. *Computer-Assisted Surgery for Segmental Mandibular Reconstruction with the Osteoseptocutaneous Fibula Flap: Can We Instigate Ideological and Technological Reforms? Plast Reconstr Surg. 2016 Mar;137(3):963-70.*
 27. Schirotti G, Angiero F, Zangerl A, Benedicenti S, Ferrante F, Widmann G. *Accuracy of a flapless protocol for computer-guided zygomatic implant placement in human cadavers: expectations and reality. Int J Med Robot. 2016 Mar;12(1):102-8.*
 28. Chrcanovic BR, Oliveira DR, Custódio AL. *Accuracy evaluation of computed tomography-derived stereolithographic surgical guides in zygomatic implant placement in human cadavers. J Oral Implantol. 2010;36(5):345-55.*
 29. Van Steenberghe D, Malevez C, Van Cleynenbreugel J, Bou Serhal C, Dhoore E, Schutyser F, Suetens P, Jacobs R. *Accuracy of drilling guides for transfer from three-dimensional CT-based planning to placement of zygoma implants in human cadavers. Clin Oral Implants Res. 2003 Feb;14(1):131-6.*
 30. Hung KF, Wang F, Wang HW, Zhou WJ, Huang W, Wu YQ. *Accuracy of a real-time surgical navigation system for the placement of quad zygomatic implants in the severe atrophic maxilla: A pilot clinical study. Clin Implant Dent Relat Res. 2017 Jun;19(3):458-465.*
 31. Tahmaseb A, Wismeijer D, Coucke W, Derksen W. *Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. Int J Oral Maxillofac Implants. 2014;29 Suppl:25-42.*
 32. Tahmaseb A, Wu V, Wismeijer D, Coucke W, Evans C. *The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. Clin Oral Implants Res. 2018 Oct;29 Suppl 16:416-435.*
 33. Wilde F, Hanken H, Probst F, Schramm A, Heiland M, Cornelius CP. *Multicenter study on the use of patient-specific CAD/CAM reconstruction plates for mandibular reconstruction. Int J Comput Assist Radiol Surg. 2015 Dec;10(12):2035-51.*
 34. Nkenke E, Hahn M, Lell M, Wiltfang J, Schultze-Mosgau S, Stech B, Radespiel-Tröger M, Neukam FW. *Anatomic site evaluation of the zygomatic bone for dental implant placement. Clin Oral Implants Res. 2003 Feb;14(1):72-9.*
 35. Rossi M, Duarte LR, Mendonça R, Fernandes A. *Anatomical bases for the insertion of*

- zygomatic implants. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2008 Dec;10(4):271-5. doi: 10.1111/j.1708-8208.2008.00091.x. Epub 2008 Apr 1.
36. Kato Y, Kizu Y, Tonogi M, Ide Y, Yamane GY. Internal structure of zygomatic bone related to zygomatic fixture. *J Oral Maxillofac Surg*. 2005 Sep;63(9):1325-9.
37. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1988 Aug;17(4):232-6.
38. Aparicio C. A proposed classification for zygomatic implant patient based on the zygoma anatomy guided approach (ZAGA): a cross-sectional survey. *Eur J Oral Implantol*. 2011 Autumn;4(3):269-75.
39. Nocini PF, Trevisiol L, D'Agostino A, Zanette G, Favero V, Procacci P. Quadruple zygomatic implants supported rehabilitation in failed maxillary bone reconstruction. *Oral Maxillofac Surg*. 2016 Sep;20(3):303-8. doi: 10.1007/s10006-016-0552-7. Epub 2016 Feb 25.
40. Nyström E, Lundgren S, Gunne J, Nilson H. Interpositional bone grafting and Le Fort I osteotomy for reconstruction of the atrophic edentulous maxilla. A two-stage technique. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1997; 26:423–427.
41. Lundgren S, Nyström E, Nilson H, Gunne J, Lindhagen O. Bone grafting to the maxillary sinuses, nasal floor and anterior maxilla in the atrophic edentulous maxilla. A two-stage technique. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1997; 26:428– 434.
42. Sjöström M, Sennerby L, Nilson H, Lundgren S. Reconstruction of the atrophic edentulous maxilla with free iliac crest grafts and implants: a 3-year report of a prospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2007; 9:46– 59.
43. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I). Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci* 1998; 106:527– 551.
44. Weischer T, Schettler D, Ch M. Titanium implants in the zygoma as retaining elements after hemimaxillectomy. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997; 12:211–221.
45. Higuchi KW. The zygomaticus fixture: an alternative approach for implant anchorage in the posterior maxilla. *Ann R Australas Coll Dent Surg* 2000; 15:23–33.
46. Grecchi F, Busato A, Grecchi E, Carinci F. Surgically-guided zygomatic and pterygoid implants - a no-grafting rehabilitation approach in severe atrophic maxilla -A case report

- Annals of Oral & Maxillofacial Surgery* 2013 May 01;1(2):17.
47. Boyes-Varley JG, Howes DG, Davidge-Pitts KD, Brånemark I, McAlpine JA. A protocol for maxillary reconstruction following oncology resection using zygomatic implants. *Int J Prosthodont.* 2007 Sep- Oct;20(5):521-31
 48. Chen X, Wu Y, Wang C. Application of a surgical navigation system in the rehabilitation of maxillary defects using zygoma implants: report of one case. *Int J Oral Maxillofac Implants* 26(5):e29-34, 2011
 49. Weischer T, Schettler D, Mohr C. Titanium implants in the zygoma as retaining elements after hemimaxillectomy. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1997 Mar-Apr;12(2):211-4.
 50. Grecchi F, Pagliani L, Mancini GE, Zollino I, Carinci F. Implant treatment in grafted and native bone in patients affected by ectodermal dysplasia. *J Craniofac Surg.* 2010 Nov;21(6):1776-80. doi:10.1097/SCS.0b013e3181f40378.
 51. Grecchi F, Zingari F, Bianco R, Zollino I, Casadio C, Carinci F. Implant rehabilitation in grafted and native bone in patients affected by ectodermal dysplasia: evaluation of 78 implants inserted in 8 patients. *Implant Dent.* 2010 Oct;19(5):400-8. doi: 10.1097/ID.0b013e3181e40609.
 52. Grecchi F, Mancini G, Parafioriti A, Mineo G, Zollino I, Pricolo A, Carinci F. Ectodermal dysplasia treated with one-step surgical rehabilitation: a case report. *Singapore Dent J.* 2010 Jun;31(1):9-14. doi: 10.1016/S0377-5291(12)70003-2. Epub 2012 Jan 25
 53. Rajan G, Mariappan S, Ramasubramanian H, Somasundaram S, Natarajarathinam G. Restoration of Atrophic Edentulous Maxilla of a Patient with Ectodermal Dysplasia Using Quadruple Zygomatic Implants: A Case Report. *J Maxillofac Oral Surg.* 2015 Sep;14(3):848-52. doi: 10.1007/s12663-015- 0741-1. Epub 2015 Jan 20
 54. Grecchi F, Zollino I, Parafioriti A, Mineo G, Pricolo A, Carinci F. One-step oral rehabilitation by means of implants' insertion, Le Fort I, grafts, and immediate loading. *J Craniofac Surg.* 2009 Nov;20(6):2205-10. doi: 10.1097/SCS.0b013e3181bf8487.
 55. Nocini PF, D'Agostino A, Chiarini L, Trevisiol L, Procacci P. Simultaneous Le Fort I osteotomy and zygomatic implants placement with delayed prosthetic rehabilitation. *J Craniofac Surg.* 2014 May;25(3):1021-4. doi: 10.1097/SCS.0000000000000742.
 56. D'Agostino A, Trevisiol L, Favero V, Pessina M, Procacci P, Nocini PF. Are Zygomatic Implants

- Associated With Maxillary Sinusitis? J Oral Maxillofac Surg. 2016 Aug;74(8):1562-73. doi: 10.1016/j.joms.2016.03.014. Epub 2016 Mar 22.*
57. Davo R, Malevez C, Lopez-Orellana C, et al: Sinus reactions to immediately loaded zygomatic implants: A clinical and radiological study. *Eur J Oral Implantol* 1:53, 2008
 58. Bothur S, Kullendorff B, Olsson-Sandin G: Asymptomatic chronic rhinosinusitis and osteitis in patients treated with multiple zygomatic implants: A long-term radiographic follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 30:161, 2015
 59. Stella JP, Warner MR. Sinus slot technique for simplification and improved orientation of zygomaticus dental implants: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants. 2000 Nov-Dec;15(6):889-93.*
 60. Nkenke E, Hahn M, Lell M, Wiltfang J, Schultze-Mosgau S, Stech B, Radespiel-Tröger M, Neukam FW. Anatomic site evaluation of the zygomatic bone for dental implant placement. *Clin Oral Implants Res. 2003 Feb;14(1):72-9.*
 61. Chow J, Hui E, Lee PK, Li W. Zygomatic implants – protocol for immediate occlusal loading: a preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg. 2006 May;64(5):804-11.*
 62. Bedrossian E, Rangert B, Stumpel L, Indresano T. Immediate function with the zygomatic implant: a graftless solution for the patient with mild to advanced atrophy of the maxilla. *Int J Oral Maxillofac Implants. 2006 Nov-Dec;21(6):937-42.*
 63. Aparicio C, Rangert B, Sennerby L. Immediate/early loading of dental implants: a report from the Sociedad Española de Implantes World Congress consensus meeting in Barcelona, Spain, 2002. *Clin Implant Dent Relat Res. 2003;5(1):57-60. Review*
 64. Malo P, de Araujo Nobre M, Lopes A, et al: Extramaxillary surgical technique: Clinical outcome of 352 patients rehabilitated with 747 zygomatic implants with a follow-up between 6 months and 7 years. *Clin Implant Dent Relat Res* 17(suppl 1):e153, 2015
 65. Beyron H. Optimal occlusion. *Dent Clin North Am. 1969 Jul;13(3):537-54*
 66. Reychler H1, Olszewski R. Intracerebral penetration of a zygomatic dental implant and consequent therapeutic dilemmas: case report. *Int J Oral Maxillofac Implants. 2010 Mar-Apr;25(2):416-8.*
 67. Testori T1, Rosano G, Taschieri S, Del Fabbro M. Ligation of an unusually large vessel during maxillary sinus floor augmentation. A case report. *Eur J Oral Implantol. 2010*

Autumn;3(3):255-8.

68. Becktor JP1, Isaksson S, Abrahamsson P, Sennerby L. Evaluation of 31 zygomatic implants and 74 regular dental implants used in 16 patients for prosthetic reconstruction of the atrophic maxilla with cross-arch fixed bridges. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2005;7(3):159-65.
69. Lombardo G, D'Agostino A, Trevisiol L, Romanelli MG, Mascellaro A, Gomez-Lira M, Pardo A, Favero V, Nocini PF. Clinical, microbiologic and radiologic assessment of soft and hard tissues surrounding zygomatic implants: a retrospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2016 Nov;122(5):537-546. doi: 10.1016/j.oooo.2016.06.011. Epub 2016 Jun 29.
70. Bedrossian E, Bedrossian EA. Prevention and the Management of Complications Using the Zygoma Implant: A Review and Clinical Experiences. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2018 Sep/Oct;33(5):e135-e145. doi: 10.11607/jomi.6539.
71. Davó R, Felice P, Pistilli R, Barausse C, Marti-Pages C, Ferrer-Fuertes A, Ippolito DR, Esposito M. Immediately loaded zygomatic implants vs conventional dental implants in augmented atrophic maxillae: 1-year post-loading results from a multicentre randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* 2018;11(2):145-161.
72. Testori T, Robiony M, Parenti A, Luongo G, Rosenfeld AL, Ganz SD, Mandelaris GA, Del Fabbro M. Evaluation of accuracy and precision of a new guided surgery system: a multicenter clinical study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2014;34 Suppl 3:s59-69. doi: 10.11607/prd.1279.
73. Ferri A, Varazzani A, Bolzoni AR, Monaca MD, Tarabbia F, Tarsitano A, Zavattero E, Gessaroli M, Copelli C, De Riu G, Baj A. A multicenter survey on computer-aided design and computer-aided manufacturing mandibular reconstruction from Italian community. *Microsurgery.* 2019 Oct;39(7):673-674. doi: 10.1002/micr.30505. Epub 2019 Aug 24.
74. Bolzoni AR, Segna E, Beltramini GA, Sweed AH, Gianni AB, Baj A. Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing Versus Conventional Free Fibula Flap Reconstruction in Benign Mandibular Lesions: An Italian Cost Analysis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2020 Jun;78(6):1035.e1-1035.e6. doi: 10.1016/j.joms.2019.03.003. Epub 2019 Mar 13.

75. [Chrcanovic](#), [Oliveira](#), [Custódio](#) Accuracy evaluation of computed tomography-derived stereolithographic surgical guides in zygomatic implant placement in human cadavers. *J Oral Implantol* 2010;36(5):345-55. doi: 10.1563/AAID-JOI-D-09-00074. Epub 2010 Jun 14.
76. Watzinger F, Birkfellner W, Wanschitz F, Ziya F, Wagner A, Kremser J, Kainberger F, Huber K, Bergmann H, Ewers R. Placement of endosteal implants in the zygoma after maxillectomy: a Cadaver study using surgical navigation. *Plast Reconstr Surg*. 2001 Mar;107(3):659-67. doi: 10.1097/00006534-200103000-00003.
77. Chow J. A novel device for template-guided surgery of the zygomatic implants. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2016 Oct;45(10):1253-5. doi: 10.1016/j.ijom.2016.06.007. Epub 2016 Jun 24
78. Rinaldi M, Ganz SD. Computer-Guided Approach for Placement of Zygomatic Implants: Novel Protocol and Surgical Guide. *Compend Contin Educ Dent*. 2019 Mar;40(3):e1-e4.
79. Qin C, Ran X, Wu Y, Chen X. The development of non-contact user interface of a surgical navigation system based on multi-LSTM and a phantom experiment for zygomatic implant placement. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2019 Dec;14(12):2147-2154. doi: 10.1007/s11548-019-02031-y. Epub 2019 Jul 12.
80. Qin C, Cao Z, Fan S, Wu Y, Sun Y, Politis C, Wang C, Chen X. An oral and maxillofacial navigation system for implant placement with automatic identification of fiducial points. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2019 Feb;14(2):281-289. doi: 10.1007/s11548-018-1870-z. Epub 2018 Oct 13.
81. Cao Z, Qin C, Fan S, Yu D, Wu Y, Qin J, Chen X. Pilot study of a surgical robot system for zygomatic implant placement. *Med Eng Phys*. 2020 Jan;75:72-78. doi: 10.1016/j.medengphy.2019.07.020. Epub 2019 Oct 31.

